

УДК 504.06

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ У РЕГІОНАЛЬНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ МЕРЕЖАХ

А. Зубов, к. т. н., докторант

ORCID ID: 0000-0002-1759-9481

Інститут агроекології та природокористування НААНУ

<https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.011>

Зубов А. Оцінка можливості використання породних відвалів вугільних шахт у регіональних екологічних мережах

Метою дослідження була оцінка можливості використання породних відвалів вугледобувної промисловості як об'єктів регіональних екологічних мереж. Дослідження виконано на відвалах Публічного акціонерного товариства (ПАТ) «Лисичанськвугілля». Об'єктами досліджень були самозаліснений конічний відвал шахти ім. Я. Ф. Мельникова, відвал шахти ім. П. Л. Войкова, переформований із конічного в плаский, незаліснений, відвал шахти ім. М. Л. Рухимовича, переформований, штучно заліснений. На прикладі відвалу шахти «Чорноморка» показано технологію підготовки поверхні відвалів до заліснення. Методами досліджень були математично-статистичний аналіз параметрів відвалів, загальноприйняті у лісівництві методи таксаційного обстеження насаджень. Для оцінки екологічного стану деревинної рослинності на відвалах використано індекс флуктуаційної асиметрії (ФА) білатеральних морфологічних ознак, методику визначення якого описано у статті. Наведено результати таксаційного обстеження лісових насаджень і статистичного аналізу даних за діаметром стовбура акації білої. Оцінено забрудненість відвальної породи важкими металами (ВМ). Показано, що рухливі форми Ni, Pb, Cu, Cr містяться в породі у підвищених концентраціях, тому екологічна ситуація за ними оцінюється як передкризова та кризова. За інтегральним індексом ФА, розрахованим за листям тополі, якість середовища на відвалах оцінена як умовно нормальна, а на прилеглий до них території – як критична. Висновком із досліджень є те, що, незважаючи на переважно передкризовий та кризовий стан відвальної породи за забрудненням важкими металами, у разі штучного створення лісонасаджень на відвалах формується умовно нормальна якість їхнього середовища, що дає підстави рекомендувати як відвали вугільних шахт, так і відвали інших гірничодобувних підприємств із розвиненим фітоценозом як структурні елементи регіональних екологічних мереж.

Ключові слова: екологічна мережа, породні відвали, важкі метали, заліснення, рекультивация, флуктуаційна асиметрія.

Zubov A. Evaluation of the possibility of the use of waste dumps of coal mines in the regional ecological networks

The aim of the study is to assess the feasibility of using of the waste dumps of the coal industry as objects of regional ecological networks. The study was performed on the dumps of Public Joint Stock Company (PJSC) «Lisichanskoal». The objects of research were: the naturally afforested conic waste dump of the mine named after Ya. Melnikov; the dump of the mine named after P.Voikov, which was reformed from conical to flat, unafforested; the dump of the mine named after M. Rukhimovich, which was reformed and artificially afforested. The technology of preparing of the dumps surface for afforestation on the example of the dump of the «Chernomorka» mine is shown. As research methods were used: mathematical-statistical analysis of the parameters of dumps; generally accepted in forestry methods of taxation surveys of forest plantations. To assess the ecological state of woody vegetation on the dumps, an index of fluctuating asymmetry (FA) of bilateral morphological features was used, the method for determining which is given in this article. The results of forest taxation surveys of plantations and the results of statistical analysis of data on the diameter of the white acacia trunk are presented. An assessment of contamination of waste dump dumps with heavy metals (TM) is given. It is shown that mobile forms of Ni, Pb, Cu, Cr are contained in the rock in elevated concentrations, therefore, the ecological situation is estimated by them as pre-crisis and crisis. According to the integral index of FA, calculated by poplar leaves, the quality of the environment on the dumps is assessed as conditionally normal, and on the adjacent territory it is assessed as critical. The conclusion from the research is that, despite the pre-crisis and crisis state of the dump rock due to heavy metal contamination, the conditionally normal quality of their environment is formed during the artificial creation of forest plantations on dumps, which allows recommending both coal mine dumps and other dump, having a developed phytocenosis on their surface, as structural elements of regional ecological networks.

