

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.

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.

затвержені 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 ГІРНИЧО-ПРОМИСЛОВИЙ РАЙОН, ТЕРИКОНИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ, КОМПОНЕНТИ ЛАНДШАФТУ**

## ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД З ТЕМИ РОБОТИ .....	8
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА РОБОТИ .....	15
2.1. Програма робіт .....	15
2.2. Методика робіт.....	15
2.3. Об'єми виконаних робіт.....	16
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕРИТОРІЇ.....	17
3.1 Місцерозташування .....	17
3.2 Природно-кліматичні та техногенні умови району .....	19
3.3 Коротка характеристика підприємства.....	22
3.4 Характеристика териконів .....	24
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ТЕРИКОНІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ .....	29
4.1 Стан териконів .....	29
4.2 Вплив териконів на компоненти ландшафту .....	35
4.2.1 Забруднення повітря.....	35
4.2.2 Забруднення водних ресурсів.....	38
4.2.3 Спонтанна рослинність териконів .....	41
4.2.4 Біоекологічна оцінка спонтанної деревної флори.....	43
4.2.5 Самозаймання териконів.....	50
4.3 Техногенні небезпеки та заходи забезпечення захисту населення .....	52
4.3.1 Шахтні стічні води .....	53
4.3.2 Композитні ґрунти.....	55
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

## 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 (нарошуються, 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].



Термін «терикони» також використовується для позначення матеріалу, видаленого під час риття фундаменту, тунелю чи іншого великого котловану. Таким матеріалом може бути звичайний ґрунт і каміння (після відділення вугілля від відходів) або він може бути сильно забруднений хімічними відходами, що визначає, як його можна утилізувати. Чистий ґрунт можна використовувати для рекультивації земель.

Терикони відрізняються від хвостів, які є обробленим матеріалом, який залишається після того, як цінні компоненти були вилучені з руди.

Всередині шахтних териконів протікають зазвичай різноманітні процеси техногенного пірометафоризму:

- спалення вугілля;
- піроліз вугілля (зони відпалу  $T = 800\text{—}1000^\circ\text{C}$ );
- реакції дегідратації шаруватих силікатів, що спричиняють випаровування води, та видалення F, Cl на початкових етапах горіння терикону ( $T = 600\text{--}700^\circ\text{C}$ );
- розклад карбонатів з видаленням CO й  $\text{CO}_2$  й утворенням періклази, вапна та феритів ( $T=600\text{--}800^\circ\text{C}$ );
- локальне плавлення з утворенням осклененого клінкеру та базальтових порід ( $T = 1000\text{--}1250^\circ\text{C}$ ).

Ці процеси приводять до радикальних змін складу териконної маси.

Етимологія слова терикон - фраза походить від французького слова *espoilelier*, дієслова, що передає значення: захопити насильством, пограбувати, взяти силою [7-10].

**Фізичний опис** - верхівки териконів можуть мати конічну форму і виглядати як помітні особливості ландшафту, або вони можуть бути набагато більш плоскі та еродовані, якщо рослинність утвердилася. У Луз-ан-Гоель, у колишній шахтарській зоні Па-де-Кале, Франція, є серія з п'яти дуже досконалих конусів, два з яких піднімаються на 100 метрів над рівниною.

**Використання слова терикон** - найчастіше цей термін використовується купі відпрацьованих земляних матеріалів, видалених під час земляних робіт.

Під час відкритого гірничого видобутку (зазвичай гірничо-шахтного видобутку) для вугілля чи інших підземних родовищ земляні матеріали, вилучені для виявлення цільового родовища, складаються вздовж місця виїмки (зазвичай гірничої ями) у терикони.

Земснаряд при видобутку розсіпів використовується для викопування об'ємів гравію та інших земляних матеріалів, які направляються через шлюзи для видалення золота чи інших мінералів, а решта земляних матеріалів («хвости») відкладаються за земснарядом у терикони.

При гідравлічному видобутку корисних копалин струмені води під високим тиском витісняють ґрунтові матеріали, які пропускають через шлюзи для сортування золота чи інших мінералів, а залишкові ґрунтові матеріали залишаються у териконах. Риття котлованів і каналів призводить до того, що вздовж борту каналу або канами залишають терикони.

Терикони також можуть стосуватися териконів сміття, які утворилися в результаті видалення надлишкових поверхневих матеріалів. Наприклад, поряд із тваринницькими територіями утворюються терикони з гною та іншої рідини, яка періодично видаляється з поверхні тваринницьких територій.

**Екологічний вплив терикону** - терикони іноді збільшувалися до мільйонів тонн і, будучи покинутими, залишаються величезними купами сьогодні. Вони затримують сонячне тепло, ускладнюючи (хоча не неможливим) укорінення рослинності; це сприяє ерозії та створює небезпечні, нестабільні схили. Існуючі методи озеленення територій включають використання геотекстилю для контролю ерозії, коли ділянка знову забрудниться, а проста рослинність, наприклад трава, висівається на схилі.

Палі також створюють дренаж кислотних порід, який забруднює струмки та річки. Проблеми навколишнього середовища включають поверхневий стік мулу та вимивання шкідливих хімічних сполук з териконів, що піддаються вітрюванню. Це спричиняє забруднення ґрунтових вод та інші проблеми [5, 8-12, 18, 28-32].

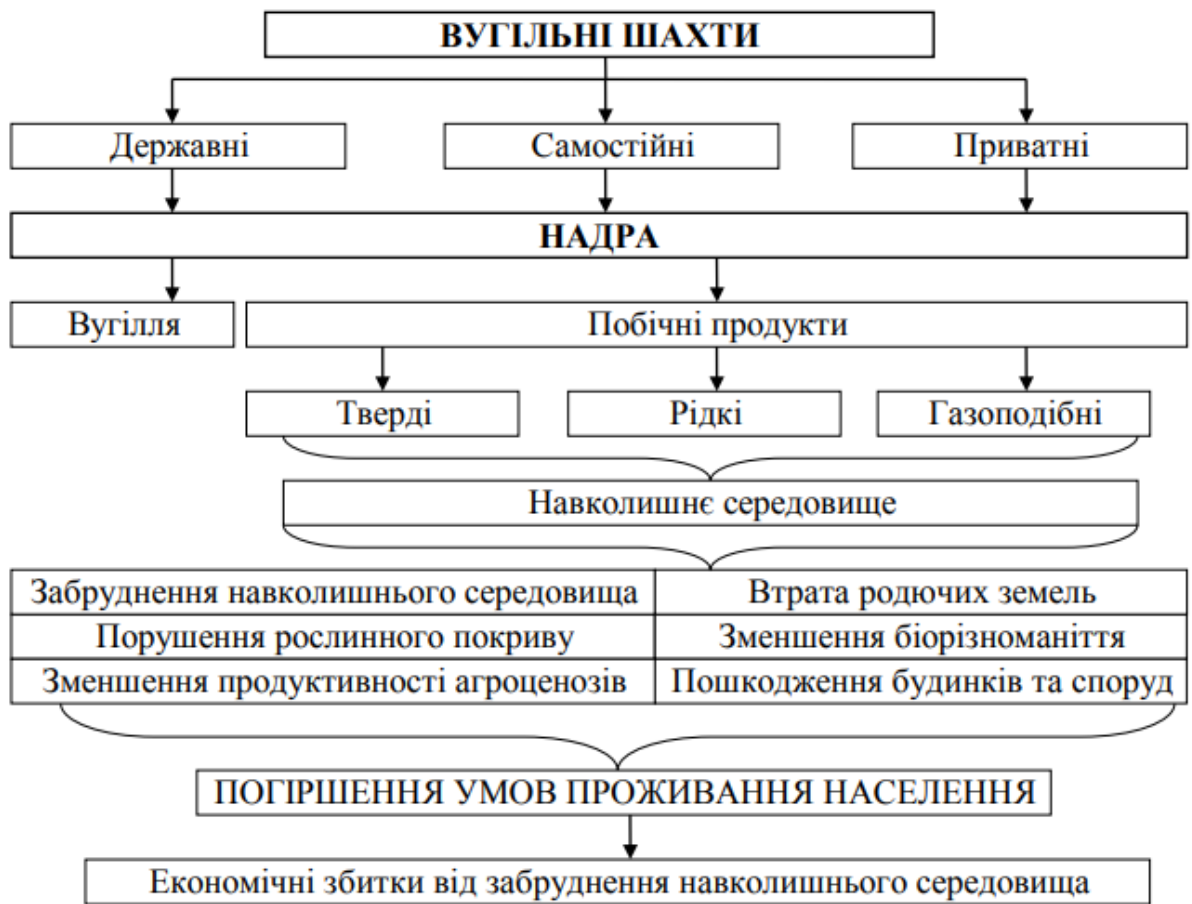


Рис. 1.1 Узагальнена схема впливу вугільних підприємств на навколишнє природне середовище [21]

У Сполучених Штатах чинні державні та федеральні правила видобутку вимагають, щоб земляні матеріали з розкопок видалялися таким чином, щоб їх можна було замінити після припинення гірничих робіт у процесі, який називається рекультивацією шахт, під наглядом гірничих корпорацій. Для цього потрібні достатні резерви грошових облігацій, щоб гарантувати завершення процесу рекультивації, коли видобуток збитковий або припиняється [1-5, 33-35].

Підземне горіння териконів - у деяких відходах відходів, отриманих у таких галузях промисловості, як видобуток вугілля або горючих сланців, може міститися відносно висока частка вуглеводнів або вугільного пилу. Може виникнути підземне самозаймання, яке супроводжується поверхневими пожежами. У деяких вугледобувних районах такі пожежі вважалися нормальним явищем і не робили жодних спроб їх загасити [5-10, 36].

Такі пожежі можуть виникати після повільного горіння залишкових вуглеводнів. Їх згасання може вимагати комплексу заходів, що може виявитися неможливим з технічних і фінансових причин. Розбрикування, як правило, неефективне, а впорскування води під тиском непродуктивне, оскільки вона переносить кисень, створюючи ризик вибуху.

Слабкі наслідки цих пожеж для навколишнього середовища та здоров'я населення зазвичай призводять до очікування їх природного згасання, що може тривати кілька десятиліть.

Зсуви на териконах - проблема зсувів у териконах териконів була вперше привернута до уваги громадськості в жовтні 1966 року в англomовному світі, коли підвалина териконів в Аберфані в Уельсі порушилася, вбивши 144 людини, 116 з яких діти. Вершина був побудований на пружині, що збільшувало його нестабільність, а його висота перевищувала нормативи. Вода від сильного дощу накопичувалася всередині вершини, послаблюючи конструкцію, доки вона раптово не впала на школу внизу [20-25].

Про ширшу проблему стабільності було відомо ще до катастрофи на Аберфані; наприклад, це обговорювалося в статті професора Джорджа Нокса в 1927 році, але мало серйозно розглядалося професійними інженерами та геологами — навіть тими, хто безпосередньо займався видобутком корисних копалин. Крім того, катастрофа в Аберфані не була першим зсувом, який мав наслідки: наприклад, у 1995 році два послідовних зсуви вбили 73 людини в Сасебо, Нагасаки в Японії.

У лютому 2013 року зсув ґрунту спричинив тимчасове закриття залізничної лінії Сканторп — Донкастер в Англії. Зсуви рідко трапляються в територіях породи після осідання, а ріст рослинності діє для стабілізації породи. Однак, коли сильний дощ падає на терикони, які горять, інфільтрована вода перетворюється на пару; підвищення тиску, що може призвести до зсуву. У Герсталі, Бельгія, у квітні 1999 року зсув ґрунту на смітник Petite Waspire перекрив вулицю на багато років.

### ***Повторне використання териконів***

Існує кілька методів повторного використання вершин, які зазвичай включають або геотехніку, або переробку. Найчастіше старі терикони частково відновлюють, щоб створити цінні зелені насадження, оскільки вони непридатні для будівельних цілей. Якщо вважається, що терикони містять достатню кількість залишкового матеріалу, використовуються різні методи для видалення відходів із майданчика для подальшої обробки.

Найстаріші вугільні відстійники все ще можуть містити достатню кількість вугілля для початку самовільного самозаймання. Це призводить до певної форми осклування сланцю, який потім набуває достатньої механічної міцності, щоб бути використаним у будівництві доріг. Таким чином, деякі можуть мати нове життя, будучи такими експлуатованими; наприклад, сплюснена купа залишків з місця 11/19 Лоос-ен-Гоелле. І навпаки, інші старанно зберігаються завдяки їхньому екологічному багатству. З плином часу вони колонізуються різноманітною флорою та фауною, іноді чужою для регіону. Ця різноманітність супроводжується розробкою корисних копалин. У Південному Уельсі деякі терикони охороняються як місця особливого наукового інтересу, оскільки вони забезпечують унікальне середовище існування для 57 видів лишайників, деякі з яких знаходяться під загрозою через обмежене середовище, що розвивається, і розвиток рослинності.

