

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра екологічної безпеки

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри екологічної безпеки,
д. с.-г. н., професор

_____ Андрій КУЗИК

« ____ » _____ 2023 року

ДИПЛОМНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Вплив териконів вугільних шахт Червоноградського
гірничопромислового району на стан довкілля»

Виконав:

здобувач 4 курсу, групи ЕК41
спеціальності 101 «Екологія»
Дубас Ю.Ю.

Керівник:

ст. викладач, к.т.н. Босак П. В.

Рецензент:

к.с.-г.н., доцент Шукель І.В.

Львів – 2023

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра екологічної безпеки

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри екологічної безпеки
д.с-г.н., професор

_____ Андрій КУЗИК
«___» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу

Здобувачу _____ Дубасу Юрію Юрійовичу

1. Тема: Вплив териконів вугільних шахт Червоноградського гірничопро-мислового району на стан довкілля

керівник роботи: Босак Павло Володимирович, к.т.н.

затверджені наказом ЛДУ БЖД від «07» лютого 2023 року № 74од

2. Термін подання здобувачем роботи: «26» травня 2023 року

3. Початкові дані до роботи:

3.1 Геник Я.В., Дида А.П. Рекультивация. Львів: НВК “АТБ”, 2019. 288 с.

3.2 Кучерявий В. П. Екологія : підручник. 2-ге вид. Львів: Світ, 2001, 500 с.

3.3 Попович В. В. Фітомеліорація затухаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну : монографія. Львів: ЛДУ БЖД, 2014. 173 с.

3.4 Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ : станом на 10 лип. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>

3.5 Хилько М. І. Екологічна безпека України : навчальний посібник. Київ, 2017. 266 с.

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1 Розділ 1. Літературний огляд з теми роботи.

4.2 Розділ 2. Програма та методика роботи.

4.3 Розділ 3. Еколого-географічний аналіз досліджуваної території.

4.4 Розділ 4. Екологічна оцінка впливу териконів на навколишнє середовище.

5. Перелік графічного матеріалу: схеми, мультимедійна презентація.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 3.	Кочмар І. М., викладач кафедри екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності		
Розділ 4.	Шуплат Т. І., к.с.-г.н., викладач кафедри екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності		

7. Дата видачі завдання: «01» березня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ.	01.03.2023 - 15.03.2023	
2.	Розділ 1. Літературний огляд з теми роботи	16.03.2023 - 25.03.2023	
3.	Розділ 2. Програма та методика роботи	26.03.2023 - 05.04.2023	
4.	Розділ 3. Еколого-географічний аналіз досліджуваної території.	06.04.2023 - 29.04.2023	
5.	Розділ 4. Екологічна оцінка впливу териконів на навколишнє середовище	30.04.2023 - 20.05.2023	
6.	Підготовка презентації	21.05.2023 - 25.05.2023	

Здобувач

Юрій ДУБАС

Керівник роботи

Павло БОСАК

АНОТАЦІЯ

Дубас Ю. Ю. Вплив териконів вугільних шахт Червоноградського гірничо-промислового району на стан довкілля. Дипломна робота бакалавра за спеціальністю 101 «Екологія» складається з текстової частини, що містить 4 розділи, 61 с., 21 рис., 11 табл., 36 джерел.

Об'єкт – компоненти навколишнього середовища териконів вугільних шахт Червоноградського ГПР.

Мета роботи – екологічна оцінка впливу териконів вугільних шахт Червоноградського ГПР на навколишнє середовище.

Методи дослідження – методи екологічного локального моніторингу, компоненти ландшафту.

Проаналізовано екологічну оцінку впливу териконів вугільних шахт Червоноградського гірничо-промислового району на екологічний стан довкілля та пошук шляхів зниження екологічної напруги. Охарактеризовано історичні та природні та умови Червоноградського гірничо-промислового району. Здійснено екологічну оцінку впливу Червоноградського гірничо-промислового району на навколишнє середовище. Запропоновано заходи, спрямовані на зниження екологічної напруги в компонентах навколишнього середовища.

