

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології  
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Зав. кафедрою екології

доц. \_\_\_\_\_ Вікторія КАЦЕВИЧ

« \_\_\_\_\_ » грудня 2025р.

**Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «магістр»  
на тему: «Вплив геохімічного забруднення на стан рослинності Лівобережних  
відвалів Південного гірничо-збагачувального комбінату (м. Кривий Ріг)»

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу, групи  
МгЕ-1-24 спеціальності  
101 «Екологія»  
\_\_\_\_\_ Володимир СИСА

Керівник \_\_\_\_\_ доцент Наталія ВОРОШИЛОВА

Рецензент \_\_\_\_\_ професор Наталія БІЛОВА

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет:** Водогосподарської інженерії та екології

**Кафедра:** Екології

**Освітньо-професійна програма:** «Екологія»

**Спеціальність:** 101 «Екологія»

**Ступінь вищої освіти:** Магістр

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою екології

\_\_\_\_\_ Вікторія КАЦЕВИЧ

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я**

на підготовку кваліфікаційної роботи

Сисі Володимиру Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Вплив геохімічного забруднення на стан рослинності Лівобережних відвалів Південного гірничо-збагачувального комбінату (м.Кривий Ріг) затверджена наказом по ДДАЕУ від «15» жовтня 2025 р. № 3074

**Науковий керівник:** к.б.н., доцент Ворошилова Н.В.

**2. Термін подання здобувачем роботи:** 16.12.2025 р.

**3. Вихідні дані до роботи:** польові дослідження, екологічний паспорт Дніпропетровської області, статистичні звіти та документи.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):** Вступ. 1 Огляд літератури; 2 Фізико-географічна характеристика району досліджень; 3 Методи дослідження; 4 Результати досліджень та їх обговорення; 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Література.

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):** Рисунків- 8. Таблиць -4. Використаної літератури-30. Розділів – 5. Сторінок –78.

6.Дата видачі завдання: « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літератури за темою досліджень	жовтень- листопад	виконано
2.	Характеристика фізико-географічних умов	листопад	виконано
3.	Методи досліджень	листопад	виконано
4.	Обробка експериментальних досліджень	листопад	виконано
5.	Оформлення дипломної роботи	грудень	виконано

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Володимир СИСА  
(Ім'я та прізвище)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Наталія ВОРОШИЛОВА  
(Ім'я та прізвище)

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається із Вступу, 5 розділів, висновків та переліку посилань. Повний обсяг роботи – 78 сторінок друкованого тексту, включаючи 8 рисунків та 4 таблиці. Перелік посилань містить 30 найменувань.

Мета роботи полягає у виявленні впливу геохімічного забруднення на стан рослинних угруповань, які формуються на Лівобережних відвалах Кривбасу.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі основні задачі:

здійснити цілеспрямований теоретичний пошук з проблеми літофільних угруповань;

визначити основні типи рослинних угруповань, що формуються на Лівобережних відвалах;

провести екоморфічний аналіз рослинності дослідних ділянок.

Об'єкт дослідження – рослинні угруповання на Лівобережних відвалах Південного гірничозбагачувального комбінату Кривбасу.

Предметом дослідження є особливості та розвиток літофільної рослинності на Лівобережних відвалах під впливом геохімічного забруднення.

При виконанні дипломної роботи використовувалися польові геоботанічні дослідження і визначення, аналітичні і статистичні методи.

Ключові слова: ЛІТОФІЛЬНІ РОСЛИННІ УГРУПОВАННЯ, ЕКОМОРФІЧНИЙ АНАЛІЗ, ГЕОХІМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	9
1.1 Особливості кар’єрно-відвальних урочищ та їх вплив на довкілля	11
1.2. Роль рослинних угруповань в техногенних екотопах	18
1.3. Літофільні сукцесії на скельних відвалах та підходи до фіторекультивациї в умовах степової зони	21
РОЗДІЛ 2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ	25
2.1. Геоморфологія	26
2.2 Кліматичні умови	28
2.3 Гідрологія	30
2.4 Ґрунти	32
2.5 Біорізноманіття	33
РОЗДІЛ 3 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	41
3.1. Методологія	41
3.2. Методика опису рослинного покриву	43
3.3 Методика екоморфічного аналізу рослинності	45
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	48
4.1 Рослинність Лівобережних відвалів Південного гірничозбагачувального комбінату	49
4.2 Екоморфічний аналіз рослинності Лівобережних відвалів Кривбасу	59