Наприклад, через те, що шахтарі кидали серцевини яблук і груш у вагони, терикони заселялися фруктовими деревами. Можна навіть спостерігати розповсюдження кислиці (французький щавель – *Rumex scutatus*), насіння якого переносилося в тріщини соснових брусів, що використовуються в шахтах. Крім того, через свій темний колір південна сторона терикону значно тепліша, ніж його оточення, що сприяє різноманітній екології району. Таким чином, територія Пінчонвальєс в Авіоні містить 522 різні сорти вищих рослин. Там гніздяться близько шістдесяти видів птахів.

Деякі з них використовуються для вирощування виноградної лози, як, наприклад, у випадку з териконом № 7 вугледобувного регіону Марімонт-Баску

поблизу Шапель-ле-Ерлемон (провінція Ено). Він виробляє близько 3000 літрів вина щороку з виноградників на своїх схилах.

Деякі вершини використовуються для різних видів спорту. Схили гірських териконів 11/19 у Лоос-ен-Гоель або, знову ж таки, у Но-ле-Міні, використовуються для зимових видів спорту, наприклад, лиж і санного спорту. На краю терикону була побудована траса. У Бельгії у 2005 році було відкрито довгу пішохідну доріжку вздовж териконів (GR-412, Sentier des terrils). Вона веде від Берніссарта в західній частині Ено до Бленї в провінції Льєж.

У Сполучених Штатах гірничодобувним компаніям заборонено залишати покинуті терикони після того, як у 1977 році було прийнято Закон про контроль і рекультивацію гірничих робіт на поверхні. Гібридний енергетичний центр міста Вірджинія використовує вугільну глину як джерело палива для виробництва енергії.

Одна з найвищих, принаймні в Західній Європі, знаходиться в Луз-ан-Гоель в колишньому шахтарському районі Па-де-Кале, Франція. Він складається з п'яти конусів, два з яких досягають 180 метрів (590 футів), перевершуючи найвищу вершину Фландрії, Мон-Кассель. Одним із регіонів Європи, який найбільше «засмічений» (гірськими) териконами, є Донбас в Україні, особливо навколо міста Донецька, яке лише може похвалитися приблизно 130 з них. За форму їх українською мовою називають териконами (грунтові конуси, в однині: терикон).

У Герінгені, Гессен, Німеччина, є відома в народі «гора Калі», утворена з відходів калійних копалень і височіє приблизно на 200 метрів над навколишньою місцевістю. «La Muntanya de Sal» (Соляна гора), ще один терикон калійної шахти, лежить у Кардоні, Каталонія, на висоті приблизно 120 метрів. Більшою та вищою є купа «El runam del Cogulló» (Курча звалищ Ель-Когулло), також відома як «El runam de la democràcia» (Курча шлаку демократії) або «Montsalat» (Солена гора хлопчика), у Салленті, який уже став вищим за невелику гору, на честь якої був названий (El Cogulló, 474 м н.р.м.) [15-22].

## **РОЗДІЛ 2.**

### **ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА РОБОТИ**

#### **2.1. Програма робіт**

При реалізації мети розроблено завдання досліджень:

- літературний огляд з проблем розвитку та функціонування териконів вугільних шахт;
- розроблення програми та методики робіт;
- вивчити природно-кліматичні умови району досліджень
- вивчити екологічні проблеми териконів червоноградського гірничо-промислового району;
- провести оцінку впливу териконів вугільних шахт червоноградського гірничо-промислового району на екологічний стан довкілля;
- підібрати прийоми збереження, регулювання та відновлення насаджень териконів червоноградського гірничо-промислового району.

#### **2.2. Методика робіт**

Основні характеристики техногенних вугільних об'єктів на території ЧГПР отримано на основі аналізу літературних джерел, даних держстатистики, Мінекології, Державного інформаційного геологічного фонду України, даних ДП «Львіввугілля», доповідей про стан навколишнього середовища, екологічного паспорту Львівської області та власних досліджень.

Методика робіт, що передбачає виконання поставлених завдань :

- літературний огляд проводиться на основі аналізу літературних джерел, список яких наведено ;
- розроблення програми та завдань і підбір методики робіт виконано в результаті аналізу літературних джерел;
- вивчення екологічних проблем териконів Червоноградського гірничо-промислового району виконано на основі аналізу відкритих джерел;

- оцінка впливу териконів вугільних шахт Червоноградського гірничо-промислового району на екологічний стан розвитку спонтанної дендрофлори виконано методами фітоценотичного моніторингу;
- підбір прийомів збереження, регулювання та відновлення насаджень на териконах Червоноградського гірничо-промислового району проведено на основі пророблення літературних джерел.

### **2.3. Об'єми виконаних робіт**

При виконанні бакалаврської роботи проведено такий обсяг робіт:

- проведено літературний пошук з теми бакалаврської роботи ;
- розроблено програму та завдання і підібрано методики робіт;
- вивчено екологічні проблеми териконів Червоноградського гірничо-промислового району;
- проведено оцінку впливу териконів вугільних шахт Червоноградського гірничо-промислового району на екологічний стан розвитку спонтанної дендрофлори;
- підібрано прийоми збереження, регулювання та відновлення насаджень на териконах Червоноградського гірничо-промислового району.



### **РОЗДІЛ 3.**

## **ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕРИТОРІЇ**

В Україні виділяють основні два вугільних басейни: Донецький і Львівсько-Волинський. У межах Львівської та Волинської областей та Люблінського воєводства Польщі виділено Львівсько-Волинський вугільний басейн, який охоплює територію площею біля 10 тис. км<sup>2</sup>. Його балансові вугільні запаси сягають близько 970 млн. тон. А промислове значення мають вугільні пласти потужністю понад 0,6 м, які залягають на глибині від 315-535 м.

У Західноукраїнському гірничодобувному виробничому комплексі добувають вугілля більше 60 років. Териконів гірських порід, що сформовані при видобуванні вугілля, на Львівщині нагромаджено понад 100 млн. м<sup>3</sup> та розташовані на площах понад 270 га. Масштабні видобутки вугілля призвели до утворення великих підземних порожнин, нагромадження териконів, хвостосховищ тощо. Це зумовлює негативні техногенні зміни в навколишньому середовищі [20-22]. Львівсько-Волинський вугільний басейн є одним з найбільше техногенно-навантажених районів.

### **3.1 Місцезрештування**

Географічні межі Львівсько-Волинського вугільного басейну по Україні проходять по населених пунктах: Устилуг – Володимир-Волинський – Городок – Радехів – Буськ – Львів – Рава-Руська [2]. В цих умовах сформовано три вугленосні райони: Нововолинський (Володимир-Волинський, Нововолинськ, Устилуг), Південно-Західний (Львів, Жовква) та Червоноградський (Червоноград, Сокаль, Соснівка). У Червоноградському гірничопромисловому районі міститься від 70 до 90% балансових запасів вугілля Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. Розташований Червоноградський гірничо-промисловий район у центральній частині Львівсько-Волинського вугільного басейну.

На рис. 3.1 та 3.2 подано розташування териконів Червоноградського району Львівської області та тип рекультивації, який на них ведеться [34-35].

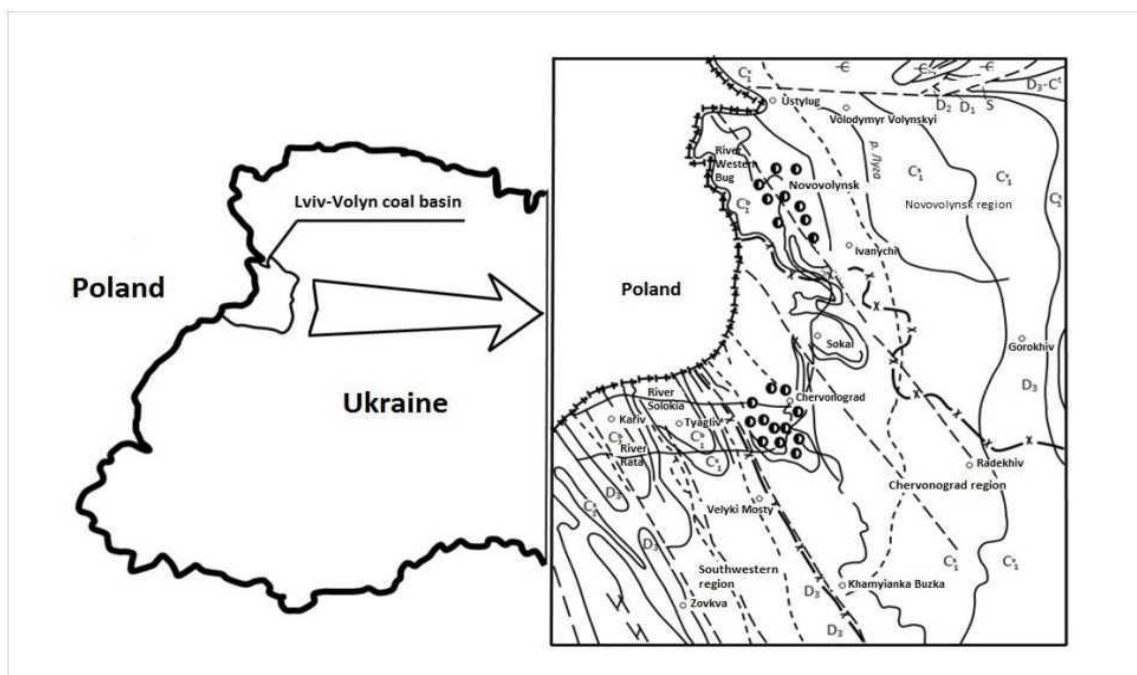


Рис. 3.1 Схема розташування Львівсько-Волинського вугільного басейну



Рис. 3.2. Розташування териконів шахт Червоноградського ГПР:

- 1 – ш. Степова, 2 – ш. Червоноградська, 3 – ш. Лісова, 4 – ш. Відродження, 5 – ш. Великомоствська, 6 – ш. Межирічанська, 7 – ш. Бендюзька, 8 – ш. Зарічна, 9 – ш. Візейська, 10 – ЦЗФ, 11 – ш. Надія, 12 – ш. Великомоствська № 5.

### 3.2 Природно-кліматичні та техногенні умови району

Територія Червоноградського гірничопромислового району належить до Рава-Русько-Радехівсько-Бродівського геоботанічного району Малополісь-кого округу.

Клімат атлантико-континентальний, який характеризується значною кількістю опадів, м'якими зимами з частими відлигами і нестійким сніговим покривом, помірно-теплим літом, без стійких посух і суховіїв. Клімат Волинської височини помірно-континентальний, близький до клімату Західного та Малого Полісся. Середньорічна температура  $+7,4^{\circ}\text{C}$ ; мінімальна температура близько  $-34^{\circ}\text{C}$ , максимальна досягає  $+36^{\circ}\text{C}$ . Опадів випадає від 560 до 630 мм на рік. Посушливі роки з кількістю опадів 350 мм бувають раз на 15-20 років. Мале Полісся знаходиться під впливом повітряних мас, що надходять з Атлантичного океану та південно-західної частини Європи. Таке географічне положення сприяло формуванню океанічно-континентального клімату, що характеризується нестійкими погодними умовами, високою відносною вологістю повітря та значною кількістю опадів. Теплових ресурсів достатньо для вирощування багатьох сільськогосподарських культур, оскільки вегетаційний період триває понад 200 днів. Період з активними температурами (більше  $+10^{\circ}\text{C}$ ) триває 150-160 днів. Більше 100 днів на рік мають середньодобову температуру вище  $+15^{\circ}\text{C}$  (період інтенсивної вегетації). Тривалі відлиги зумовлюють довгі зими.

За геоморфологічним поділом територія Червоноградського гірничопромислового району належить до підобласті Поліської акумулятивної рівнини, району внутрішньої акумулятивної рівнини Верхнього Бугу і Стиру, підрайону акумулятивної рівнини Рати. Слабкий ухил місцевості і наявність водонепроникних відкладів крейди сприяють заболочуванню.

*Ґрунтові умови.* Ґрунти Волинської височини родючіші, ніж на Західному Поліссі. Під лісами переважають світло-сірі та темно-сірі лісові ґрунти на лесових суглинках. Чорноземи опідзолені та темно-сірі лісові ґрунти переважно окультурені та використовуються для сільськогосподарського виробництва. На невеликій території під сосновими лісами розташовані дерново-підзолисті

грунти; в долинах і річках, зайнятих вільховими лісами, — лучні ґрунти і низинні торфoviща. Загалом ґрунтово-кліматичні умови сприятливі для вирощування цінних порід – дуба, горіха, ясена та ін.