ЧЕРВОНОГРАДСЬКИЙ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИЙ РАЙОН, ТЕРИКОНИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ, КОМПОНЕНТИ ЛАНДШАФТУ

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД З ТЕМИ РОБОТИ	9
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА РОБОТИ	Ошибка! Закладка не определена.
2.1. Програма робіт	Ошибка! Закладка не определена.
2.2. Методика робіт.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.3. Об'єми виконаних робіт.....	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕРИТОРІЇ	Ошибка! Закладка не определена.
3.1 Місцерозташування	Ошибка! Закладка не определена.
3.2 Природно-кліматичні та техногенні умови району	Ошибка! Закладка не определена.
3.3 Коротка характеристика підприємства	Ошибка! Закладка не определена.
3.4 Характеристика териконів	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ТЕРИКОНІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	Ошибка! Закладка не определена.
4.1 Стан териконів	Ошибка! Закладка не определена.
4.2 Вплив териконів на компоненти ландшафту	Ошибка! Закладка не определена.
4.2.1 Забруднення повітря.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.2.2 Забруднення водних ресурсів.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.2.3 Спонтанна рослинність териконів ...	Ошибка! Закладка не определена.
4.2.4 Біоекологічна оцінка спонтанної деревної флори	Ошибка! Закладка не определена.
4.2.5 Самозаймання териконів.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.3 Техногенні небезпеки та заходи забезпечення захисту населення	Ошибка! Закладка не определена.
4.3.1 Шахтні стічні води	Ошибка! Закладка не определена.
4.3.2 Композитні ґрунти.....	Ошибка! Закладка не определена.
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ	10
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	12

ВСТУП

Викопні паливні копалини здавна відіграють важливу роль як у житті суспільства так і кожної людини. При їх добуванні закритим способом накопичуються значні обсяги супутніх порід, в яких дуже мало або ж відсутні корисні паливні копалини. З роками спостерігається значне копичення супутніх та розкритих порід в териконах, А терикон з французького це терикон породи, з французького – терикон, або ж штучний насип з порід, витягнутих при підземній розробці покладів корисних копалин. Усередині териконів шахтних розробок та їх збагачувальних фабрик зазвичай протікають різноманітні процеси техногенного пірогенного метаморфозу: піроліз вугілля, спалення вугілля, дегідратація шаруватих силікатів, розклад карбонатів, локальне плавлення з утворенням клінкерів тощо. Ці процеси приводять до радикальних змін як фазового складу маси терикону так і прилеглих територій.

Актуальність теми. Україна володіє значними запасами вугілля. А Червоноградський гірничопромисловий район в цих умовах виступає основним вуглевидобувним комплексом на західних теренах України. Значна концентрація техногенних вугільних об'єктів (гірнична інфраструктура, копальні, відходи вуглевидобутків та вуглезбагачень) на відносно невеликих площах спричиняє значну деградацію компонентів техногенного середовища. Процеси техногенного пірогенного метаморфозу шахтних териконів формує ряд негативних екологічних ефектів і впливає на всі компоненти ландшафту. Зокрема, спостерігається забруднення атмосферного повітря, підземних та поверхневих вод, ґрунтів, спостерігається негативний вплив на всі живі організми – мікроорганізм, рослини та тварини. Проблема є як локальною, так регіональною і глобальною. Цим обумовлена актуальність теми кваліфікаційної роботи з питань оцінки впливу териконів вугільних шахт Червоноградського гірничо-промислового району на екологічний стан довкілля.

Мета дослідження - Дати екологічну оцінку впливу териконів вугільних шахт Червоноградського гірничо-промислового району на екологічний стан довкілля.

Для досягнення мети було сформовано завдання дослідження:

1. Літературний пошук з теми бакалаврської роботи;
2. Розроблення завдань за програмою та методики робіт;
3. Проаналізувати екологічні проблеми вугільних шахт Червоноградського гірничо-промислового району;
4. Виконати екологічну оцінку впливу териконів вугільних шахт Червоноградського гірничо-промислового району на екологічний стан довкілля.

Об'єкт дослідження – компоненти ландшафту навколо териконів вугільних шахт Червоноградського гірничо-промислового району.

Предмет дослідження – вплив на компоненти ландшафту навколо териконів вугільних шахт Червоноградського гірничо-промислового району.

Методи дослідження: теоретичні – при аналізі літературних джерел, емпіричні – визначення вмісту важких металів у воді та ґрунті, видового складу біоіндикаторів (метод спостереження), встановлення відмін, відхилень у показниках, перевірка теоретичних узагальнень (метод порівняння).

Практична значущість роботи – використання підходів при екологічну оцінку впливу на компоненти ландшафту навколо териконів вугільних шахт Червоноградського гірничо-промислового району.

РОЗДІЛ 1.