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	64
5.1. Структура управління охороною праці на підприємстві, обов'язки роботодавця	64
5.2. Електробезпека та основні заходи профілактики електротравматизму	65
5.2.1. Основні причини електротравматизму	66
5.2.2. Основні технічні засоби захисту від електротравматизму	67
5.3. Охорона праці при роботі з електронно-обчислювальними машинами	68
5.4. Основні заходи пожежної безпеки на підприємстві	69
5.5 Техніка безпеки та організація роботи підприємства в умовах воєнного стану	70
ВИСНОВКИ	73
ЛІТЕРАТУРА	75

## ВСТУП

У сучасних умовах інтенсивного техногенного навантаження, що супроводжується порушенням природних компонентів довкілля, інженерно-технологічною перебудовою рельєфу та деградацією ґрунтово-рослинного покриву, особливої ваги набувають дослідження, спрямовані на охорону навколишнього середовища та екологічно обґрунтовану оптимізацію ландшафтів для безпечного проживання і діяльності людини. Важливим напрямом таких робіт є наукове обґрунтування заходів фіторекультивациі та фітомеліорації, а також поглиблення уявлень про закономірності екологічних явищ і процесів у трансформованому рослинному покриві [1; 2].

Формування й розвиток рослинності в умовах техногенезу, зокрема її самовідтворення на ділянках із порушеною геоморфологією, зведеними ґрунтами або їх різкою зміною, є складною теоретичною проблемою. Водночас вона має чіткий прикладний вимір: результати досліджень дозволяють визначати принципи та практичні підходи до оптимізаціі техногенно порушених ландшафтів, добирати екологічно доцільні способи стабілізаціі субстратів і планувати природоохоронні заходи з урахуванням реальних умов територій [1; 3].

У районах відкритого видобутку корисних копалин значні площі займають кар'єрно-відвальні урочища, що чинять комплексний негативний вплив на довкілля (пилове навантаження, порушення водного режиму, формування специфічних субстратів, фрагментація природних біотопів). Для Криворізького залізорудного басейну характерні великі масиви техногенно порушених земель, у межах яких особливо актуальними є пошукові та

прикладні дослідження, спрямовані на відновлення екологічної рівноваги та підтримання біорізноманіття степової зони України [3; 4].

Серед відвалів гірничозбагачувальних комбінатів істотну частку становлять об'єкти, складені скельними різноуламковими розкривними породами й бідними рудами, промислова переробка яких є обмеженою або економічно ускладненою. Такі відвали характеризуються контрастними фізико-хімічними властивостями субстратів, слабкою водоутримувальною здатністю та дефіцитом дрібнозему, що суттєво ускладнює як природне заростання, так і реалізацію фіторекультивацийних заходів [3; 5].

Рослинні угруповання, що формуються на скельних субстратах, належать до літофільних. Вивчення літофільної рослинності з позицій прогнозування її природного розвитку та пошуку оптимальних шляхів керованого відновлення є актуальним не лише для Кривбасу, а й для інших промислових районів відкритого видобутку, де на поверхню виносяться значні маси твердих розкривних порід і формуються техногенні екотопи з особливими умовами існування рослин [3; 5].

Актуальність теми зумовлюється невідкладними потребами екологічної оптимізації ландшафтів Криворіжжя, необхідністю наукового обґрунтування фіторекультивациї відвалів та використання потенціалу природно сформованої рослинності на основі польових спостережень. Додатково актуальність підсилюється перспективами зміни структури землекористування в регіоні, зокрема вилучення частини орних земель із агропромислового використання та обґрунтування їх залучення під лісонасадження, пасовища або рекреаційні території [1; 6].

Мета роботи полягає у виявленні особливостей рослинних угруповань, що формуються на Лівобережних відвалах Кривбасу [3].

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі основні завдання:

– здійснити цілеспрямований теоретичний пошук щодо проблеми літофільних угруповань та сукцесійних процесів на техногенних субстратах [1; 5];

– визначити основні типи рослинних угруповань, які формуються на Лівобережних відвалах [3];

– провести екоморфічний аналіз рослинності дослідних ділянок [2; 3].

Об’єкт дослідження – рослинні угруповання на Лівобережних відвалах Південного гірничозбагачувального комбінату Кривбасу [3].

Предмет дослідження – особливості складу та розвитку літофільної рослинності на Лівобережних відвалах [3; 5].

Під час виконання кваліфікаційної роботи використано польові геоботанічні обстеження та визначення видового складу, а також аналітичні й статистичні методи опрацювання матеріалів [2; 6]. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації та прискорення природного заростання скельних відвалів, а також для визначення екологічно доцільних і економічно прийнятних підходів до фіторекультивуації техногенно порушених територій [1; 3].

## РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Розроблення родовищ корисних копалин майже завжди призводить до вилучення великих земельних масивів із господарського використання. У проєктних матеріалах зазвичай закладають повернення таких територій до подальшої експлуатації та гарантування екологічної безпеки через проведення рекультиваційних заходів. Однак результати наукових спостережень і фактичний досвід демонструють, що виконати ці наміри у повному обсязі вдається не завжди: гірничі роботи настільки змінюють рельєф, будову поверхневих відкладів і геохімічні параметри середовища, що відновлення земель під сільськогосподарські потреби стримується фінансовими, технічними, соціальними та природоохоронними обмеженнями [4; 1]. Згідно з наявними даними, у Криворізькому залізорудному регіоні порушено понад 46 тис. га земель, тоді як рекультиваційні роботи охопили лише близько 10 тис. га [4].

Формування пилу на відвалах, у кар'єрах і шламосховищах, порушення гідрогеологічного режиму підземних вод внаслідок діяльності гірничих об'єктів, трансформація поверхневих гідролого-геохімічних потоків та інші супутні процеси спричиняють деградацію природних екосистем і погіршують екологічний стан прилеглих територій [3; 4]. При цьому сучасні щорічні обсяги рекультивації в Кривбасі не перевищують 1% площ, що були порушені гірничими роботами [4]. Окремо варто зазначити, що застосовувані підходи й технології рекультивації не завжди дають очікуваний результат, адже значною мірою їх розробляли для ситуацій порушення земель на горизонтальних

родовищах, тоді як техногенні ландшафти Кривбасу мають інші субстратні та рельєфні характеристики [1; 3].

Катастрофічні наслідки для навколишнього середовища Кривбасу має видобуток залізних руд. Тільки підприємства асоціації «Укррудпром» мають більше 15 тис. га порушених земель, рекультивація здійснена тільки на 1,9 тис га з них. Природні ж процеси самовідновлення екосистем привели до виникнення локальних і невпорядкованих піонерних ґрунтів і рослинних угруповань на більшій частини деградованих територій. Формальне знищення цих спільнот для традиційної рекультивації, чого в даний час вимагають існуючі нормативи, може мати непередбачувані екологічні наслідки. Недоцільно формальне рішення цієї проблеми і з економічної точки зору. Гірничодобувні підприємства в умовах жорсткої конкурентної боротьби сьогодні не можуть нести багатомільйонні витрати на дорогі рекультиваційні роботи [4, 8]. Сучасний власник, інвестор, не дивлячись ні на які зобов'язання, орієнтований на отримання негайних «дивідендів» і не схильний обтяжувати своє життя екологічними проблемами. У зв'язку з цим сьогодні існують тільки дві реальні альтернативи використання порушених земель: або під сховище твердих відходів, або під відновлювальні елементи екологічної мережі. Потенціал вторинних екосистем порушених земель може і повинен служити для охорони біологічного і ландшафтного різноманіття, охорони ґрунтів, водних об'єктів.

На сьогодні у Кривому Розі знаходиться 11 діючих кар'єрів та близько 100 відпрацьованих, загальна площа яких становить 75 км<sup>2</sup>. Глибина кар'єрів, в яких продовжується видобуток залізної руди, становить пересічно 350 м, проєктована сягає до 700 м. [4, 8]. Негативний вплив кар'єрів на навколишнє середовище полягає у зміні гідрологічного режиму, пиловому забрудненні навколишніх територій [5] та порушенні міграції хімічних елементів у ландшафті. Вважається, що негативний вплив поширюється на площу, яка в багато разів перевищує площу самого кар'єру [6]. Тому питання їх рекультивації [7] дуже актуальне.

## 1.1 Особливості кар'єрно-відвальних урочищ та їх вплив на довкілля

Техногенно трансформовані ландшафти, сформовані діяльністю залізорудних кар'єрів, рудників і шахт у межах Кривого Рогу, охоплюють понад 7849 га. Глибина підземних виробок при цьому варіює орієнтовно від 447 до 1200 м. Смуга техногенних ландшафтних комплексів (фактично зона вилучення/відчуження земель) має субмеридіональне простягання майже на 100 км і загалом займає площу понад 300 км<sup>2</sup>. В залежності від головного типу міграції забруднюючих речовин, зміни ландшафтів господарською діяльністю людини та поширення у регіоні вони поділяються на: промислові, селітебні, водогосподарські, лісотехнічні або лісогосподарські. Кар'єрно-відвальні урочища займають великі площі в межах міста і його околиць, а деякі винесені досить далеко за міську межу.

Наслідком видобутку руд з великих глибин є розвиток цілої низки таких процесів, як зсуви, суфозії, зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів, утворення депресивних вирв (лійок), створення підземних порожнин, просідання та провалів земної поверхні, тощо.