В районі Малого Полісся переважають дерново-підзолисті, лучні та болотні ґрунти. У ґрунтовому покриві найрозповсюдженішими є дерново-підзолисті піщані ґрунти, які характеризуються малим вмістом гумусу (0,6-1,3%), слабкою насиченістю основами, кислою реакцією (рН 5,33-6,14) та незначною кількістю рухомих поживних речовин. Ці ґрунти часто підстелені на глибині 1,0-1,5 м крейдяним мергелем або суглинками. Ґрунтовий профіль не має чіткої диференціації на горизонти. Гумусовий горизонт неглибокий, не перевищує 15-18 см. Колір його ясно-сірий, за складом пухкий, розсипчастий й безструктурний. Елювіальний горизонт слабо виражений, трапляється у вигляді ясно-жовтого піску з білястими плямами кремнезему. Ілювіальний горизонт теж виражений слабо та представлений зцементованим жовтим піском із червоно-бурими псевдофібрами. Ґрунтоутворні відклади починаються на глибині 85-105 см у вигляді однорідного піску. Верхні шари ґрунту містять мало вологи, яка швидко випаровується.

Дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти виснажені. Вони містять 0,61,3% гумусу, погано забезпечені лабільними елементами живлення ґрунту (азотом — 1,1-6,5, фосфором 0,4-5,5, калієм — 0,3-4,5 мг на 100 г ґрунту). рН ґрунтового розчину слабо-кислий (рН = 4,7-5,4). Загальна кількість увібраних основ 1,0-2,6 мг-екв на 100 г ґрунту, ступінь насичення основами 22,1-38,5%. Гідролітична кислотність низька і становить до 1,5-3,3 мг-екв на 100 г ґрунту, що пов'язано з дуже малою сорбційною здатністю.

*Гідрогеологічні умови.* Досліджувана територія входить до складу Волино-Подільського артезіанського басейну в його північно-західній частині. Тут представлені наступні водоносні горизонти: четвертинні відклади, розсипчасті мергелі сенонського ярусу крейдяної системи, юрські пісковики, візейський і намюрський яруси, вапняки девону. Гідромережа регіону створена річкою Західний Буг та її лівими найбільшими притоками Ратою та Солокією, які перебу-

вають у зоні впливу гірничих підприємств, Центральної збагачувальної фабрики, водонакопичувачів, мулонакопичувачів, хвостосховищ і це все є потенційним джерелом забруднення поверхневих водойм регіону. У результаті вивчення токсичності вод із ставків накопичувачів шахтних вод і ставка-шламовідстійника ЦЗФ та поверхневих вод Червоноградського гірничопромислового району [4-6] встановлено, що токсичність води зі ставків-накопичувачів шахтних вод і ставка-шламовідстійника ЦЗФ характеризується “вищим за середній” рівнем токсичності і є одним із джерел забруднення не лише природних водойм, а й ґрунтів і підземних вод, оскільки роботи з їхньої ізоляції проведені не у повному обсязі. Найбільші притоки річки Західного Бугу – Солокія та Рата. Річка Рата є лівою притокою Західного Бугу. Ці річки перебувають у зоні впливу гірничих підприємств, мають “середній” та “вище середнього” рівні токсичності. Води р. Рати мають “вищий” рівень токсичності, оскільки на них впливає більша кількість гірничих підприємств регіону.

*Геоботанічні умови.* Рослинний покрив на основній площі однорідний за складом лісів, лук і боліт. Тут переважають соснові, дубово-соснові, грабово-дубово-соснові ліси, поширені переважно заплавні луки, менше материкові. Серед заплавних лук переважають справжні різнотравно-злакові луки. Болота займають в основному долини алювіально-недіяльних річок і приток головних річок. Лісистість території Волинської височини малоросла – 15,3%. Лісова рослинність досить різноманітна. Переважають дубові (37%) та соснові (36%) насадження, у тому числі змішані сосново-дубові та дубово-соснові насадження. У дубових лісах зустрічається дуб звичайний, рідше звичайний, який росте зазвичай на підвищених місцях з відслоненнями вапняків. Досить значні площі займають дерева граба, берези та осики (14%), які виникли внаслідок зміни порід у дубових та сосново-дубових лісах. У долинах річок — вільха чорна (8%). Значне місце займають сосна звичайна, дуб звичайний з домішкою берези, липи, клена, граба та ін.

У районі Малого Полісся граб у сосновому лісі та ліщина разом із дубом позитивно впливають на розкладання підстилки, а отже, прискорюють біохід

речовин та мобілізацію потенційних ресурсів поживних речовин для задоволення потреб деревних порід. Грабово-дубово-соснові насадження поширені переважно у свіжих, вологих і вологих комплексних суборах, у межах яких є декілька корінних асоціацій. Дубово-соснові ліси (Querceto-Pineta) складають другий рівень генезису соснових лісів, які формуються на більш родючих ґрунтах суборів (дернових, слабо- та середньопідзолистих піщаних і супіщано-суглинкових). Третім рівнем еволюції соснових лісів є грабово-сосновий фітоценоз (Carpineto-Querceto-Pineta). Вони ростуть на ще більш родючих ґрунтах складних субор [16-21, 27].

### **3.3 Коротка характеристика підприємства**

Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн на тепер займає впровідне місце в економіці України, при цьому він є основною паливно-енергетичною базою на Заході України. В басейні сьогодні працюють 7 шахт. Їх виробнича потужність становить 2,0 млн т вугілля на рік.

Червоноградський геолого-промисловий район є сферою діяльності ДП «Львіввугілля» (табл. 3.1). Окремо слід виділити шахту «Надія» (до 2001 року вона називалась № 9 «Великомостівська»). Її середньорічний видобуток становить 170 тис. т. У Червоноградському геолого-промисловому районі зосереджено 18 териконів, які сформовані 12 шахтами, та терикон відходів Червоноградської Центральної збагачувальної фабрики.

Збільшення видобутку вугілля у Львівсько-Волинському кам'яновугільному басейні сягнув максимуму 1979 р. і тримався на одному рівні декілька років (до 1982 р.), а потім став зменшуватися. Проте тенденція засмічення навколишнього середовища зберігається і при високому, і при зменшеному рівні видобутку.

**Структура державного підприємства «Львіввугілля»  
(ДП «Львіввугілля»)**

Відокремлений підрозділ ДП «Львіввугілля»	Перейменування (2001 року), уведена в експлуатацію	Проектна потужність, тис. тон	Встановлена виробнича потужність на 01.01.2018 р., тис. тон у рік
Шахта «Червоноградська»	№ 2 «Червоноградська», 1971 р.	900	500
Шахта «Степова»	№ 10 «Великомостівська», 1978 р.	2400	500
Шахта «Лісова»	№ 6 «Великомостівська», 1963 р.	600	250
Шахта «Відродження»	№ 4 «Великомостівська», 1961 р.	750	350
Шахта «Межирічанська»	№ 3 «Великомостівська», 1959 р.	750	300
Шахта «Великомостівська»	№ 1 «Великомостівська», 1958 р.	450	300
Шахта «Зарічна»	№ 7 «Великомостівська», 1970 р.	800	працює в режимі водовідливу та провітрювання, передбачено здійснення заходів з ліквідації

Основні екологічні проблеми Червоноградський геолого-промисловий район - це деформація поверхні, яка супроводжується просадками і підтопленням над гірничими виробками; зміна сейсмічності територій, утворення зсуву; забруднення ґрунтів, ґрунтових, поверхневих та підземних вод; забруднення повітря та атмосферних опадів; утворення техногенних ландшафтів, вплив електромагнітних полів; погіршення здоров'я людей. Тривогу викликає можливість повного або часткового зникнення малих водотоків, зникнення старих та утворення нових у місцях просідання поверхні. Річки, у які скидаються забруднені і мінералізовані шахтні води, втрачають здатність водотоків до самоочищення. У зоні аерації відбуваються незворотні зміни вологості, які можуть призвести до повного зникнення деяких видів рослин і тварин.

### 3.4 Характеристика териконів

Розташування шахт і їх площа на території сільських рад Червоноградського району наступна: Острівська сільська рада - розташовані шахти № 1 “ЧГ” – 3,4 га та № 2 “ЧГ” – 25,4 га, разом 28,8 га; Мурованська сільська рада – шахта № 10 “ВМ” – 13,2 га; Ванівська сільська рада – шахта № 10 – 63,8 га; Межирічанська сільська рада: шахти № 1 “ВМ” – 5 га, № 2 “ВМ” – 47,1 га, № 3 “ВМ” – 24,8 га, № 4 “ВМ” – 71,4 га, № 6 “ВМ” – 4,9 га, № 7 “ВМ” – 63,9 га; Сілецька сільська рада: шахти № 4 “ВМ” – 24,8 га, № 5 “ВМ” – 2,2 га, № 6 “ВМ” – 58,0 га, № 7 “ВМ” – 56,3 га, № 8 “ВМ” – 53,1 га, № 9 “ВМ” – 82,0 га, № 10 “ВМ” – 13,0 га; Волсвинська сільська рада: шахти № 2 “ВМ” – 10,3 га, № 5 “ВМ” – 54,7 га, № 7 “ВМ” – 4,1 га, № 9 “ВМ” – 3,5 га. Із відведених земель зайнято під промплощадки 198,1 га, під’їзні дороги – 191 га, терикони шахтних порід – 290 га, інші об’єкти – 293,7 га [4, 9, 35].

Терикон ЦЗФ “Червоноградська” знаходиться на відстані п’яти кілометрів від м. Соснівка. Він відсипався як трапецієподібний і схили першого ярусу мають понад 20 років, пізніше на ньому почали формувати тераси. Вік терикону становить після відсипання приблизно 15-20 років, хоча часткове досипання породи проводиться і надалі. За мінералогічним складом у породі терикону пересічно: аргіліту – 97%, алевроліту 17-28, пісковіку – 2-20%, вугілля – 1-17%. Висота терикону 65 м, площа понад 76 га, при об’ємі більше 12 млн тон, складається із 5 ярусів, які відділяються терасами. Велика площа терикону і наявність схилів з нахилом понад 45% зумовлюють великі об’єми водних стоків – до  $0,118 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік з розрахунку 0,00375 м<sup>3</sup>/с [3, 5], що призводить до забруднення навколишньої території, підземних і поверхневих вод. Колір породних субстратів червоний (перегоріла порода зі зміненими структурно-текстурними особливостями, різноманітних відтінків, що свідчить про складні літологічні та петрографічні перетворення) і чорний (неперегоріла - характерно природний чорно-сірий колір) [34]. На Рис. 3.3-3.4 подано фото процесів водної ерозії на схилі терикону ЦЗФ.





Рис. 3.3. Ерозія схилів терикону Центральної збагачувальної фабрики [21]



Рис. 3.4. Вигляд солей та сірки біля підніжжя терикону Центральної збагачувальної фабрики [21]

Навколо терикону сформована дренажна канава глибиною та шириною до 1 м. Місцями спостерігаються випари солей та сірки (Рис. 3.5).

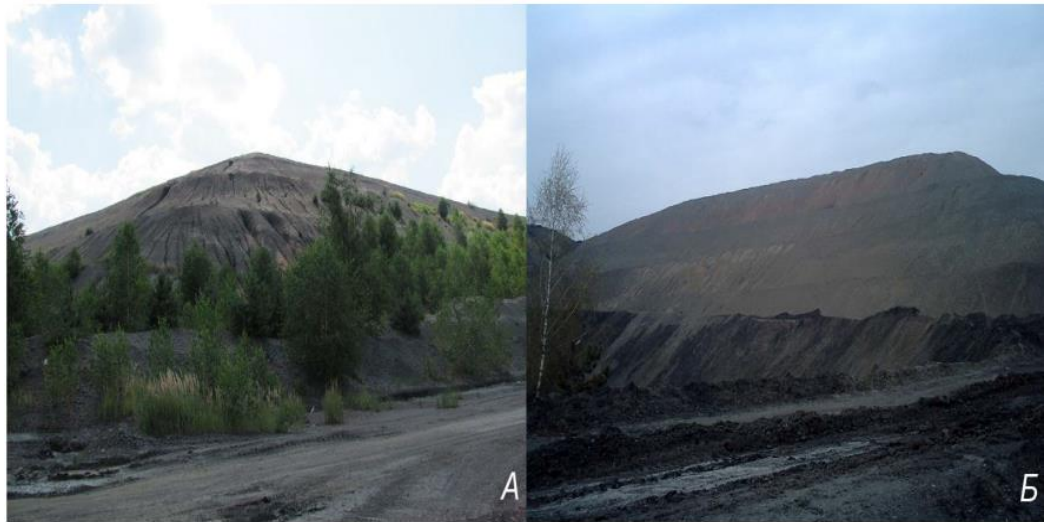


Рис. 3.5. Терикон Центральної збагачувальної фабрики. А) південна експозиція  
Б) північна експозиція [34-35]

Процес природного заростання розпочався із північної експозиції у підніжжі терикону, де на цей час сформувалось рослинне угруповання із берези повислої, осики з домішкою сосни звичайної. Поодинокі трапляється дуб звичайний, у трав'яному ярусі домінантом є куничник наземний (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Плато нового терикону, що формуються між териконами Центральної збагачувальної фабрики і шахти «Візейська» [34-35]

Тераси терикону заростають сосною звичайною і куничника наземного . Поруч терикону формують новий, який з'єднає терикон ЦЗФ та терикон шахти «Візейська» (Рис. 3.7).