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД З ТЕМИ РОБОТИ

Україна володіє значними запасами вугілля. Червоноградський гірничопромисловий район в цих умовах виступає основним вуглевидобувним комплексом на західних теренах України. Значна концентрація техногенних вугільних об'єктів (гірнична інфраструктура, копальні, відходи вуглевидобутків та вуглезбагачень) на відносно невеликих площах спричиняє значну деградацію компонентів техногенного середовища. Тому екологічні аспекти користування вуглевмісними техногенними об'єктами у Червоноградському гірничопромисловому районі мають особливе важливе значення та актуальність. Тому екологічні аспекти користування вуглевмісними техногенними об'єктами у Червоноградському гірничопромисловому районі мають особливе важливе значення та актуальність [1, 3].

Терикон [від фр. *terri* – терикон порід, *conique* – конічний] – антропогенна форма рельєфу (насип) у вигляді горба конусоподібної форми. Розміщуються біля шахт та рудників, де утворюються шляхом насипання териконьних порід на вершину конуса. Класифікують терикони: 1) за об'ємом порід (великі > 2,5 млн т., середні 0,5-2,5 млн т., малі < 0,5 млн т.); 2) за віком (молоді < 10 р., зрілі 10-50 р., старі > 50 р.); 3) за технологічними параметрами (нарощуються, утворення завершилося, нагріваються, горять та згаслі). В Україні найбільша кількість териконів зосереджена в Донецькій та Луганській областях (близько 700). Ділянки, порушені териконами потребують рекультивації [1, 16].

Вершина терикону (також звана купа кісток, купа кульму, купа відходів, вершина відходів або бінг) — це купа, побудована з накопиченого відходу — відходів, видалених під час видобутку. Ці відходи, як правило, складаються зі сланців, а також меншої кількості кам'яновугільного пісковика та інших залишків. Терикони не утворюються зі шлаку, але в деяких регіонах, наприклад в Англії та Уельсі, їх називають териконами шлаку. У Шотландії використовується слово *bing* [1, 4, 14-15].

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

У кваліфікаційні бакалаврській роботі наведено оцінку з впливу териконів шахт Червоноградського гірничо-промислового району на екологічний стан до-вкілля. У районі від 70 до 90% балансових запасів вугілля Львівсько-Волинського басейну. Клімат атлантико-континентальний зі значною кількістю опадів, м'якими зимами з відлигами і нестійким сніговим покривом, помірно-теплим літом, без стійких посух і суховіїв. Це Поліська рівнина. Переважають дерново-підзолисті, лучні та болотні ґрунти. Гідромережа створена річкою Західний Буг та її лівими притоками Ратою та Солокією. У рослинному покриві переважають соснові, дубово-соснові, грабово-дубово-соснові ліси та заплавні луки. Болота займають долини річок і їх приток.

У ЧГПР розташовано 12 вугільних шахт ВО “Укрзахідвугілля”, якими розробляється 2-3 вугільні пласти, їх середня потужність 1 метр. На території є 14 териконів, які займають площу – від 9–10 до 29–30 га. Висота до 62 м за переважних 25–40 м. У териконах діючих шахт зосереджено понад 20 млн м³ порід. При деяких копальнях існує 2–3 терикони – недіючі і діючий.

Вплив териконів шахт Червоноградського ГПР спричиняє забрудненню атмосфери, ґрунту, поверхневих, ґрунтових та підземних вод.

Головними чинниками забруднення атмосфери є стаціонарні джерела. Викид шкідливих речовин у повітря сягає десятки тисяч тон щороку. Найбільш забруднене повітря в межах Червоноградської ЦЗФ,.

Підприємства вугільної промисловості є постачальники великого обсягу запасів шахтних вод, які забруднені механічними та органічними домішками з підвищеним вмістом солей. Тривалі скиди вод супроводжуються зниженням здатності до самоочищення річок, накопиченням небезпечних сполук у мулі та утворенням небезпечних хімічних речовин.

Процеси самозаростання териконів проходять не однаково. Вагому роль у ході природної сукцесії самозаростання териконів відіграє оточення терикону. В ході обстеження виявлено 22 деревні рослини, які природно заселилися на териконах. У флорі на териконах панують представники Дводольних - 21 вид.