Промислові ландшафти відвалів займають на Криворіжжі понад 6 тис.га. В їх межах скупчено понад 2,5 млрд.м<sup>3</sup> гірських порід. Останнім часом щорічно у відвали надходить близько 90 млн.т розкритих порід та бідних залізних руд, тобто 45% загальнорічного видобутку гірничої маси. Великі площі відвальних масивів перекривають цінні орні землі регіону, акумулюють значні об'єми атмосферних опадів, сприяють зародженню пилових бурь, формуванню потужних геохімічних аномалій у ґрунтах і відкладах зони аерації, розвиненню зсувних явищ, забрудненню поверхневих, ґрунтових та підземних вод. Так, з 1 м<sup>2</sup> поверхні відвалу при швидкості вітру 9 м/с здійснюється у приземний шар повітря до 9,9 мг пилу за секунду.

Пиловиділення при екскаваторному способі відвалоутворення коливається від 6,5 до 275 мг/с, бульдозерному – від 9,7 мг/с до 160 мг/с, конвеєрному – від 6816 мг/с до 11760 мг/с. Акумуляція відвалами повітряної вологи впливає на добові коливання вологи у повітрі регіону, є причиною виникнення біля їх підніжжя зон заболочення та джерел з мінералізацією води до 4 г/л. Осадочні властивості пухких лесоподібних суглинків відвалів, відсутність устроїв, регулюючих стік, невірна черговість відсипання порід обумовлюють розвиток зсувів. Загальна площа зсувів відвалів Криворіжжя перевищує 5 км<sup>2</sup>. Наявність лесоподібних суглинків відіграє також значну роль у поширенні явищ підтоплення у Кривбасі. Потужність цих суглинків у деяких місцях сягає 3-4 м, а глибина залягання у переважній більшості не перевищує 1-2 м. Орієнтовні площі підтоплення в межах Північного і Центрального гірничозбагачувальних комбінатів складала відповідно 35 км<sup>2</sup> і 81 км<sup>2</sup>, Південного й Новокриворізького – близько 150 км<sup>2</sup>. Головною причиною порушення режиму підземних вод є осушення залізородних родовищ під час підземної й відкритої їх розробки.

Починаючи з 1991 року, у місті з'явилися локальні провали поверхні. Вони зафіксовані також на деяких вулицях Кривого Рогу. Ретельне вивчення цього явища дозволило зробити висновок, що найбільш вірогідною причиною провалів є обвалення старих вертикальних гірничих виробок, стовбурів і шурфів старих шахт, таких як Дюма, Провансаль, «Змичка», МОДР, ГПУ, «Центральна», № 5, 6, 9, 10 та ін.

Провальні явища стають останнім часом актуальними для південної частини Кривбасу, де широко розвинені вапнякові відклади неогену, що належать до сарматського і понтичного ярусів.

Дуже швидко техніко-економічні переваги відкритого способу розробки викликали не менш разючі екологічні проблеми. Різке зростання обсягів видобутку сировини з надр та незворотне вилучення орних земель викликало стурбованість багатьох вчених, господарників, соціологів.

Стан основних середовищ життя в Кривбасі відзначається значними техногенним забрудненням і порушенням геоморфології, особливо відкритим (кар'єрним) видобутком залізної руди.

Забруднення атмосфери та річок залишається суттєвим. Пило-димові викиди металургійних і гірничозбагачувальних підприємств, цементного заводу та окремих виробництв негативно впливають на рослинність і ґрунти, зокрема на кар'єрно-відвальні урочища, де тривають процеси природного відновлення рослинності та в обмеженому обсязі виконуються рекультиваційні роботи. Загальний обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря м. Кривого Рогу у 2021 році становив близько 226,8 тис. т.

Щорічний скид стічних (зворотних) вод істотно впливає на якість води річок і водосховищ регіону. У 2021 році у поверхневій водній мережі Дніпропетровської області було скинуто 600,386 млн м<sup>3</sup> зворотних вод, із них забруднених — 120,326 млн м<sup>3</sup>, у т. ч. 41,553 млн м<sup>3</sup> — без очистки та 78,783 млн м<sup>3</sup> — недостатньо очищених.

Серед підприємств, що формують значне навантаження на водні об'єкти у Криворізькому регіоні, у зведеній звітності за 2021 рік наведені такі обсяги скиду забруднених зворотних вод: ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат» — 2900,9 тис. м<sup>3</sup> у р. Інгулець; ПрАТ «Центральний ГЗК» — 1390,4 тис. м<sup>3</sup> у р. Інгулець; ПрАТ «Суха балка» — 958,9 тис. м<sup>3</sup> у р. Інгулець; ПАТ «Інгулецький ГЗК» — 106,8 тис. м<sup>3</sup> у р. Інгулець.