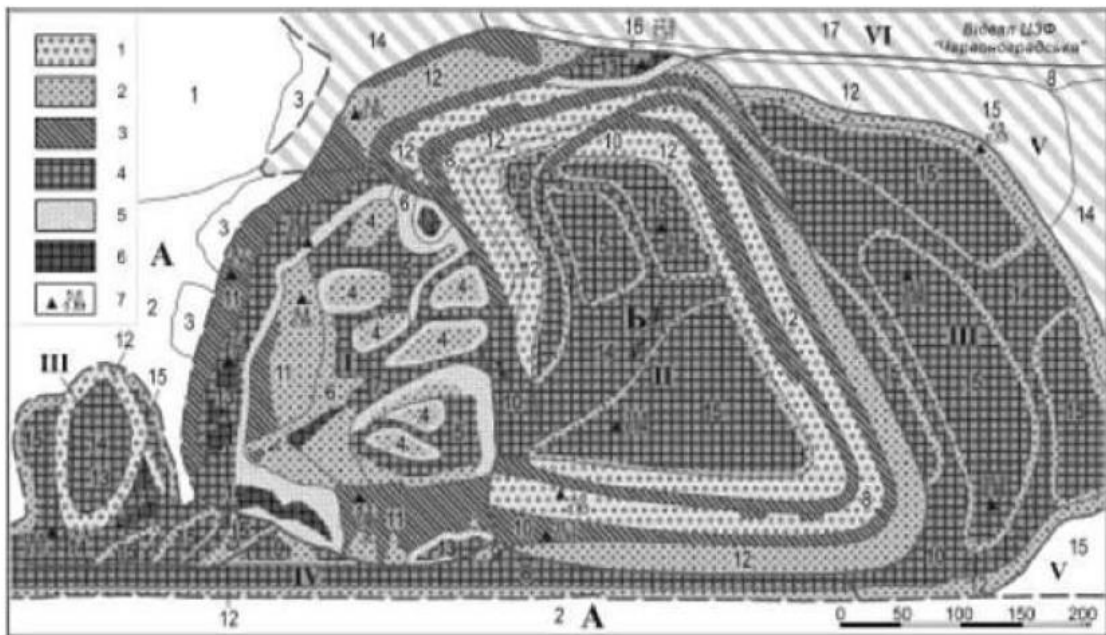


Рис. 3.7. Геохімічне та радіоактивне забруднення терикону шахти «Візейська». Експлікація: Ландшафтно-геохімічні зони (в дужках – відношення суми забруднення по елементах (Co, Cu, As, Ni, Pb, Cr, Zn, Mn) до ГДК): 1 – менше 5; 2 – 5,0-8,0; 3 – 8,1-12,0; 4 – 12,1-16,0; 5 – 16,1-20,0; 6 – більше 20; 7 – геохімічне забруднення у точках дослідження, у чисельнику – відношення геохімічного забруднення до ГДК, у знаменнику – радіоактивне навантаження мЗв/рік [17]

Терикон шахти «Візейська» розміщений поруч із шахтою і териконом ЦЗФ. Геохімічне та радіоактивне забруднення терикону показано на Рис. 3.8.



Рис. 3.8. Самозаймання породи на териконі шахти «Надія» [34]

З двох боків терикон оточений сосновими насадженнями, з інших – дачними ділянками. Терикон відсипаний поруч із спорудами шахти. Експлуатується із 1962 р. Дотепер продовжується насипання породи на вершині терикону. Вік терикону після відсипання елементів мезорельєфу становить 25-30 років. Висота 42 м, площа основи – 12 га [4, 10].

Висота терикону 30 м, площа основи понад 10 га. У 1960 р. почалось його відсипання як конусного, але зараз це агломерація перегорілої та неперегорілої породи досить умовної форми. Вік терикону після завершення відсипання 30-35 років. Із східного боку відбулося насипання породи та з'єднання терикону із териконом ЦЗФ. Дорога, що веде на верхню частину терикону, частково зруйнована та посічена насипами і пониженнями. Пологі схили змінюються стрімкими. Верхня частина, схили і підніжжя мають самозаростання береза повисла, осика, рідше сосною звичайною із домінуванням куничника наземного. Південний схил зазнає лінійної ерозії (жолоби сягають 1,5 м).

На спеченій породі спостерігаються прошарки сірки та вицвіти солей. Верхня частина терикону поділена насипами та заглибинами, у яких є ділянки самозаростання. Бічні поверхні терикону зазнають впливу лінійної ерозії; особливо південний схил. Північно-східний схил в нижній, і частково, у середній частинах має виражених тераси. На схилах, терасах і вершині сформувались трав'яні фітоценози із домінуванням куничника наземного.



## РОЗДІЛ 4.

### ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ТЕРИКОНІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

#### 4.1 Стан териконів

При типологічній класифікації териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну можна проводити структурування девастрованих ландшафтів за ступенем порушення і рівня проведення робіт з рекультивації [20]. Запропонована класифікація териконів у передбачає 8 рівнів ієрархії. За розміром всі терикони поділені на категорії: великі (площею більше 10 га), середні (площею 5-10 га), малі (в межах 0,3-5 га). За формою терикони поділяються на неправильної форми (терикони на шахті "Великомостівська № 2") і правильної форми (рекультивовані терикони). Слід зазначити, що встановлена геометрична форма терикону порушується при вийманні породи для потреби будівництва. На териконах, що мають неправильної форми ще не проводять рекультиваційні роботи (вони є горючі, загасаючі та згаслі). А рекультивовані терикони вже не горять. Залежно від методу відсипання порід на терикон їх поділяють на діючі і не діючі. При цьому вважають, що на діючих териконах не розвинений фітоценотичний покрив внаслідок відсутності умов для його розвитку. Не діючих териконах розвивається природно або ж штучно насадження.

За ступенем порушення поверхні породи внаслідок процесу ерозії та зсувів терикони поділені на два типи. Завершальним етапом поділу териконів є потреба проведення моніторингу довкілля гірничого та добувного регіону.

Схему типологічної класифікації териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну наведено на рис. 4.1 [20-22].

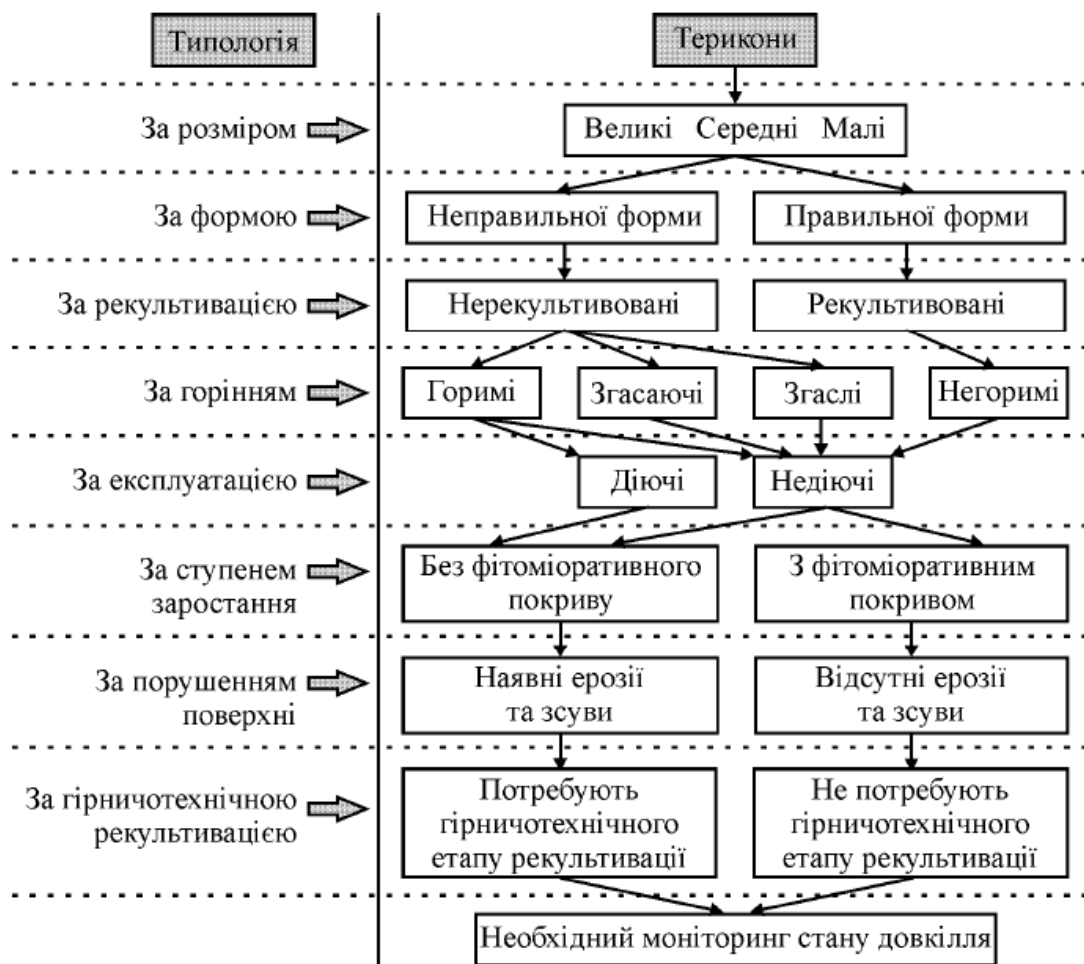


Рис.4.1. Типологія териконів [22]

Червоноградський гірничопромисловий район (ЧГПР) є найбільшим вугільним комплексом у Львівській області. Вугілля видобувають на копальнях ДП «Львіввугілля» та ПАТ копальня «Надія». Серед копалень ЧГПР, які є в роботі, найбільші балансові запаси вугілля станом на 01.01.2019 р. мають «Степова» – 89,7 млн т, та «Червоноградська» – 63,0 млн т. Копальні «Зарічна» (у процесі закриття) та «Надія» (у роботі) майже відпрацювали запаси вугілля (Рис. 4.2, ДНВП «Геоінформ України»).

Збалансові запаси діючих копалень становлять 80,4 млн т. Сумарний видобуток вугілля в ЧГПР становив: 2017 р. – 1,55 млн т, 2018 р. – 1,57 млн т, 1,36 млн т (Міністерство енергетики та захисту довкілля України). На шести копальнях ДП «Львіввугілля» видобувається 90 % вугілля (табл. 4.1), його видобування ПАТ копальня «Надія» скоротилося із 202,5 тис. т – 2017 р. до 101,3 тис. т – 2019 р.

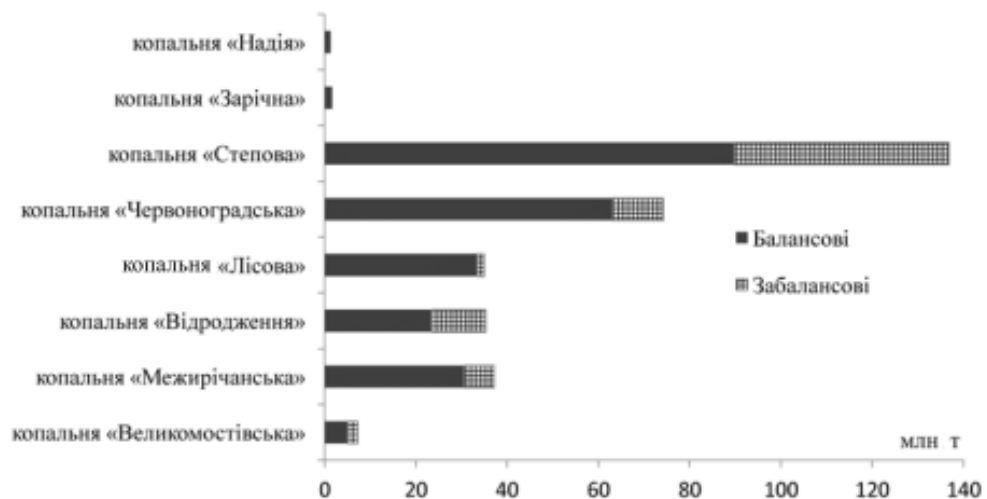


Рис. 4.2. Запаси кам'яного вугілля шахт Червоноградського гірничопромислового району, млн. т [21]

У Червоноградському районі розташовано 12 вугільних шахт ВО «Укрзахідвугілля», якими розробляється 2-3 вугільні пласти, середня потужність яких становить 1 метр, для цього під об'єкти шахт, промплощадок, під'їзних доріг, териконів шахтних порід відведено 659 га земель.