Key words: ecological network, waste dumps, heavy metals, afforestation, recultivation, fluctuating asymmetry.

Постановка проблеми. За оцінкою вчених та Уряду, стан земельних ресурсів України наближується до критичного [1; 11]. На всій території держави поширені процеси деградації

земель, наймасштабнішими з яких є ерозія (57,5% площі), забруднення (20%), понад 150 тис. га порушені внаслідок гірничодобувної та іншої виробничої діяльності. Зменшується вміст по-

живних речовин у ґрунтах, а щорічні втрати гумусу становлять 0,65 т/га [11].

Згідно із Законом України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [11] однією з причин такої ситуації є порушення екологічно збалансованого співвідношення між основними видами земельних угідь, орієнтація на коротко- та середньострокові економічні вигоди з ігноруванням природоохоронної складової та негативних наслідків у довгостроковій перспективі.

Задля припинення процесів погіршення стану навколишнього природного середовища та досягнення екологічної збалансованості території України як стратегічне завдання розглядають збільшення площі земель Національної екологічної мережі [11]. Як відомо, екомережа – це єдина територіальна система, яка створюється з метою покращання умов для відновлення довкілля. Стаття 16 Закону України «Про екологічну мережу України» № 1864-IV від 24.06.2004 пропонує використовувати як таку територію поряд з об'єктами природно-заповідного фонду, різні порушені, деградовані та малопродуктивні землі. У «Методичних рекомендаціях щодо розроблення регіональних та місцевих схем екомережі», що затверджені наказом № 604 Мінприроди України від 13.11.2009, є вказівка на залучення в екомережу деградованих ділянок, таких як кар'єри та породні відвали, як так звані відновлювані території.

Значною проблемою впровадження екомережі в промислових гірничодобувних районах, зокрема вугледобувних, є нестача площ та їхня значна дефрагментованість шахтними комплексами, відвалами тощо. Виходом може стати долучення порушених земель до екомережі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Площі земель, порушених внаслідок вугледобування, дуже поширені в Україні. У західній її частині (Львівсько-Волинський вугільний басейн) налічується 14 шахт, на балансі яких згідно з [9] є 44 відвали, в Західному Донбасі, розташованому на сході Дніпровської області, є 10 шахт, 11 відвалів яких займають площу понад 200 га [15]. Найбільша кількість вугільних шахт – понад 120, враховуючи ліквідовані, та породних відвалів – 1257, що займають площу понад 5500 га, знаходиться у Центральному Донбасі (Луганська та Донецька області) [3].

Відвали мають гостро негативний вплив на довкілля, що зазначено в працях багатьох вітчизняних та іноземних авторів [3; 5; 9; 13; 15; 16]. Внаслідок катастрофічного розвитку на їхній поверхні водної та вітрової ерозії вони забруд-

нюють ґрунти та водойми важкими металами, насичують повітря пилом. Значна частина відвалів палає, тому вони є потужними джерелами забруднення атмосферного повітря шкідливими газами, порушують санітарні норми життя населення [3; 5; 9; 10; 13; 15; 16]. Найефективнішим заходом запобігання ерозії та дефляції є фітомеліорація їхньої поверхні [3; 9; 16]. Їй приділяють увагу в багатьох країнах світу [5]. Але, як показали дослідження [3], лише 8 % із відвалів у Луганській області вкриті лісом більш ніж на 50 %, причому ліс цей найчастіше самосівний. Залучення відвалів у регіональні екомережі, як це запропоновано в працях [10; 16], стимулювало б мотивацію місцевих органів влади до виділення коштів та спонукання підприємств до повного завершення рекультивації відвалів, враховуючи не тільки її гірничо-технічний етап (зрізання верхівки териконів та боротьбу зі самозайманням), а й дуже екологічно важливий біологічний етап. Досвід фітомеліорації териконів, представлений у працях [3; 6], свідчить про успішність їхнього штучного заліснення. Важливим науковим питанням щодо введення відвалів в екомережу є їхня екологічна безпека для рослин, тварин і птахів, для яких відвали стануть місцем проживання або відпочинку на шляху міграції, зважаючи на підвищений радіаційний фон породи [3; 5] та її забрудненість важкими металами [3; 5; 9; 10; 13; 15; 16].