Основні джерела та агенти техногенного забруднення всіх середовищ життя (табл. 1.1) є достатньо потужними факторами негативних змін довкілля в Кривбасі, тому оптимізація ландшафту, всі заходи та дослідження в цьому напрямку є актуальними та невідкладними. В плані цієї проблематики лежать наші дослідження, спрямовані на поглиблене вивчення літофільних сукцесій під кутом зору їх фіторекультивації.

Під час перероблення бідних залізних руд основна маса тонкодисперсних відходів збагачення (шлами) спрямовується у

шламосховища, тоді як розкривні породи, що вилучаються при відкритому видобутку, зазвичай формують у вигляді насипних відвалів. Скельні відвали гірничо-збагачувальних комбінатів доцільно розглядати як динамічні сукцесійні системи з дуже строкатою, «плямистою» будовою рельєфу. Саме цю рельєфно-субстратну мозаїку можна деталізувати через виокремлення літоекотопів — ділянок, що відрізняються поєднанням геоморфологічних умов і складу порід.

Материнський субстрат літоекотопів представлений різними типами скельних порід: сланцями, кварцитами у неокисленому й окисленому стані, а також малорудними та безрудними різновидами, кожен з яких має специфічні фізико-хімічні характеристики. У товщах кварцитів і сланців фіксується наявність широкого набору елементів: серед макро- та біофільних компонентів трапляються, зокрема, K, Ca, P, Mg, S, Na, Si, Fe, Mn, Zn, Ba, а серед мікроелементів і важких металів — Ni, Co, Cr, V, Ti, Cu, Mo, Pb, Sn, Zr, а також Ga і Ge. Важливо, що для залізистих кварцитів типовий суттєво нижчий рівень свинцю порівняно зі сланцями (кларки 0,21 і 0,90 відповідно), натомість щодо фосфору спостерігається протилежна закономірність. Низька «рослинна придатність» сланцевих субстратів пов'язана не лише з їхніми загальними властивостями, а й з тим, що в процесі вивітрювання тут можуть формуватися похідні сполук сірки та хлору (іони кислотних залишків), які погіршують умови для укорінення та росту рослин; найбільш виражений негативний ефект у цьому контексті зумовлюють сульфіди.

Таблиця 1.1 - Хімічні елементи, які входять до складу речовин, що забруднюють ґрунти Кривбасу

Хімічний елемент	Виробництво	Спосіб надходження в ґрунт	Токсичність
B (бор)	Виробництво скла, кераміки, побутові стоки (миючі засоби), боровміщуючі добрива, металургія, машинобудування	Стічні води	Токсичний
F (флуор)	Виробництво скла, кераміки, металургія, добрива, деревопереробна, лакофарбова промисловість, отрутохімікати, теплоелектростанції на вугіллі	Викиди у атмосферу, стоки, тверді відходи	Токсичний

Продовження табл. 1.1

Cu (мідь)	Металургія, машинобудування, транспорт, отруто-хімікати, добрива, що містять мідь, гальванічне виробництво, зварювання, спалювання органічного палива	Викиди у атмосферу, стоки, тверді відходи	Токсичний
As (миш'як)	Виробництво сірчаної кислоти, металургія, спалювання кам'яного вугілля, нафти, використання хімікатів, що містять миш'як,	Викиди у атмосферу, стоки, тверді відходи	Високотоксичний
Zn (цинк)	Металургія, виробництво цементу та будівельних матеріалів з використанням цинку, транспорт, спалювання вугілля.	Викиди у атмосферу, стоки, тверді відходи	Кумулятивно-токсичний ефект
Cd (кадмій)	Виробництво акумуляторів, металургія, транспорт, машинобудування	Викиди у атмосферу, фільтрація з міських стічних вод	Високотоксичний
Hg (ртуть)	Термічні процеси агломераційних фабрик, коксування вугілля, металургія, спалювання усіх видів органічного палива, отрутохімікати	Викиди у атмосферу, стоки, тверді відходи	Високотоксичний
Pb (свинець)	Металургія, бензинові двигуни, машинобудування, транспорт	Викиди у атмосферу, стоки	Високотоксичний канцероген

Загальновідома трофність багатьох гірських порід та особливості їх вивітрювання дозволила Л.В. Єстеревській ввести поняття літоземи, яке, на нашу думку, коректно використовувати для характеристики скельних субстратів (сланців і кварцитів), їх сумішей при вихідному безпосередньому винесенні на земну поверхню та в наступні періоди їх вивітрювання та розкладання з домішками пилу при вітровій і водній ерозії з поверхней скельних і пухких розкривних порід або шламосховищ.