Терикони копалень локалізовані або біля їхніх скіпових стволів, або на незначній відстані від них. На території ЧГПР є 14 териконів копалень: «Червоноградська», «Червоноградська № 1», «Степова», «Лісова», «Відродження», «Великомостівська», «Великомостівська № 3», «Великомостівська № 4», «Зарічна», «Межирічанська», «Візейська», «Надія», «Великомостівська № 6», «Бендюзька» – та терикон ПАТ «Львівська вугільна компанія».

Терикони займають площу – від 9–10 до 29–30 га. Їх висота сягає 62 м за переважних висот 25–40 м. Кут відкосу порід в межах 37–45°, досягаючи в місцях зсувів та ерозії 70–80°. Така крутість схилів зумовлена мінімальним відчуженням орних земель (площ основи) та насипанням порід у вигляді конуса. Загальна площа земельного відводу під терикони становить понад 1 тис. га. У териконах діючих копалень ЧГПР зосереджено понад 20 млн м<sup>3</sup> териконьних порід (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

## Характеристика териконів копалень Червоноградського гірничопромислового району

Назва копальні (роки будівництва)	Проектна потужність копальні, тис т/рік/ Виробнича потужність на 01.01.2018 р.	№ терикона	Роки утворення	Загальна площа відводу/ Площа основи, га	Обсяг породи у териконі, тис. м <sup>3</sup>			Параметри терикона	
					загальний	у тому числі		Форма	Кут нахилу відсипки, грд
						негоріла	Перегоріла		
Великомостівська (1952–1958)	450/300	1	1960–1961	9/1,4	3,6	–	3,6	хребтов	30–60
		2	1960–1979	25/57,8	477,9	–	477,9	конусний	40–42
		3	1979–	9,8/21,5	90,3	90,3	–	плоский	28–36
Бендюзька (1953–1957)	550/–	1	1955–2005	–	332	166	166	конусний	40–42
Межирічанська (1954–1959)	750/300	1	1958–	61,4/28,2	2052	1552	500	плоский	30–35
Відродження (1955–1961)	750/350	1	1961–1962	63/51,9	1100		1100	конусн	50–80
		2	1976–	152/144	2699	2699		плоский	29–32
Лісова (1955–1963)	600/250	1	1956–1979	38/4,6	834		834	конусн	30
		2	1959–1979	35/4,5	600		609	конусн	30
		3	1979–	64,3/5,1	659,5	659,5		плоский	35
Зарічна (1956–1970)	800/–	1	1970–2015	126,1/16,34	3685	2685	1000	плоский	29
Візейська (1955–1960)	800/–	1	1960–2009	210/99,9	3713	1313	2400	плоский	37
Степова (1964–1978)	2400/500	1	1964–	165,4/92,3	3053,4	3053,4		плоский	37
Червоноградська (1956–1971)	900/500	1	1972–	93,6/23,3	4132,1	4132,1		плоский	37



**Породний терикон копальні «Візейська».** В експлуатації з 1960 р., виведена з експлуатації 2009 р. Терикон розташований на відстані 250 м на північний схід від шахти на алювіальних відкладах р. Ратита на позначці 195 м. Площа основи терикона 100 тис. м<sup>2</sup>. Висота – понад 60 м. Кут відкосу порід – від 25 до 47°. Найвні майже вертикальні відкоси, складені горілими породами. Обсяг породи в териконі – 3,7 млн м<sup>3</sup>. Щорічно терикон поповнювали свіжою породою об'ємом приблизно 40 тис. м<sup>3</sup>. Терикон є неоднорідним за будовою, складається з двох взаємопов'язаних частин – західної і східної. Західна частина з переважно горілих порід у формі усіченого конуса, східна – негорілих, сформованих у плоский терикон. Окремі частини терикона з різних за складом, звітрілістю і ступенем горілості породами. На схилах частково рекультивованій насипанням шару піску та суглинків завтовшки 0,5–0,7 м, який заріс травою. Зі східного боку терикон наріс у довжину та з'єднався із териконом ЦЗФ «Червоноградська». Порода терикону уламково-зерниста, здебільшого чорного, червоного та сірого кольорів. Мінеральний компонент відкладів утворений сумішшю метаморфізованих піщаних та глинистих мінералів. Гранулометричний склад приповерхневого шару субстрату представлений переважно брилами та гравієм (до 75% від загальної маси) [18].

**Породний терикон копальні «Зарічна».** Розташований у межах поля копальні. Сформувався упродовж 1970–2015 рр. Висота терикону – 41 м. Загальний обсяг породи у териконі до 3,7 млн м<sup>3</sup>. Складений аргілітами (60–65%), алевролітами (20–25%), пісковиками (10%), вугільними сланцями, кам'яним вугіллям і піритами (до 2%). Порода з кусково-зернистих утворень, розмір уламків 150–200 мм. Частина терикона – горілі породи [16].

**Породний терикон копальні «Червоноградська».** Діючий плоский породний терикон розташований на прилеглий до проммайданчика шахти на відстані 700 м від породного бункера копальні в західному, південно-західному напрямку, не горів, висотою 35 м, площа земельного відводу під терикон – 93,6 га, площа основи – 23,3 тис. м<sup>2</sup>. Порода на терикон доставляється з допомогою стрічкового конвеєра та автомобільним транспортом. Рельєф відсипаної породи

по площі земельного відводу під терикон має складний характер. По східному контуру відводу хребтоподібний терикон сплановано у вигляді зрізаної піраміди, з півдня і заходу прилягають терикони у вигляді зрізаних конусів. Ця частина терикону покрита дерном і подекуди чагарниками. Маса породи у териконах перегоріла. Кут схилів 37–40°. Із заходу прилягає робоча площа плоского терикону, висота відсипки шарів плоского терикону – від 7 до 14 м. Породний терикон копальні «Червоноградська» є найбільшим териконом у ЧГПР: об'єм нагромадженої породи – 4,1 млн м<sup>3</sup>.

**Терикон копальні «Надія».** Розміщений на околиці міста Соснівка на флювіогляціальних пісках, частково на алювіальних відкладах р. Західний Буг, експлуатується з 1962 р. Висота становить 42 м, площа основи – 12 га. З обох боків терикон обмежений деревною рослинністю, з інших – дачні ділянки. На верхній частині наявні насипи, пониження та ділянки самозаростання. Терикон утворюють перегорілі та неперегорілі породи, де на спечених шматках трапляються сірчаноокислі зони. На бічних поверхнях наявна лінійна ерозія. Місцями схили терикона є досить стрімкі та обривисті і утворюють вертикальні стінки. Із південно-східного боку вершини терикону та західної частини відбувається відсипання шахтної породи, унаслідок чого рельєф терикона ще більше ускладнюється. На териконі спостерігаються місця самозаймання, зокрема на вершині. Для попередження більш масштабного поширення горіння терикону на такі ділянки нанесено шар суміші з піску та глини.

**Породний терикон копальні «Межирічанська».** Копальня працює з 1959 р. Приблизно половину запасів вугілля вичерпано. Її виробнича потужність становить 0,3 млн т вугілля в рік. Терикон розташований на відстані 100 м на захід від шахти на відкладах р. Рата. Терикон є штучним нагромадженням порід витягнутої форми в плані і призматичної – у вертикальному перерізі. Площа основи становить 28,2 га, висота 12–28 м. Кут відкосу порід – 30–35°. У териконі нагромаджено 4,1 млн т породи. Річний обсяг закладання породи – 40–50 тис. м<sup>3</sup>. Терикон складається із двох взаємопов'язаних частин – західної і східної. Неоднорідний за будовою. На його поверхні переважають негорілі по-

роди. На схилах частково рекультивованим насипанням піску та суглинків товщиною 0,5–0,7 м, який поріс травною. Породи представлені аргілітами (78%), алевролітами (14%), пісковиками (6%) та вугіллям (2%). Атмосферні опади з терикона потрапляють в річку [9].

У 2018 р. було проведено технічний аналіз породи терикона, щоб встановити, чи придатна вона для термохімічної переробки (табл. 4.2).

Таблиця 4.2.

**Технічний аналіз проб терикона копальні «Межирічанська», % мас.**

Місце відбору проби	Зольність	Леткі	Вологість	Сірка
	A <sup>a</sup>	V <sup>a</sup>	W <sup>a</sup>	S <sup>t</sup> <sub>a</sub>
Безпосередньо з терикона	82,87	11,78	1,68	4,07
На під'їзді до терикону	82,34	11,98	1,91	4,85
Подрібнена порода після конвеєра	80,2	12,59	2,12	1,6

**Породний терикон ЦЗФ «Червоноградська».** Терикон гравітаційних відходів Червоноградської ЦЗФ є найбільшим за площею (76 га) та висотою (понад 60 м), складається із 5 ярусів, які відділяються терасами. Навколо терикону проведено дренажну канаву глибиною та шириною понад 1 м. У ньому заскладовано понад 70 млн т відходів фракції 0,5–150 мм з зольністю 78,4–79,3% і вмістом сірки 3,1%. Гравітаційні відходи – це аргіліти (54–97%), алевроліти (17–28%), пісковики (2,0–20,7%), вугілля (до 17%). Велика площа терикону і наявність схилів з нахилом понад 45% зумовлюють великі об'єми водних стоків, з якими потрапляє в навколишні території ряд токсичних сполук [9-11].

## **4.2 Вплив териконів на компоненти ландшафту**

Під ландшафтом розуміємо сукупність територій, тотожних за геологічною будовою, рельєфом, кліматом, гідрологічних умов, ґрунтового покриву, тваринного та рослинного світу.

### **4.2.1 Забруднення повітря**

На забруднення повітря впливає не лише негативна дія териконів ЧГПР, але й загазованість метаном під час вуглевидобутку (табл. 4.3) [15].

**Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення**

Територія	Роки		
	2017	2018	2019
<i>Викиди забруднюючих речовин – усього, тис. т</i>			
Львівська область	103,106	109,107	106,742
м. Червоноград (включаючи м. Соснівка і смт Гірник)	11,849	13,326	13,958
Сокальський район (окрім м. Червоноград)	23,476	24,005	24,012
<i>у тому числі викиди оксиду вуглецю, тис. т</i>			
Львівська область	6,670	5,394	5,335
м. Червоноград (м. Соснівка і смт Гірник)	0,141	0,104	0,074
Сокальський район (окрім м. Червоноград)	0,290	0,395	0,452
<i>у т. ч. викиди метану, тис. т</i>			
Львівська область	43,185	43,205	48,529
м. Червоноград (м. Соснівка і смт Гірник)	11,310	12,726	13,419
Сокальський район (окрім м. Червоноград)	22,037	22,506	22,224

Головними чинниками забруднення атмосферного повітря в Червоноградському ГПР є стаціонарні джерела - організовані та неорганізовані. Організовані джерела це такі, що обладнані засобами пило- та газозловлювання і мають можливість змінювати технологічні режими роботи для зниження викидів (пристрої пароводяних котлів, котельні шахт, системи збагачувальної фабрики, вуглесушильні установки тощо.). Неорганізовані джерела викидів в атмосферу не завжди підвладні людині при їх контролі. Це терикони, особливо, що горять; відкриті технологічні лінії збагачувальної фабрики; автотранспорт та бульдозерно-грейдерний транспорт, що працюють на териконах тощо.

Викид шкідливих речовин у атмосферне повітря сягає десятки тисячів тон щороку (Рис. 4.3, табл. 4.4-4,5). Провідна роль у структурі забруднювальних речовин належить окислам вуглецю, сірчаному ангідриду, азоту, сажі та пилу. Максимальні вмісти пилу сягають 0,75 мг/м<sup>3</sup>, а сірчаного газу - 0,64-0,7 мг/м<sup>3</sup>. Встановлено, що найбільш забруднене повітря є в межах Червоноградської ЦЗФ. У цих умовах перевищення ГДК важких металів сягає 1,1-2,36 рази (26, 28-32).