Постановка завдання. Метою нашого дослідження була оцінка можливості використання породних відвалів вугледобувної промисловості як об'єктів регіональних екомереж.

Виклад основного матеріалу. Дослідження можливості використання відвалів вугільних шахт як структурних елементів місцевої екомережі виконано на прикладі Публічного акціонерного товариства (ПАТ) «Лисичанськвугілля», яке налічує на балансі 24 породні відвали. Типове вугільне підприємство вибрано за допомогою статистичних методів. Екологічний стан фітоценозів, що існують на відвалах, оцінено з використанням індексу флуктуаційної асиметрії (ФА) білатеральних морфологічних ознак [2; 7; 8; 12; 14].

Для статистичного вивчення генеральної сукупності використано вибіркового метод: терикони становлять вибірку, а всі відвали Донбасу – генеральну сукупність. Результати вибіркового сукупності є коректними за умови її відповідності закону нормального розподілу. Перевірка на відповідність виконана за посібником [4] із розрахунком асиметрії (А) та ексцесу (Е) вибірки (табл. 1).

Перевірка параметрів відвалів на відповідність закону нормального розподілу

Параметр відвалів	Статистичний показник						Відповідність закону нормального розподілу*	
	середня арифм. ($X_{\text{ср.}}$)	дисперсія (S^2)	абсол. помилка ($Sx_{\text{ср.}}$)	відносна помилка ($Sx_{\text{ср.}\%}$)	асиметрія (A)	ексцес (E)	за A	за E
Висота, м	41,78	777,3	5,69	13,62	0,03	-0,59	+	+
Площа поверхні, га	14,61	304,2	3,56	24,36	0,05	1,72	+	+
Маса породи у відвалах, тис. т	2365,4	$17,38 \cdot 10^6$	851,2	35,98	0	2,4	+	+

*Відповідність за A є (+) за умови, що $A < 3\sigma_a$ ($3\sigma_a = 1,5$); за E , якщо $E < 3\sigma_e$ ($3\sigma_e = 3$).



Рис. 1. Схили природно залісненого відвалу шахти ім. Я. Ф. Мельникова.



а

б

Рис. 2. Плaskий незаліснений відвал шахти ім. П. Л. Войкова (а), схил штучно залісненого відвалу шахти ім. М. Л. Рухимовича.

На основі табл. 1 можна дійти висновку про відповідність даних щодо відвалів вибіркової сукупності закону нормального розподілу й поширити цей висновок на всі відвали Донбасу.

Об'єктами досліджень були: самозаліснений конічний відвал шахти ім. Я. Ф. Мельникова (рис. 1); відвал колишньої шахти ім. П. Л. Войкова, переформований з конічного в плаский, незаліснений; відвал колишньої шахти ім. М. Л. Рухимовича, переформований в плаский та штучно заліснений (рис. 2). Для оцінки екологічного стану існуючих фітоценозів на шахтних відвалах було виконано їхнє обстеження відповідно до загальноприйнятих у лісівництві методів.

Конічний відвал шахти ім. Я. Ф. Мельникова має суцільний рослинний покрив, в якому близько 50 % площі займають самосівні клен ясенелистий, акація біла, береза. Решта території зайнята трав'янистим фітоценозом, в якому переважають дикі злакові рослини (див. рис. 1).

Плаский відвал шахти ім. П. Л. Войкова характеризується багатим природним трав'янистим покривом (див. рис. 2). Загальне покриття травостою 60 %. На відвалі є й поодинокі екземпляри деревних культур, представлені в'язом дрібнолистим, тополею, лохом вузьколистим.

Плаский відвал шахти ім. М. Л. Рухимовича, зайнятий цехами Ремонтно-механічного заводу, у 1989 р. штучно заліснили науковці Луганського державного аграрного університету та Українського НДІ захисту ґрунтів від ерозії за керівництва Л. Г. Зубової.