Рельєф і експозиція схилів, а також комплекс фізико-хімічних властивостей відвальних порід (насамперед механічний склад, ступінь мінералізації, трофність і загальна «рослинна придатність» субстрату) визначально впливають на інтенсивність і напрям природного заростання скельних відвалів. Для техногенних екотопів Кривбасу характерні різкі контрасти умов зволоження, дефіцит дрібнозему та органічної речовини, що обмежує укорінення, живлення і стабілізацію рослинних угруповань на початкових стадіях сукцесії [3; 5; 25].

У розкривних скельних товщах залізорудних родовищ Кривбасу поширені як різновиди сланців, так і кварцити у неокисненому та окисненому стані. Відповідно до даних стратиграфічних колонок (рис. 1.1) можна окреслити наступні літологічні різновиди.

Сланці представлені, зокрема, такими типами: кварц-біотит-хлоритові, хлорит-біотитові, кварц-хлорит-серицитові, карбонат-хлорит-біотитові, кварц-хлорит-біотитові, талькові, кварц-біотит-амфіболові, кварц-біотит-амфібол-хлоритові, амфібол-хлоритові, кварц-амфібол-хлоритові, кварц-серицит-хлоритові, графіт-хлорит-біотитові, карбонат-амфібол-хлоритові, гранат-амфіболові, хлоритові, біотитові, біотит-хлоритові, амфібол-біотит-хлоритові, хлорит-амфіболові, а також карбонат-амфібол-біотит-хлоритові [18; 15].

Кварцити у межах розкривних порід включають: магнетитові, силікат-магнетитові, магнетит-силікатні, мартитові, гематит-мартитові, карбонат-кварцеві безрудні, а також карбонат-силікат-магнетитові малорудні [18; 15].

Неокислені залізісті кварцити за вмістом заліза поділяють на чотири різновиди: (1) магнетитові (47,7%), (2) гематит-магнетитові (29,0%), (3) силікат-магнетитові (18,7%), (4) магнетит-силікатні малорудні (4,6%). Серед сланців найпоширенішими у розкривному матеріалі вважають кварц-біотит-хлоритові, кварц-серицит-біотитові та кварц-серицит-амфіболові різновиди [18; 15].

Польові геологічні спостереження та досвід кар'єрного видобутку залізної руди показують, що на більшості відвалів гірничозбагачувальних комбінатів (окрім ситуацій, коли окислені кварцити складують окремо й цілеспрямовано) у реальних умовах відбувається перемішування різних розкривних порід — як скельних, так і пухких [15; 18]. Для стратиграфічних колонок центральної (ЦГЗК) і південно-західної зон (ПівдГЗК та Новокриворізький ГЗК) характерне сумісне залягання або чергування прошарків сланців і кварцитів; їхня потужність варіює від приблизно 1 м до десятків метрів. Через таку будову під час екскаваторних робіт у кар'єрі

практично неможливо виокремлювати породи у вигляді «чистих» фракцій. У підсумку в кар'єрах і на значній частині відвалів утворюються суміші сланців, неокиснених та окиснених кварцитів, які можуть виглядати доволі однорідними за зовнішніми ознаками, але істотно різнитися за компонентним складом; нерідко такі виділи добре розпізнаються навіть візуально — за відмінностями забарвлення [18; 28].

Під-сві-та	Ін-декс	Літоло-гічна колонка	Потуж-ність, м	Характеристика розрізу
Верхня	PR <sub>1</sub> SX <sub>3</sub>		640	Залізнослюдково-магнетитові, амфібол-хлорит-магнетитові, рибекіт-магнетитові кварцити
			350	Магнетит-карбонат-амфіболові, магнетит-хлорит-амфіболові сланці, безрудні кварцити
			300	Магнетитові, силікат-магнетитові, карбонат-магнетитові кварцити
			150	Кумінгтоніт-хлоритові, біотит-хлоритові сланці з магнетитом
			300	Залізнослюдково-магнетитові, магнетитові, карбонат-силікат-магнетитові кварцити
			120	Хлорит-біотитові, амфібол-хлоритові з графітом сланці
			700	Силікат-карбонат-магнетитові, карбонат-магнетитові, силікат-магнетитові кварцити
Середня	PR <sub>1</sub> SX <sub>2</sub>		300	Серицит-хлоритові, серицит-біотит-хлоритові, біотит-хлоритові з графітом сланці; безрудні кварцити
			50	Магнетит-силікатні кварцити
			140	Графіт-хлорит-біотитові сланці, безрудні кварцити
Нижня	PR <sub>1</sub> SX <sub>1</sub>		150	Магнетитові, силікат-карбонат-магнетитові кварцити
			40	Біотит-хлорит-амфіболові сланці; безрудні кварцити
			400	Магнетитові, силікат-магнетитові, карбонат-силікат-магнетитові кварцити
			300	Амфібол-хлорит-біотитові сланці, безрудні кварцити