Рис. 4.3. Аналіз кількості викидів забруднювальних речовин (у тис. т) в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення для м. Червонограда і Сокальського району [14, 24]

Таблиця 4.4

**Викиди забруднювальних речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря за видом економічної діяльності добувна промисловість (видобування кам'яного вугілля) у Львівській області [15, 24]**

Роки	Кількість підприємств, що мали викиди	Обсяги викидів		Викинуто в середньому підприємством, т	Діоксид вуглецю	
		тис. т	у % до підсумку		тис. т	у % до підсумку
2014	17	39,6	39,5	2329,4	13,1	0,4
2015	13	37,3	36,4	2869,2	12	0,4
2016	12	33,6	43,9	2800,0	14,5	0,4
2017	12	35,5	39,5	2958,3	69,2	1,8
2018	12	35,7	39,8	2975,0	72,8	2,1
2019	12	35,8	40,2	2983,3	76,4	2,3

**Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у розрахунку на одну особу, кг/особа [15]**

Район, місто	Роки						
	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
Сокальський	54,6	36,4	295,7	283,0	260,1	261,6	254,2
м. Червоноград	19,2	35,2	61,7	151,0	164,2	173,0	170,3

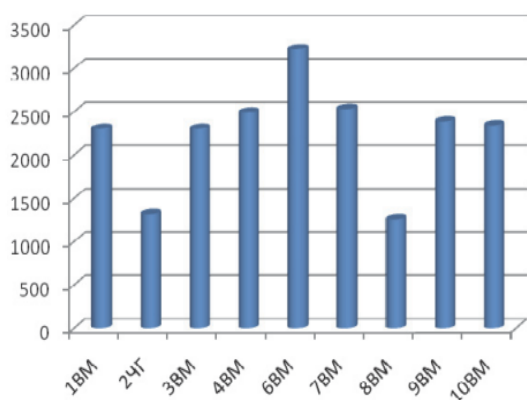
#### 4.2.2 Забруднення водних ресурсів

Проблема охорони водних ресурсів від забруднення неочищеними стічними шахтними водами набуває особливу важливість, так як підприємства вугільної промисловості характеризуються як постачальники великого обсягу запасів шахтних вод. Шахтні води, забруднені механічними та органічними домішками, відрізняються підвищеним вмістом солей, що представляє реальну небезпеку забруднення поверхневих і підземних вод. Більше 80% загального споживання води шахти становить питна вода, яка використовується для осушення гірських виробок, в адміністративно-побутових комбінатах, котельних, компресорних, а незначна частина шахтної води, що видається на поверхню, використовується для технологічних цілей у гірських виробках.

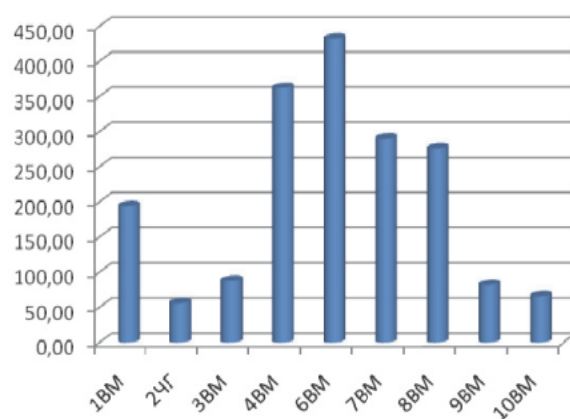
Терикони вугілля містять близько 1% піриту. Їх окислення призводить до утворення сірчаної кислоти і готових розчинних сульфатів заліза. В результаті сульфатні стічні води накопичуються біля підніжжя териконів і породних териконів. Окислення піриту відбувається за такою реакцією:  $2\text{FeS}_2 + 4\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ . Сульфат заліза (II) у присутності вільного кисню перетворюється на сульфат заліза (III):  $4\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 = 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Сульфат заліза (III) гідролізується з утворенням гідроксидів заліза:  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ . Нерозчинні гідроксиди заліза випадають в осад, утворюючи мінерали групи лимоніту, що призводить до зниження водопроникності піщаного шару. Під териконами утворюється сірчана кислота. Проникає в підземні горизонти і поширюється ґрунтовими водами [12-14]. Тривалі скиди сирієї води супроводжуються зниженням здатності до самоочищення річок, на-

копиченням небезпечних сполук у мулі та утворенням небезпечних хімічних речовин.

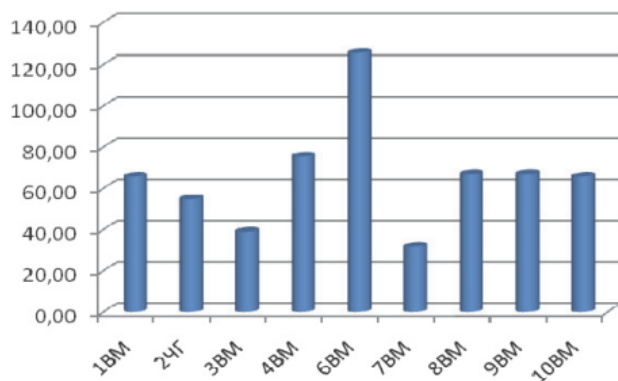
Науковцями [4, 8, 10] наведено результати дослідження хімічного складу шахтних стічних вод Червоноградського гірничопромислового району. Ним встановлено, що у водах усіх шахт вміст деяких компонентів перевищує ГДК згідно з ДСТ 2874-82 “Вода питна”. Зокрема, для  $K^+Na^+$  характерним є перевищення у воді шахти Лісової  $3220 \text{ мг/дм}^3$  (ГДК  $220 \text{ мг/дм}^3$ ). А найменші значення зафіксовано для шахт Візейська ( $1258 \text{ мг/дм}^3$ ) та Червоноградська ( $1315 \text{ мг/дм}^3$ ). У водах решти шахт вміст  $K^+Na^+$  є середнім (Рис.4.4, а).



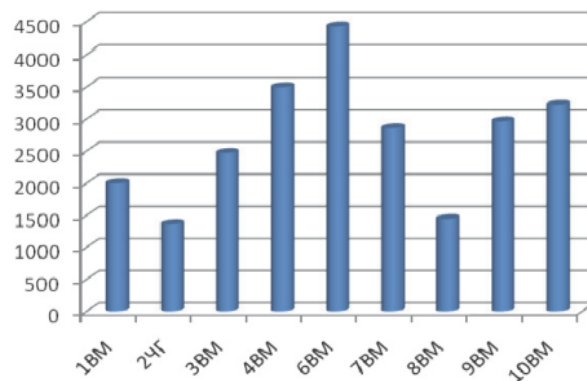
а



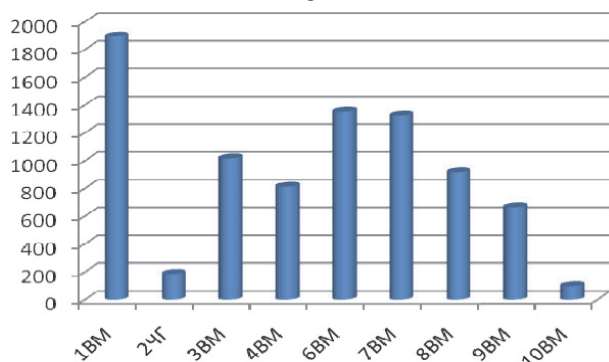
б



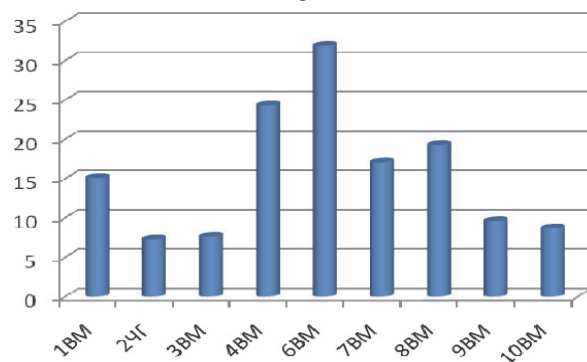
в



г



д



е

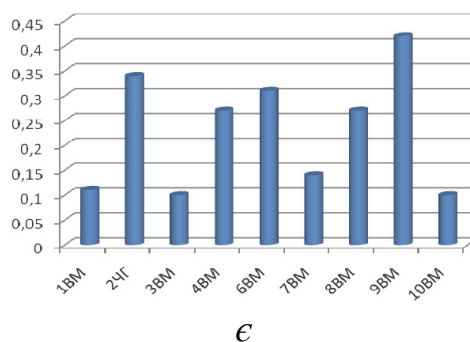


Рис. 4.4. Вміст хімічних елементів у шахтних водах, мг/дм<sup>3</sup>:

*a* – вміст  $K^+Na^+$ ; *б* –  $Ca^{2+}$ ; *в* –  $Mg^{2+}$ ; *г* –  $Cl^-$ ; *д* –  $SO_4^{2-}$ ; *e* – твердість води, мг-екв/дм<sup>3</sup>; *є* – вміст  $Fe_{заг.}$ . Шифри шахт: 1BM – Великомоствівська, 2ЧГ – Червоноградська, 3BM – Межирічанська, 4BM – Відродження, 6BM – Лісова, 7BM – Зарічна, 8BM – Візейська, 9BM – Надія, 10BM – Степова [10]

Перевищення вмісту  $Ca^{2+}$  в шахтних водах (за ГДК 200 мг/дм<sup>3</sup>) характерне для 4-ох шахт: максимальне значення – шахта Лісова (432 мг/дм<sup>3</sup>) та Відродження (362 мг/дм<sup>3</sup>). Незначним перевищення встановлено на шахтах Зарічна і Візейська, на інших вміст кальцію нижчий ГДК (Рис.4.4, б).

Вміст магнію в шахтних водах усіх шахт є нижчим вимог ГДК - 150 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальним є значення  $Mg^{2+}$  для вод шахти Лісова – 125 мг/дм<sup>3</sup> (Рис.4.4, в).

Вміст аніона хлору у водах всіх шахт перевищує значення ГДК (Рис.4.4, г), що сягає 350 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальні значення  $Cl^-$  були зафіксовані у водах шахти Лісова (4420 мг/дм<sup>3</sup>), а мінімальні у водах шахти Червоноградській (1358 мг/дм<sup>3</sup>).

Високі значення наявності сульфат-іона  $SO_4^{2-}$  є характерним для шахт (а ГДК становить 500 мг/дм<sup>3</sup>): Надія – 664 мг/дм<sup>3</sup>; Відродження – 812, Візейська – 916, Межирічанська – 1017, Зарічна – 1327, Лісова – 1354 та Великомоствівська – 1894 мг/дм<sup>3</sup>. У шахтній воді шахти Степова та Червоноградська перевищень значення ГДК не зафіксовано (Рис.4.4, д).

Відомо, що наявність у воді солей кальцію й магнію зумовлює її твердість. У разі значної кількості цих солей вода не придатна для багатьох технічних цілей. На всіх досліджуваних шахтах твердість шахтних вод перевищує значення ГДК (7 мг-екв/дм<sup>3</sup>). Більші значення зареєстровано на таких шахтах, мг-екв/дм<sup>3</sup>:



Лісова – 31,9, Відродження – 24,3, Візейська – 19,3, Зарічна – 17,1, Великомоствська – 15,1. На інших шахтах значення твердості шахтних вод близьке до ГДК (Рис.4.4, е).

Щодо заліза  $Fe_{заг}$ , то незначне перевищення вмісту характерне для трьох шахт (Рис.4.4, е): Лісова – 0,31 мг/дм<sup>3</sup>, Червоноградська – 0,34 та Надія – 0,42 мг/дм<sup>3</sup>. У воді інших шахт вміст заліза є нижчим ГДК- 0,3 мг/дм<sup>3</sup>.

Встановлено, що у шахтній воді усіх шахт вміст  $NO^{2-}$ ,  $NO^{3-}$  та  $NH^{4+}$  не перевищує показників ГДК (відповідно, 3, 45 та 1 мг/дм<sup>3</sup>).

Джерелами надходжень досліджуваних елементів у шахтні води є геологічні природні утвори (гірські породи, мінерали тощо). Безпосередньо в зоні водообміну певний вплив у збагаченні шахтних вод переліченими елементами мають процеси антропогенних забруднень.

Наведені результати дослідження шахтної води відображає їх негативний вплив на навколишнє середовище.

### 4.2.3 Спонтанна рослинність териконів

Вплив териконів на навколишнє середовище спостерігається і у самовідновленні рослинного покриву на териконах. Процеси самозаростання териконів проходять не однаково. Вагому роль у ході природної сукцесії самозаростання териконів відіграє оточення породного терикону. Саме прилеглі території забезпечують насіннєвими зародками територію терикону: з них відбувається перенесення насіння вітром, водою, тваринами (ссавцями, птахами, мурахами), людиною тощо. Наявність на териконах стихійних звалищ сприяє в тому числі і поширенню бур'янових рослин. Місцерозташування схилу відносно експозиції та його крутизни теж визначають розвиток флори.

Природне самозаростання териконів розпочинається з підніжжя. Тут для росту і розвитку є більш сприятливі умови росту ніж на верхніх частинах породних териконів. Зокрема ріст рослин на вершинах терикону помітно сповільнюється у спекотні періоди. Найбільша частка виживання рослин спостерігається

у мікропониженнях, де затримується волога, більший захист від вітрових потоків, а у спекотні дні спостерігається найбільший затінок.

При заселенні схилів більшість рослини надають перевагу мікропідвищенням. Іноді на одному мікропідвищенні спостерігається до сорока півметрових берізок. Особливістю процесів самозаростання є також поселення рослини на схилах та дні ерозійних елементів недіючих териконів.