Спонтанна деревна флора на ділянках самозаростання териконів представлена у більшості деревами - 14 видів, або 63,64%. Панують євроазіатські види. Трофморфи деревної флори на териконах вказують на відносно середні та відносно багаті лісорослинні умов та ідентифікує в основному свіжі умови за вологістю. Структура геліоморф деревної флори териконів вказує на відкриті та відносно освітлені умови. Більшість деревної флори представлені лісо-чагарниковим флороценотипом і поширює діаспори за допомогою пристосувань – аллохорія складає 75,00%. На териконах росте незначна частка привнесених видів, зокрема - Обліпіха звичайна, Карагана дерев'яниста, Робінія звичайна та Глід одноматочковий. Серед деревної флори відсутні охоронювані деревні рослини. На териконах, де не проводили біологічну рекультивацию швидше відбувається заростання деревно-чагарниковою рослинністю, а проводили біологічну рекультивацию швидше відбувається заростання травами.

Особливістю териконів є їх здатність до самозаймання. Горіння призводить до радикальної зміни фазового складу гірських порід терикона. Найменший вміст горючих частинок у териконі шахти «Червоноградська». На здатність породи до самозаймання впливають і вміст вуглевмісної та породної фракцій.

Для шахтних вод застосовувати різні методи очищення :

- добування завислих суспензійних та емульгованих домішок;
- очищення від розчинених сполук зворотним осмосом; .
- очищення методом біоплато;
- створення композитних ґрунтів.

В результаті використання перерахованих методів можна обрати той ефективний, що забезпечить стабільну екологічну ситуацію в регіоні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. "Мертва земля" Донбасу. Як затоплені шахти знищують регіон - BBC News Україна. *BBC News Україна*. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-58360575>.
2. Баранов В. І., Книш І. Б. Хіміко-мінералогічний склад порід відвалу вугільних шахт ЦЗФ «Львівсистеменерго» та їх вплив на проростання насіння. *Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку: матер. V міжнар. наук. конф.* Донецьк, 2007. С. 36–37.
3. Баранов В. Екологічний опис породного відвалу вугільних шахт ЦЗФ ЗАТ "Львівсистеменерго" як об'єкта для озеленення. *Вісник Львівського університету*. 2008. Серія біол., № 46. С. 172–178.
4. Башуцька У. Б. Характеристика флори породних відвалів шахт Червоноградського гірничо-промислового району. *Науковий вісник УкрДЛТУ*, 2002. Вип. 12 (2). С. 84–86.
5. Бешлей С. В. Екологічні властивості *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth та його середовищотворна роль на відвалах вугільних шахт (Червоноградський гірничопромисловий район). Дисертація на здобуття наукового ступеня кан. біол. наук. спеціальності 03.00.16 – екологія. Львів, 2016. 147 с.
6. Босак П. В. Фізико-хімічні властивості стічних вод з технологічних відвалів Нововолинського гірничопромислового району. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2018. № 18. С. 117–124. URL: <https://doi.org/10.32447/20784643.18.2018.13>
7. Босак П. В., Попович В. В., Піндер В. Ф., Стокалюк О. В. Температура займання та самозаймання найпоширеніших деревних порід териконів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Т. 30, № 5. С. 53–58. URL: <https://doi.org/10.36930/40300509>
8. Босак П. В. Екологічна безпека стічних вод породних териконів вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового району : автореф. дисертації на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека. Львів, 2021. 24 с.

9. Бучацька Г. М. Гідрогеологічні умови та гідрогеохімічна зональність Львівсько-Волинського вугільного басейну. *Вісник Львівського університету*. 2009. Серія геол., № 23. С. 175–183.

10. Войтович С. П. Шахтні води як один із чинників забруднення довкілля Червоноградського гірничопромислового району. *Мінералогічний збірник*. 2013. Т. 63, № 1. С. 94–98.

11. Генік Я., Кузик А., Попович В. Наукова школа професора Кучерявого Володимира Панасовича з проблем урбоекології, фітомеліорації та ландшафтної архітектури. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2021. Т. 23. С. 68–72.
URL: <https://doi.org/10.32447/20784643.23.2021.10>

12. Глушко І. О. Костенко В.К. Створення композитних матеріалів на основі териконьних мас та донних відкладень. *Всеукраїнський науково-технічний журнал Проблеми екології*. 2021. № 1. С. 39–44. URL: <https://doi.org/10.31474/2073-8102-2021-1-39-44>

13. Горова А. І., Кулима С. Л. Біоіндикаційна оцінка токсичності поверхневих водойм в зоні впливу Червоноградської групи шахт. *Збірник матеріалів II Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю*. Вінниця: ФОП Данилюк. 2009. С. 527–530.