Для заліснення використано технологію, розроблену в Українській сільськогосподарській академії (нині НУБІП) доктором Б. Й. Логгіновим

з колегами [6]. На рис. 3 показаний перший її етап – підготовка поверхні відвалу шляхом ручного мікротерасування, використаного Л. Г. Зубовою для заліснення терикона шахти «Чорноморка» висотою 50 м в ході виконання у 1983–1987 рр. дисертаційного дослідження.

Терасування розпочинають з хвостової частини терикона – з верхівки, щоб не засипати породою, що виймається, вже створені тераси. Відстань між ними – 2–2,5 м. На мікротерасах, використовуючи штикову лопату як меч Колесова, були висаджені 1–2-річні саджанці дуба черешчатого, ясена ланцетовидного, абрикоса звичайного, лоха вузьколистого, сосни звичайної.

Проективне покриття рослинністю на відвалі шахти ім. М. Л. Рухимовича (див. рис. 2, б) становить 100 %. Фітоценоз представлений лісовими насадженнями з таких деревинних і чагарникових порід: акація біла, в'яз дрібнолистий, лох вузьколистий, тополя, тамариск та ін. Більша частина поверхні відвалу зайнята насадженнями акації білої. Вони мають склад 10Ак, тобто представлені однією культурою, зімкнутість крон 0,9. У десятирічному віці дерева мали середню висоту 5,5 м і характеризувалися як насадження першого бонітету. Ще через 8 років середня висота досягла 8 м, а середній діаметр – 10 см.

Підлісок у насадженні акації відсутній. Зустрічаються поодинокі екземпляри підрослих насінневого походження. Насіння принесене з дерев, що розташовані поряд. Загальне покриття травостою – 20 %. Під багатьма деревами є моховий покрив. Зовнішньоярусна рослинність також відсутня.



Рис. 3. Терасування терикона № 1 шахти «Чорноморка» у квітні 1985 року та насадження *Fraxinus viridis* навесні 2003 року.

Оцінка забрудненості відвальної породи важкими металами [5]

Метал	Вміст (min-max), мг/кг	Відношення валового вмісту до кларку	Тип екологічної ситуації	Відношення валового вмісту до ГДК вал.	Тип екологічної ситуації	Відношення рухливої форми до ГДК рухл.	Тип екологічної ситуації
Zn	50–100	1–2	сприятлива	0,5–1	задовільна	0,39–0,65	сприятлива
Ni	30–50	0,75–1,25	сприятлива	0,35–0,59	сприятливо-задовільна	1,5–2,5	передкризово-кризова
Co	7–10	0,88–1,25	сприятлива	0,14–0,2	сприятлива	0,56–0,8	сприятлива
Pb	10–20	1–2	сприятлива	0,31–0,63	сприятливо – задовільна	3,5–7	кризова
Cu	20–30	1–1,5	сприятлива	0,36–0,55	сприятливо – задовільна	3,3–5	кризова
Cr	100–200	1,33–2,67	сприятливо-задовільна	1–2	задовільно – передкризова	5–10	кризова

Виходячи зі стислої характеристики фітоценозів на досліджуваних відвалах, можна дійти висновку про ефективність штучного заліснення відвалів вугільних шахт для їхнього використання як структурних елементів регіональної екомережі. Але вирішальне значення має екологічна якість фітоценозів, оскільки, за даними наших досліджень [3] (табл. 2), відвальна порода всіх об'єктів забруднена важкими металами (ВМ).

Рухливі форми таких ВМ, як нікель, свинець, мідь і хром, містяться в породі у підвищених концентраціях, тому екологічна ситуація за ними оцінюється як передкризова та кризова.

Визначено висоту й діаметр дерев на відвалі шахти ім. М. Л. Рухимовича. На час вимірів середня їхня висота сягала 8 м. Статистичні характеристики варіаційного ряду діаметра стовбура дерев акації білої у 18-річному віці, розраховані за [4], такі: середня арифметична $X_{cp} = 9,45$ см; дисперсія $S^2 = 17,76$; коефіцієнт варіації $v = 45\%$; абсолютна похибка вибіркової середньої $s_x = 0,75$; відносна $s_{x\%} = 7,88\%$.