В ході обстеження виявлено 22 деревні рослини, які природно заселилися на териконах (Табл.4.6).

Таблиця 4.6

**Деревна флора териконів Червоноградського  
гірничо-промислового району**

№ зп	Вид латинь	Вид українська
1	<i>Betula pendula</i> Roth.	Береза повисла, б.бородавчаста
2	<i>Caragana arborescens</i> Lam.	Карагана дерев'яниста
3	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	Вишня пташина, черешня
4	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Глід одноматочковий
5	<i>Frangula alnus</i> Mill.	Крушина ламка
6	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Ясен звичайний
7	<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	Обліпіха звичайна, щець звичайний
8	<i>Lonicera xylosteum</i> L.	Жимолость звичайна, деревнік звичайний, Жимолость пухнаста
9	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Сосна звичайна
10	<i>Populus alba</i> L.	Тополя біла
11	<i>Populus nigra</i> L.	Тополя чорна, осокір
12	<i>Populus tremula</i> L.	Тополя тремтяча, осика
13	<i>Quercus robur</i> L.	Дуб звичайний
14	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Робінія звичайна, біла акація
15	<i>Salix alba</i> L.	Верба біла
16	<i>Salix aurita</i> L.	Верба вушката
17	<i>Salix caprea</i> L.	Верба козяча
18	<i>Sambucus nigra</i> L.	Бузина чорна
19	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Горобина звичайна
20	<i>Swida sanguinea</i> (L.) Opiz	Свидина криваво-червона
21	<i>Tilia cordata</i> Mill.	Липа серцелиста
22	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	В'яз гладкий

#### 4.2.4 Біоекологічна оцінка спонтанної деревної флори

Польові дослідження стану видів деревної флори, їх угруповань та взаємозв'язків між ними на ділянках самозаростання териконів проведено способами флористичних маршрутів.

У спонтанній флорі на досліджуваних ділянках самозаростання териконів панують представники Дводольних, які представлені 21 видом (95,45%), 17 родами (94,44%) та 12 родинами (92,31%). Хвойні представлені 1 (4,55%) видом – Сосна звичайна, 1 (5,56%) родом та 1 (7,69%) родиною.

Таблиця 4.7

#### Таксономічна структура флори на ділянках самозаростання териконів

№ зп	Відділ	Кількість родин		Кількість родів		Кількість видів	
		од.	%	од.	%	од.	%
1	Хвойні	1	7,69	1	5,56	1	4,55
2	Дводольні	12	92,31	17	94,44	21	95,45
	Разом	13	100,00	18	100,00	22	100,00

Спонтанна деревна флора на ділянках самозаростання териконів представлена у більшості деревами - 14 видів, або 63,64% (Табл.4.8, Рис.4.6).

Таблиця 4.8

#### Життєві морфи флори на ділянках самозаростання териконів

№ зп	Тип рослин	Кількість видів	
		шт	%
8	кущ	5	22,73
9	кущ, дерево	3	13,64
10	дерево	14	63,64
	Разом	22	100,00



Рис. 4.6. Типи життєвих форм деревних рослин на ділянках самозаростання териконів

Структура таксонів деревної флори за типом географічного елемента на ділянках самозаростання териконів (Рис. 4,7) вказує на панування євразіатського типу географічного елемента [4-9].



Рис. 4.7. Структура таксонів деревної флори за типом географічного елемента на ділянках самозаростання териконів

Структура трофоморф деревної флори на ділянках самозаростання териконів (Рис. 4.8) вказує на відносно не середні та відносно багаті лісорослинні умови. Рослини репрезентують як бідні (оліготрофи та мезо-оліготрофи – 2 таксони, або 9,09%), середньородючі лісорослинні умови (Оліго-мезотрофи, Мезо-

трофи та Ев-мезотрофи – 14 таксонів, або 63,64%) та відносно багаті умови (Евтрофи, Мега-евтрофи та Мегатрофи – 6 од., або 27,27%) [4-5, 26].



Рис. 4.8. Типи трофоморф деревної флори на ділянках самозаростання териконів

Структура гідроморф деревної флори на ділянках самозаростання териконів (Рис. 4.9) ідентифікує в основному свіжі умови за вологістю. Проте, рослини репрезентують як сухі (мезо-ксерофіти – 1 таксон, або 4,55%), свіжі (ксеро-мезофіти, мезофіти, гігро-мезофіти – 20 таксонів, або 90,91%), вологі (гігрофіти – 1 таксон, або 4,55%) лісорослинні умови [13-14, 28-30].



Рис. 4.9. Типи гідроморф деревної флори на ділянках самозаростання териконів

Структура геліоморф деревної флори на ділянках самозаростання териконів (Рис. 4.10) вказує на відкриті та відносно закриті простори. Рослини репрезентують в основному відкриті (геліофіти – 11 таксонів, або 50,00%), відносно

освітлені (факультативні геліофіти – 10 таксонів, або 45,45%) та відносно затінені (сциофіти – 1 таксон, або 4,55%, це свидина криваво-червона) лісорослинні умови [1-3].



Рис. 4.10. Типи геліоморф деревної флори на ділянках самозаростання териконів

Більшість деревної флори на ділянках самозаростання териконів представлені лісочагарниковим флороценотипом - 19 таксонів, або 83,36% (Рис. 4.11) [1-5].

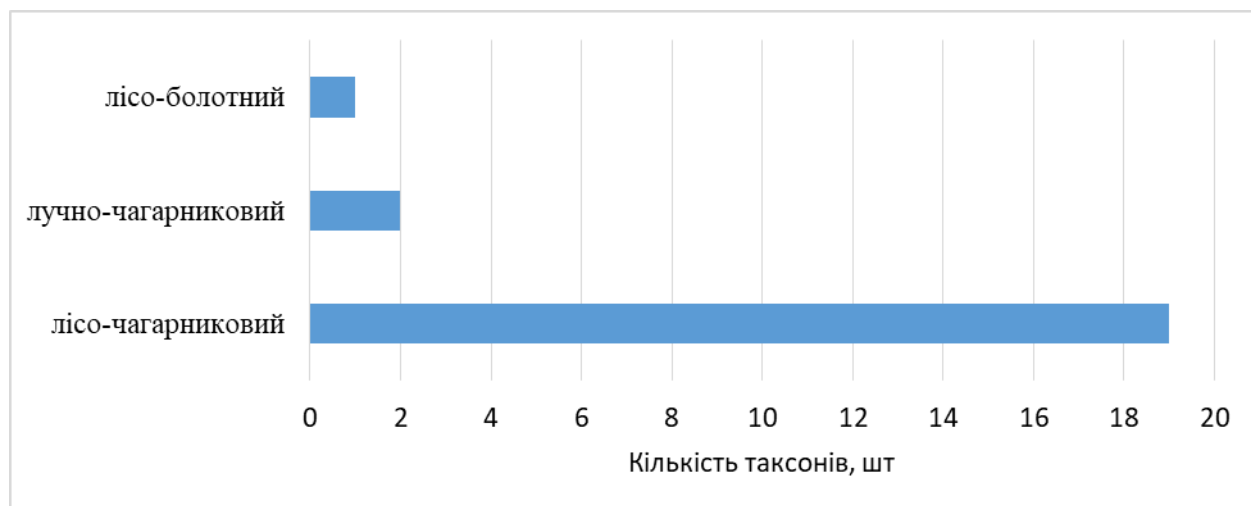


Рис. 4.11. Типи флороценотипів на ділянках самозаростання териконів

Встановлено, що більшість деревної флори на ділянках самозаростання териконів поширює діаспори за допомогою інших пристосувань – аллохорія складає 75,00%. Найбільш поширеними способами діаспор – повітряним, пої-

дання плодів тваринами, інші розмноження тваринами, опадання плодів під власною вагою та розкидання насіння при розтріскуванні стручків плодів (Рис. 4.12.).



Рис. 4.12. Типи поширення насінневих зачатків флорою на ділянках самозаростання териконів

У спонтанній флорі на ділянках самозаростання териконів росте незначна частка привнесених видів – 4 таксонів, або 18,18% представлені адвентами. Зокрема, це - Обліпіха звичайна або щець звичайний, Карагана дерев'яниста, Робінія звичайна або біла акація та Глід одноматочковий (Рис. 4.13.) [3-5, 26, 28-30].

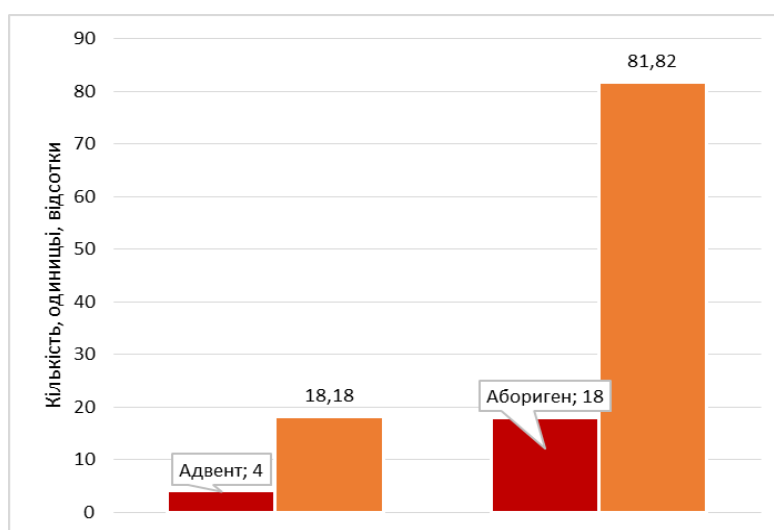


Рис. 4.13. Типи деревної флори на ділянках самозаростання териконів за походженням

Серед деревної флори ділянок самозаростання териконів відсутні деревні рослини, які належить до списку Червоної книги України.

Особливості росту деревної флори териконів Червоноградського гірничо-промислового району наведено в табл. 4.9.

Таблиця 4.9

### Особливості росту деревної флори териконів Червоноградського ГПР

№	Вид деревної флори	Особливості росту деревної флори
<i>Дерева</i>		
1	Береза повисла, <i>Betula pendula</i> Roth.	Біля підніжжя та на пологих схилах сягає висоти 22,0 м і діаметру 30,0 см.
2	Верба біла, <i>Salix alba</i> L.	Найкраще росте біля підніжжя териконів.
3	В'яз гладкий, <i>Ulmus laevis</i> Pall.	Зустрічається рідко.
4	Дуб звичайний, <i>Quercus robur</i> L.	Підріст краще виживає у мікропониженнях та біля підніжжя териконів.
5	Липа дрібнолиста, <i>Tilia cordata</i> Mill.	Зустрічається рідко.
6	Осика, <i>Populus tremula</i> L.	Біля підніжжя териконів сягає 20,0 м висоти.
7	Робінія звичайна, <i>Robinia pseudoacacia</i>	Розмножується насінням і кореневими відприсками.
8	Сосна звичайна, <i>Pinus sylvestris</i> L.	Росте на вершині терикону до 8,0-11,0 м і діаметр 17,0 – 25,0 см, плодоносить.
9	Тополя біла, <i>Populus alba</i> L.	Добре розвивається.
10	Тополя чорна, <i>Populus nigra</i> L.	Добре розвивається і плодоносить.
11	Черешня, <i>Cerasus avium</i>	У підніжжі териконів плодоносить, дає поросль.
12	Ясен звичайний, <i>Fraxinus excelsior</i> L.	У більшості екземплярів розвивається як кущ.
<i>Чагарник</i>		
1	Бузина чорна, <i>Sambucus nigra</i> L.	Росте біля підніжжя териконів, поблизу автодоріг.
2	Верба вушката, <i>Salix aurita</i> L.	Добре росте біля підніжжя на пологих схилах.
3	Верба козяча, <i>Salix caprea</i> L.	Найбільших розмірів (висотою до 4,5 м) сягає біля підніжжя териконів.
4	Глід одноматочковий, <i>Crataegus monogyna</i>	Можна спостерігати на схилах і в підніжжі териконів.
5	Горобина звичайна, <i>Sorbus aucuparia</i> L.	Рослини сягають висоти 0,7 м.
6	Жімолюсть звичайна, <i>Lonicera xylosteum</i> L.	Добре розвивається, плодоносить в середині схилу.
7	Карагана дерев'яниста,	Найкраще почуває себе в середній частині схилів.



№	Вид деревної флори	Особливості росту деревної флори
	<i>Caragana arborescens</i>	
8	Крушина ламка, <i>Frangula alnus</i> Mill.	Зростає на всіх териконах. Плодоносить.
9	Обліпиха звичайна, <i>Hippophae rhamnoides</i>	Біля підніжжя териконів сягає 8,5 м у висоту та діаметрі 15,5 см.
10	Свидина криваво-червона, <i>Swida sanguinea</i>	Росте на більшості териконів.