Рисунок 1.1 - хема стратиграфії покладів залізних руд Кривбасу

## 1.2. Роль рослинних угруповань в техногенних екотопах

Криворізький залізорудний басейн є одним із найпотужніших гірничорудних районів України та основною сировинною базою чорної металургії півдня країни. Сучасна трансформація і просторове “розшарування” ландшафтів Кривбасу зумовлені інтенсивним антропогенним впливом, передусім техногенним, а також розвитком приміських господарств, зростанням рекреаційного навантаження й реалізацією заходів із формування зеленої зони, що супроводжується цілеспрямованою перебудовою рельєфу та функцій територій [4; 15].

Природний рослинний покрив у таких умовах доцільно розглядати як типологічний показник, що відображає екологічні характеристики техногенних місцезростань і може слугувати підґрунтям для вибору шляхів та прийомів фіторекультивациї, добору видів і планування відновлювальних заходів [1; 2]. Штучний (культурний) рослинний покрив на порушених землях зазвичай поділяють на деревний і трав’янистий, а за функціональним призначенням — на продукційний (орієнтований на господарське використання територій) та захисно-декоративний (залуження, заліснення, озеленення й стабілізація поверхні) [1; 14]. При цьому культурні угруповання на відвалах не завжди підтримуються постійним доглядом, тому з часом можуть істотно відрізнитися за видовим складом, зімкненістю та структурою, поєднуючи ознаки керованих і спонтанних сукцесій [1; 14].

У межах промислових районів виділяють чотири узагальнені групи техногенного порушення екотопів: відносно порушені; екотопи з порушеним кліматопом (в умовах забруднення атмосферного повітря); екотопи з глибоко порушеним едафотопом; а також екотопи з одночасно порушеними кліматопом і едафотопом, тобто комплексно порушені системи [14]. Три

останні групи належать до дигресивних і деструктивних, що потребують радикальних поліпшень (меліорації та рекультивації) [14; 1]. Різноманітність екотопів із деградацією кліматопу визначається складом і концентраціями забруднювачів та їхніми властивостями; за цим підходом розрізняють ділянки з переважанням твердих частинок (цементний пил, залізородний, вугільний та інші види пилу/пороші), з домінуванням газів і парів різного хімічного складу, а також з різними рівнями аерозабруднення (високим, середнім, низьким; періодичним або епізодичним) [14; 4].

Під час планування фітомеліорації кар'єрно-відвальних урочищ доцільно враховувати і території обвалення, які часто зберігають риси степових ділянок із частково збереженим або змитим ґрунтовим покривом; вони здебільшого відповідають суглинним субстратам із сухими та сухуватими типами лісорослинних умов [1; 14]. Типологію залізородних відвалів Кривбасу рекомендують здійснювати за провідними ознаками, що формують екотопи: характеристиками едафотопу (склад і властивості ґрунтосумішей та порід), умовами/градаціями зволоження та ступенем забруднення атмосферного повітря; додатково можуть враховуватися вік, висота, форма поверхні, стан рослинного покриву тощо [14, с. 34].

Оцінюючи роль рослинного покриву в районах розробки корисних копалин, доцільно виходити з його походження, сукцесійного стану, видового складу, структурних ознак та призначення [1; 3]. На відвалах рослинність за походженням представлена природною (у степовій зоні переважно трав'янистою) і штучною; природний покрив характеризується значною мозаїчністю через неоднорідність субстратів, різноманітність геоморфологічних і мікрокліматичних умов та контрастність зволоження [3; 14]. Відповідно, за ступенем забруднення атмосферного повітря можна виділяти відвали в зоні постійного, відносно високого, середнього або незначного забруднення, що потребує диференційованих підходів до фіторекультивації та фітосанації [14; 1].

Біологічно важливими ознаками промислових відвалів є їхній вік, площа, висота, форма поверхні та інші морфометричні характеристики [14; 3]. За наявними узагальненнями, у басейні переважають свіжі й молоді за віком відвали (понад 80%), малі та середні за площею (близько 60%), змішані за складом порід (приблизно 75%), низькі й середні за висотою (приблизно 65%) та середньоприсадні за рослинною присадністю (майже 50%). Рослинністю (переважно сегетальною) на рівні 30–50% і більше заросло близько 20% відвалів, а майже половина розташована в зоні впливу газопилових викидів гірничо-збагачувальних комбінатів; на підприємствах Кривбасу впроваджуються технічні заходи зі зниження цих викидів [14]. Загалом рослинна присадність відвалів визначається сукупністю типологічних ознак і чинників, передусім властивостями субстратів та їхнім водно-повітряним режимом [1; 14].