Довірчий інтервал генеральної середньої для 5%-го рівня значущості за ступенів вільності $n - 1 = 32 - 1 = 31$ та знайденого за [4] теоретичного значення критерію Стюдента $t_{05} = 2,04$ становить:

$$X_{cp} \pm t_{05} s_x = 9,45 \pm 2,04 \cdot 0,75 = 9,45 \pm 1,53 = (7,92 \div 10,98).$$

Отже, середнє арифметичне всієї сукупності з 95%-м рівнем вірогідності міститься в інтервалі $7,92 \div 10,98$ см.

Існує оцінка відповідності закону нормального розподілу за коефіцієнтом варіації. Однак у нашому випадку він дещо завищений (понад 33%). Оскільки оцінка нормальності розподілу за коефіцієнтом варіації є «прикидною», можливість прийняття гіпотези нормального розподілу перевірена за допомогою показників асиметрії A та ексцесу E . За розрахунками $A = 0,23$; $E = 0,01$; $3\sigma_a = 1,3$; $3\sigma_e = 2,6$. Виконання умов $A < 3\sigma_a$, $E < 3\sigma_e$ свідчить про можливість прийняття гіпотези. Для додаткового її підтвердження побудована гістограма розподілу акації білої за діаметром стовбура (рис. 4).

Щоб оцінити екологічний стан рослинності, використано поширений серед екологів метод визначення індексу ФА білатеральних морфологічних ознак. За Leigh Van Valen [14] та [12], під ФА розуміють незначні неспрямовані відхилення від суворої білатеральної симетрії. Відмінності між лівою і правою частинами органів живого організму за прояву ФА не є генетично детер-

мінованими і не можуть бути випадковими, а виникають внаслідок негативних природних або антропогенних стресових впливів на організм. Саме цей взаємозв'язок і дає змогу використовувати ФА як доступний для аналізу відгук живого організму на стрес [12].

Ми визначали ФА параметрів листя дерев, зібраного на відвалах шахт ім. М. Л. Рухимовича та ім. П. Л. Войкова, а також на контролі (приватний сектор поблизу відвалів, м. Лисичанськ) (рис. 5). Відомо, що листок рослини є високопластичним органом і характер мінливості його морфологічної структури може слугувати індикатором забруднення зовнішнього середовища [12].

На кожному з об'єктів зібрали по 100 листків з дерев тополі. Відповідно до методики В. Захарова [2] на кожному з листків з правого та лівого боків від центральної жилки вимірювали параметри, показані на перетвореній нами схемі з праці [8] (рис. 6). Це такі: 1 – ширина листової пластинки від центральної жилки в обидва боки; 2 – довжина другої від основи листка бокової жилки; 3 – відстань між основами першої та другої жилок; 4 – відстань між їхніми кінцями; 5 – кут між головною та другою боковою жилками.

При вимірюванні ширини листок складають навпіл, поєднуючи верхівку з підставою листової пластинки. Потім його розгинають і по складці, що утворилася, роблять виміри [2].