14. Горова А., Кулина С., Шкременко О. Про біоіндикаційну оцінку впливу на довкілля ставків-накопичувачів шахтних вод (на прикладі Червоноградського гірничопромислового регіону). *Вісник Львівського університету*. 2011. Серія біол., № 56. С. 221–226.

15. Довкілля Львівської області. *Головне управління статистики у Львівській області*. URL: http://www.lv.ukrstat.gov.ua/ukr/themes/24/theme_24.php.

16. Іванов Є. А. Еколого-ландшафтознавчий аналіз гірничопромислових територій (на прикладі Львівської області) : автореф. дисертації на здобуття наук. ступеня канд. геог. наук спеціальності 11.00.11 – конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів. Київ, 2001. 17 с.

17. Іванов Є. Радіоекологічні дослідження : навч. посіб. Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Ів. Франка, 2004. 143 с.

18. Книш І. Б. Розподіл вмісту хімічних елементів у породах териконів Червоноградського гірничо-промислового району. *Вісник Львівського університету*. 2003. Серія геол., 2003. № 17. С. 148–158.

19. Кучерявий В. П. Екологія : підручник. 2-ге вид. Львів : Світ, 2001, 500 с.

20. Піндер В.Ф., Попович В.В. Рекультивація породних відвалів ліквідованих шахт Львівсько-Волинського вугільного басейну. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Т. 27, № 3. С. 113–116. URL: <https://doi.org/10.15421/40270325>.

21. Попович В. В. Фітомеліорація згасаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну: *монографія*. 2014. 174 с.

22. Попович В. В., Підгородецький Я. І., Піндер В. Ф. Типологія териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Т. 26, № 8. С. 238–243. URL: <https://doi.org/10.15421/40260837>

23. Про відходи : Закон України від 05.03.1998 р. № 187/98-ВР : станом на 31 берез. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр#Text>

24. Про охорону атмосферного повітря : Закон України від 16.10.1992 р. № 2707-ХІІ : станом на 3 січ. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>

25. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ : станом на 19 трав. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>

26. Техногенні вуглевмісні об'єкти Червоноградського гірничопромислового району та деякі технічні рішення їхнього використання / Д. Брик та ін. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2019. Т. 4, № 181. С. 45–65.

27. Хилько М. І. Екологічна безпека України : навчальний посібник. Київ, 2017. 266 с.

28. Arshi A. Reclamation of coalmine overburden dump through environmental friendly method. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2017. Vol. 24, no. 2. P. 371–378. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.09.009>

29. Bosak P., Popovych V., Stepova K., Dudyn R. Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn coal basin. *NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2020. Vol. 2, no. 440. P. 48–54. URL: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170x.30>.
30. Bosak P., Popovych V., Stepova K., Marutyak S. Features of seasonal dynamics of hazardous constituents in wastewater from colliery spoil heaps of Novovolynsk mining area. *NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2020. Vol. 5, no. 443. P. 39–46. URL: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170x.102>
31. Clark E. V., Zipper C. E. Vegetation influences near-surface hydrological characteristics on a surface coal mine in eastern USA. *CATENA*. 2016. Vol. 139. P. 241–249. URL: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.01.004>.
32. Petlovanyi, M., Kuzmenko, O., Lozynskiy, V., Popovych, V., Sai, K., & Saik, P. Review of man-made mineral formations accumulation and prospects of their developing in mining industrial regions in Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*. 2019. Vol. 13, no. 1. P. 24–38. URL: <https://doi.org/10.33271/mining13.01.024>.
33. Popovych V., Bosak P., Petlovanyi M., Telak O., Karabyn, V., Pinder V. Environmental safety of phytogenic fields formation on coal mines tailings. *Series of Geology and Technical Sciences*. 2021. Vol. 2, no. 446. P. 129–136. URL: <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170x.44>
34. Popovych V., Voloshchyshyn A., Rudenko D., Popovych N. Geochemical properties of water under the waste heaps in Chervonohrad mining region. *E3S Web of Conferences*. 2019. 123, 01035. URL: DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301035>.
35. Popovych V. V., Voloshchyshyn A. I. Environmental Impact of Devastated Landscapes of Volhynian Upland and Male Polisia (Ukraine). *Environmental Research, Engineering and Management*. 2019. Vol. 75, no. 3. P. 33–45. URL: <https://doi.org/10.5755/j01.arem.75.3.23323>
36. Sulfur reducing bacteria from coal pits waste heaps of Chervonograd mining region / S. V. Diakiv et al. *Studia Biologica*. 2016. Vol. 10, no. 2. P. 63–76.