З двадцяти двох перелічених деревних рослин найкраще почувують себе на териконах Червоноградського гірничо-промислового району береза повисла, осика, сосна звичайна, робінія псевдоакація, верба козяча. Угруповання трав'янистих рослин териконів не мають стійкого видового складу і змінюються в залежності від елементів рельєфу породного терикону.

Інтересним з практичної точки зору та еколого-пізнавальним є аналіз морфометричних показників деревної флори на териконах. Зокрема в табл. 4.10 наведено морфометричні показники деревної флори на трансекті терикону Центральної збагачувальної фабрики.

Таблиця 4.10

**Морфометричні показники деревної флори на трансекті терикону  
Центральної збагачувальної фабрики**

Деревна порода	Висота, см	Діаметр, см	Вік, роки	Листовий опад при основі, см
Сосна звичайна	93,52 ± 5,60	5,74 ± 0,33	5,65 ± 0,67	2,53 ± 0,11
Верба біла	65,33 ± 3,67	2,33 ± 0,83	2,67 ± 0,33	1,33 ± 0,33
Осика	52,29 ± 5,34	3,57 ± 0,43	3,43 ± 0,72	2,00 ± 0,01
Карагана деревовидна	80	4,5	1	0,5
Верба козяча	35	16	6	2

На териконах групи териконів, де не проводили біологічну рекультивацию швидше відбувається заростання деревно-чагарниковою, ніж трав'янистою рослинністю. Найпоширенішими були угруповання з куничника наземного, енотери дворічної, тонконога лучного, Іван-чаю вузьколистого, щавлю пірамідаль-

ного, стенактису однорічного, жовтозілля клейкого, синяка звичайного, червцю багаторічного.

На териконах групи териконів, де проводили біологічну рекультивацію швидше відбувається заростання трав'янистою рослинністю. – угруповання куничника наземного, тонконога лучного, енотери дворічної, грядиці збірної, полину гіркого, полину звичайного, люцерни хмелевидної, стенактису однорічного, костриці червоної, нечуй-вітра волохатенького, конюшини лучної, лядвенцю польового, подорожника ланцетолистого, мати-й-мачухи, очерету звичайного, моркви дикої.

У мікропониженнях найбільшого за розмірами терикону ЦЗФ “Червоноградська” починається заростання куничником наземним, очеретом звичайним, енотерою дворічною, березкою польовою, вербозіллям лучним, деревієм тисячолистим, конюшиною лучною, люцерною хмелевидною, осотом польовим, буркуном лікарським та іншими; спостерігаються осика тремтяча, верба біла, верба козяча, дуб звичайний, сосна звичайна, робінія псевдоакація, береза повисла.

На місці терикону шахти №1 “ЧГ”, де проводилась рекультивація, виявлено більше 50 видів трав'янистих рослин. Інтерес викликає поява чорнощирю звичайного, який за сприятливих умов сягає висоти 3,0 м. Потреба в азоті, ймовірно, буде задоволена, оскільки ділянка використовується для випасу, тому слід очікувати інтенсивного заселення чорнощиром звичайним.

#### **4.2.5 Самозаймання териконів**

Особливістю териконів є їхня здатність до самозаймання. Горіння призводить до радикальної зміни фазового складу гірських порід терикона. За результатами аналізів підтериконної води, виконаних відомчою лабораторією ДП «Львіввугілля», для копальні «Візейська» рН становить до 4,1; вміст сульфатів – до 1018 мг/л, Mn – 5,24 мг/л; для «Межирічанської» рН – до 3,8; вміст сульфатів – до 2100 мг/л, Mn – 9,2 мг/л; для «Великомостівської» вміст сульфатів – до 1461 мг/л, Mn – 4,19 мг/л; для копальні «Відродження» рН – 3,4; вміст сульфатів – до 1018 мг/л, Mn – 5,24 мг/л; для «Великомостівської» вміст сульфатів – до 2100 мг/л, Mn – 9,2 мг/л; для копальні «Відродження» рН – 3,4; вміст сульфатів – до 1461 мг/л, Mn – 4,19 мг/л.

фатів – до 1900 мг/л, Mn – 9 мг/л, алюміній – 1,21 мг/л; для «Лісової» рН становить 3,2; вміст сульфатів – 3300 мг/л, Mn – 9,05 мг/л. Це свідчить про термохімічне вилуговування і самонагрів териконів. Згідно з матеріалами температурних зйомок, встановлено факти самозаймання та самонагріву шахтної породи.

Дослідження вказують, що середня зольність породи недіючих териконів становить 79,95%, а частинок діаметром до 13 мм – 78,22%. Звідси можна зробити висновок, що до самозаймання схильні частинки породи діаметром до 13 мм. Аналіз вмісту сірки в породі недіючих териконів з різним гранулометричним складом виявив, що в частинках породи діаметром до 13 мм вона досить висока (середнє значення 1,06%). Загалом у породі недіючих териконів середній вміст сірки становить 0,94%. Вміст частинок діаметром до 13 мм в породі недіючих териконів становить в середньому 45,36%. Проте у породних териконах шахт «Візейська», «Великомостівська» та «Степова» вміст частинок розміром до 13 мм становить 65-76,8%, що значно вище, ніж на інших вугільних шахтах [7, 35].

Найменший вміст частинок розміром до 13 мм у териконі шахти «Червоноградська» (16,4%). Важливими показниками, що впливають на здатність породи до самозаймання, є вміст вуглевмісної та породної фракцій. Крім того, необхідно розрізняти частинки фракцій породи в залежності від гранулометричного складу. Нерівномірність розмірів частинок породи по-різному впливає на екологічну безпеку навколишнього середовища (Клімкіна, Харитонов і Жуков, 2018). Найбільший вміст вуглевмісних фракцій виявлено у териконах шахт «Візейська», «Червоноградська» та «Степова» (14,72%, 16,74% та 16,9% відповідно). Найменший вміст вуглевмісних фракцій виявлено у териконах шахт «Зарічна» та «Лісова» (2,51% та 2,52%). Середнє значення для всіх териконів становить 8,98%, що вважається досить високим.

У териконах частка породи з щільністю понад 1800 кг/м<sup>3</sup> з розміром частинок 1-13 мм становить 75,96% (середнє), а з розміром частинок до 1 мм – 15,05% (середнє). Найбільший вміст породи (з крупністю 1-13 мм) зосереджений у териконі шахти «Відродження» (90,5%), а найменший – у териконі шахти

«Вісейська» (62,16%). Найбільший вміст породи (частинки до 1 мм) зосереджений у териконі шахти «Великомостівська» (26,39%), а найменший – у териконі шахти «Відродження» (5,9%) [34-35].

Унаслідок виймання пустих порід при проведенні гірничих розробок до породних териконів потрапляє частина вугілля. У відходах вуглевидобутку вміст вугілля коливається від 0 до 10%. Середній склад териконьної маси териконів: аргіліти – 66–75%, алевроліти – 15–25, пісковики – 5–15, вугілля й вуглисті породи – 1–10%. Зольність териконьного вугілля досягає 85–88%, вміст сірки – 2,5–3,0%, вологість – 3–5%. У складі териконів копалень 39% маси порід – перегорілі породи зі зміненими структурно-текстурними особливостями, бурувато-червоного кольору розмаїтих відтінків, що свідчить про складні літологічні і петрографічні перетворення, які відбувалися в процесі термального «метаморфізму». Негорілі породи териконів становлять 61% маси. Для них характерний природний чорно-сірий колір. Здебільшого породи териконів – це породи, які перебували в природному контакті з вугільним пластом, тобто, це породи покрівлі, подошви або внутрішньопластові прошарки, що є зонами найсприятливішої сорбції мікроелементів, де їхнє збагачення досягає двох-трьох і більше фонових рівнів. Важливо також те, що в териконах переважають аргіліти, глиниста складова яких концентрувала в собі в процесі діагенезу та катагенезу такі елементи, як Li, V, B, P, Zn, Pb, Bi, Co та ін. Окрім вугілля, у териконах міститься низка цінних рідкоземельних металів (германій, скандій, галій, ітрій та ін.), вміст яких може перевищувати їхні кларки в земній корі [2-4, 26]. Тому терикони порід вуглевидобутку можна вважати як джерелом енергії, так і цінної мінеральної сировини.

### **4.3 Техногенні небезпеки та заходи забезпечення захисту населення**

Особливістю еколого-економічної оцінки техногенних родовищ є те, що вона має враховувати можливість комплексного використання всіх домішок у породах та їхній вплив на вартість товарної продукції, виробленої із порід терикона; вплив екологічних наслідків утилізації техногенних родовищ; пріоритет-

ність на етапі прийняття рішення про доцільність видобування корисних копалин із порід вугільного терикона.

#### 4.3.1 Шахтні стічні води

Шахтні води стічні та їх домішки є різноманітними. Тому і немає єдиного способу очищення вод, а сам вибір методу очищення вод є ускладненим. Розрізняють методи хімічного, механічного, фізико-хімічного та біологічного очищення стічних шахтних вод.

Для очищення шахтних вод Червоноградського ГПР потрібно застосовувати різні методи очищення стічних шахтних вод:

- добування завислих суспензійних та емульгованих домішок – коагуляцію та флокуляцію, гравітаційне й відцентрове осадження, фільтрування, флотацію, центрифугування (для грубодисперсних часток), електричні методи осадження (для дрібнодисперсних і колоїдних часток);

- очищення від мінеральних (неорганічних) розчинених сполук найефективніший метод – зворотний осмос. Це мова про здатність води проникати крізь напівнепроникну мембрану зі слабого водного розчину солі до концентрованого. В процесі осмосу зворотного вода під проникає від найбільш концентрованого до слабого розчину солей крізь мембрану. Солеві молекули мають більший розмір, ніж молекули води, і тому мембрана їх утримує. Таким чином з води виходять магній, кальцій, залізо та сіль. Цим же шляхом видаляють з води ряд шкідливих хімічних речовин [10].

- очищення методом біоплато – штучно створена системи очищення підтериконових стічних вод териконів вугільних шахт. Полягає в тому, що при проходженні стічних вод через шари завантаження відбуваються процеси фільтрування, осадження, адсорбції, поглинання забруднювачів водними рослинами. Для проектування біоплато біля підніжжя породних териконів вугільних шахт науковці [6, 8] пропонують довжину біоплато (510 м.), яка використовується за відстійним типом, ширина каналу біоплато 30 м. Об'єм біоплато скла-

дає:  $W = 30 \cdot 510 \cdot 0,55 = 8415 \text{ м}^3$ . Тривалість очищення вод в біоплато сягає 1,5 доби. Конструювання біоплато здійснюється з урахуванням природних ландшафтів та доступної ділянки землі розміром 60x400 м. Ширину коридору-каналу приймають згідно розрахунків – 30 м, довжину каналу в окоридорі – 60 м. Кількість коридорів – 9 шт. (рис. 4.4.). Автор при проектуванні біоплато пропонує висаджувати очерет звичайний, рогіз вузьколистий та айр звичайний, які володіють здатністю видаляти із підтериконових стічних вод забруднюючі речовини – важкі метали, кальцій, калій, марганець, магній, феноли, сірку, сульфати. Дно біоплато виконують з глини або піску. По дну проводиться висаджування вищих біля водних рослин. Для запобігання замулювання і процесів гниття відмираючих рослин у вузьких місцях, що утворюються в результаті формування валів, рослини не висаджувати. В останньому коридорі для утворення відстійної зони перед постфільтрацією не висаджувати вищі рослини. Це є цільовим рішенням ефективної очистки шахтних вод [6-10, 21].



Рис. 4.4. Облаштування біоплато

Шахтна вода кожного водовідливного комплексу має певний хімічний склад. Запропоновані схеми очищення шахтних вод передбачають у підсумку

отримати воду, якість якої відповідатиме якості технічної води, що дає змогу використати її повторно.

#### **4.3.2 Композитні ґрунти**

Створення композитних ґрунтів, шляхом поєднання шахтної породи і мулистий маси, має низку позитивних наслідків. Серед виділяють ефекти:

- екологічний - зменшення негативного впливу на навколишнє середовище породних териконів, шляхом зниження їх кількості, покращення стану водних ресурсів України, за рахунок очистки водойм;
- економічний - підвищення цінності ґрунтів та зменшення їх ерозійного порушення, можливість реалізації композитних ґрунтів;
- соціальний – поява додаткових робочих місць.

Композитні ґрунти за характеристиками позитивно впливають в сьогодення і допомагатимуть вирішити низку проблем та стануть кроком назустріч розвитку цивілізації. В Україні створення композитних ґрунтів є важливим кроком при підтриманні концепції сталого розвитку.

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

## 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 м<sup>3</sup> 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. Трофоморфи 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., Шкреметко 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](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.