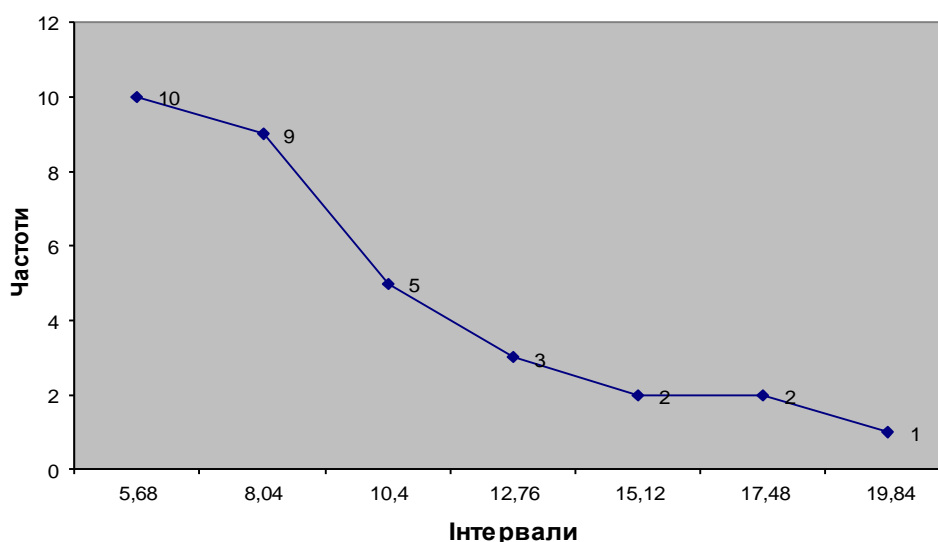


Рис. 4. Крива розподілу насаджень акації білої за діаметром стовбура.



Рис. 5. Окремі екземпляри листя тополі, зібраного на відвалах та контролі.

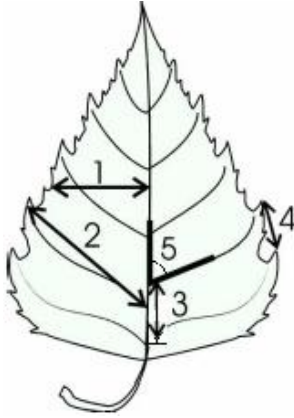


Рис. 6. Схема вимірювання морфологічних ознак листової пластинки [8].

Інтегральну оцінку ФА (див. [2]) визначають як середнє арифметичне за всіма ознаками та листками з кожного об'єкта. Цей алгоритм зручніше представити формулою з [8]:

$$A = \frac{1}{m \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{|L_{ij} - R_{ij}|}{(L_{ij} + R_{ij})}$$

де L_{ij} и R_{ij} – значення j -го параметра i -го листка відповідно зліва та справа від осі симетрії (центральної жилки); $m = 5$ – кількість ознак; $n = 100$ – обсяг вибірки для кожного об'єкта.

За зростання ступеня антропогенного навантаження морфологічні ознаки листків змінюються більше. Тому за розміром інтегрального показника асиметрії можна стверджувати про ступінь порушення стабільності розвитку. У праці В. Захарова обґрунтована бальна шкала (табл. 3) показника берези повислої (*Betula pendula*) відповідно до того чи іншого рівня забруднення навколишнього середовища.

У табл. 4 представлені результати оцінки якості навколишнього середовища на відвалах та контролі за ступенем розвитку листя тополі.

Дані табл. 4 свідчать про умовно нормальну якість природного середовища на досліджуваних відвалах. Неочікуваний факт критичного стану середовища на контролі, вірогідно, можна пояснити накопиченням на прилеглій до відвалів території, на якій в Донбасі проживає понад 8 тис. жителів, продуктів ерозії та дефляції, що здуваються вітром та змиваються під час злив і сніготанення з відвалів, а також впливом інших забруднювачів. Як показали наші дослідження [3], за роки відсіпання відвалу майже 12 % маси породи відноситься вітром на прилеглу територію, а потім щорічно з відвалів виноситься вітром до 157 т породи з кожного гектара їхньої поверхні.

Таблиця 3

Шкала оцінки якості навколишнього середовища за показником ФА морфологічних ознак листя *Betula pendula* [2]

Показник рівня ФА (A)	Бал	Якість середовища
<0,04	I	нормальна
0,040-0,044	II	початкові відхилення від норми
0,045-0,049	III	середній рівень відхилень
0,050-0,054	IV	істотні відхилення від норми
≥0,055	V	критичний стан

Таблиця 4

Оцінка якості навколишнього середовища на відвалах шахт ПАТ «Лисичанськвугілля» за ФА листків тополі

Місце відбору проб листя	Розмір отриманого показника стабільності розвитку A	Стабільність розвитку, балів	Оцінка якості середовища
Відвал шахти ім. П. Л. Войкова	0,024	1	умовно нормальне
Відвал шахти ім. М. Л. Рухимовича	0,03	1	умовно нормальне
Контроль (приватний сектор)	0,063	5	критичний стан

Висновки. Оцінка стану фітоценозів на досліджуваних ділянках свідчить, що, незважаючи на переважно передкризовий та кризовий стан відвальної породи за забрудненням важкими металами, у разі штучного створення лісонасаджень на відвалах на них формується умовно нормальна якість середовища, що дає підстави рекомендувати відвали вугільних шахт, а також інші відвали гірничодобувної промисловості з розвиненим фітоценозом як об'єкти екологічної мережі.

Бібліографічний список

1. Балок 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. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методическое пособие для заповедников / В. М. Захаров и др. Москва: Центр экологической политики России, 2000. 318 с.
3. Зубова Л. Г., Зубов А. Р., Зубов А. А. и др. Терриконы: монография. Луганск: Ноулидж, 2015. 712 с. URL: <https://www.twirpx.com/file/2298003/> (дата обращения: 5.04.2019).
4. Зубова Л. Г. Основы математической обработки экспериментальных данных. Луганск: Ноулидж, 2013. 60 с.
5. Иванов Є. Організація і проведення напівстаціонарних ландшафтно-екологічних досліджень з метою рекультиватії вугільних відвалів. *Вакалівщина: до 50-річчя біологічного стаціонару Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка: збірник наукових праць*. Суми, 2018. С. 108–121. URL: <https://www.researchgate.net/publication/328702486> (дата звернення: 10.04.2019).
6. Логінов Б. Й., Кірічек Л. С., Корецький Г. С. Умови росту лісонасаджень та результати дослідів на терриконах Донбасу. *Наукові праці УСТА*. 1972. Вип. 64. С. 39–45.
7. Нероба Ю. Г., Горова А. І., Павличенко А. В. Оцінка якості довкілля за рівнем стабільності розвитку *Betula Pendula*. *Екологічні проблеми регіонів України: матеріали Всеукр. конф.* Одеса, 2008. С. 198–199.
8. Низкий С. Е., Сергеева А. А. Флуктуирующая асимметрия листьев березы плосколистной (*Betula Platyphylla Sukacz.*) как критерий качества окружающей среды. *Вестник КрасГАУ*. 2015. № 7. С. 14–17.
9. Піндер В. Ф., Попович В. В. Рекультиватія породних відвалів ліквідованих шахт Львівсько-Волинського вугільного басейну. *Науковий вісник НЛТУ*. 2017. Вип. 27(3). С. 113–116. doi.org/10.15421/40270325.
10. Попченко Д. С., Артамонов В. Н. Обоснование необходимости создания экологической сети г. Донецка. *Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів: матеріали ХХ Всеукр. наук. конф. аспірантів і студентів*. Донецьк: ДонНТУ, 2010. С. 21–23.
11. Проект закону «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» (реєстр №8328 від 26.04.2018 р.). URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=63948 (дата звернення: 12.12.2018)
12. Федорова Г. В., Шалоумов Ю. Н. Использование биоиндикационного метода флуктуирующей асимметрии листа клена остролистного (*Acer Platanoides L.*) для оценки качества среды населенных пунктов. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. Харків, 2017. № 3–4 (28). С. 130–138.
13. Яцух О. М., Снітинський В. В. Особливості територіального розподілу важких металів у зоні впливу відвалу Червоноградської шахти. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2011. Т.13, № 2 (2). С. 190–195. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2011_13_2\(2\)_35](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2011_13_2(2)_35) (дата звернення: 3.04.2019).
14. Leigh Van Valen A Study of Fluctuating Asymmetry. *Evolution*. 1962. Vol. 16, No. 2 (1962). P. 125–142. doi: 10.2307/2406192. <https://www.jstor.org/stable/2406192>.
15. Petlovanyi M. V., Medianyuk V. Yu. Assessment of coal mine waste dumps development priority. *Naukovyi Visnyk NHU*, 2018. № 4. P. 28–35. doi: 10.29202/nvngu/2018-4/3.
16. The Coal Resource - A Comprehensive Overview of Coal. London: World Coal Institute. 2009. 44 p. URL: [https://www.worldcoal.org/file_validate.php? ... coal_resource](https://www.worldcoal.org/file_validate.php?...coal_resource) (Last accessed: 2.04.2019).

Стаття надійшла 21.04.2019.