За ступенем лісоприсадності порушених земель гірничорудної промисловості Кривбасу виділяють лісоприсадні місцезростання (відносно родючі субстрати, зокрема лесовидні суглинки; сюди відносять зони обвалень, уступи та укуси), потенційно лісоприсадні (шламосховища, глинисті та щербенисто-скельні відвали з несприятливими фізичними властивостями та незадовільним гідрологічним режимом, що потребують меліорації, зокрема збагачення органічною речовиною), а також лісонеприсадні (крупноглибисті скельні відвали й сильно засолені глинисті субстрати, що потребують корінного поліпшення) [1; 14]. Водночас навіть лісонеприсадні субстрати можуть бути оселищем окремих груп рослин: на кам'янистих поверхнях поселяються лишайники та мохи, на щербенистому субстраті — сегетальні одно- і багаторічні види, а на засолених глинах — солелюбні рослини (зокрема курай) [8; 14].

Доцільно розрізняти категорії порід за рослинноприсадністю — як здатністю субстрату забезпечувати зростання аборигенних видів, поширених у відповідній природній зоні. За цією ознакою породи відвалів можна поділяти на: природні (здатні забезпечувати розвиток багатьох трав'янистих і частини

деревних видів); відносно придатні (середньопродатні), що потребують незначного поліпшення; малопродатні, які вимагають значного поліпшення; і непродатні, що потребують корінного поліпшення через засолення, крупноглибистість або “молодість” скельного субстрату [14; 1].

Фітоіндикація едафотопів на відвалах є ускладненою через рухливість поверхні на малих площах, випадкове занесення насіння та нестабільність рослинного покриву на ранніх стадіях сукцесій. Попри це, низка едафічних особливостей субстратів проявляється через наявність індикаторних видів у процесі природного заростання [2; 3]. На карбонатозбагачених субстратах типовими є кальцієфіли *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Crambe tatarica* Sebeók, *Silene cretacea* Fisch. ex Spreng. [2; 8]. На засолених субстратах переважають представники маревих: *Salsola ruthenica* Iljin, *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Bassia hirsuta* (L.) Asch., *B. hyssopifolia* (Pall.) Kuntze; також можуть траплятися *Silaum silaus* (L.) Schinz & Thell., *Tripolium vulgare* Nees, *Artemisia santonica* L. [2; 8]. На субстратах полегшеного механічного складу (супіски, піски, з домішкою щебеню) часто відзначають *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Euphorbia virgultosa* Klokov, *Tribulus terrestris* L. [8; 2]. Із підвищенням зволоження посилюється участь мезоксерофітів, мезофітів і гігрофітів; у пониженнях рельєфу та місцях періодичного підтоплення можливі знахідки *Epilobium roseum* Schreb., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Poa pratensis* L. [3; 8].

### 1.3. Літофільні сукцесії на скельних відвалах та підходи до фіторекультивуації в умовах степової зони

Скельні відвали гірничозбагачувальних комбінатів, складені уламковими породами й бідними рудами, є специфічними техногенними екотопами, де формування рослинного покриву відбувається за механізмами,

близькими до первинних сукцесій. На відміну від ділянок із збереженим або нанесеним ґрунтовим шаром, тут стартові умови для поселення рослин визначаються не стільки “родючістю” у звичному розумінні, скільки поєднанням механічної будови субстрату, його трофності та вологоутримувальної здатності, мікрорельєфу, ступеня вивітрювання, наявності дрібнозему у тріщинах і заглибленнях, а також доступністю діаспор (насіння, вегетативних частин) з навколишніх територій. Саме тому скельні відвали часто заростають мозаїчно: поруч можуть існувати майже “порожні” кам’янисті плями та локуси з відносно щільним травостоєм, сформованим у нішах накопичення пилювато-ґрунтових часток або в місцях стоку та затримання вологи [23–25].

Розвиток літофільної рослинності на таких субстратах у степовій зоні зазвичай починається з найбільш витривалих піонерних видів, здатних витримувати перегрівання поверхні, різкі добові коливання температури, дефіцит вологи та механічну нестійкість дрібних фракцій. У ранніх стадіях сукцесії ключове значення мають види з широкою екологічною валентністю й ефективними стратегіями розселення: вони швидко заселяють доступні мікроніші, закріплюють дрібнозем кореневими системами, утворюють первинну органічну речовину, а відмерлі рештки поступово формують тонкий, але важливий шар гумусованого матеріалу. Цей шар у техногенних літоекотопах не є повноцінним ґрунтом, проте він стає “пусковим механізмом” для наступних хвиль рослин, бо навіть мінімальне накопичення органіки різко підвищує вологоємність і буферність субстрату та пом’якшує крайні умови середовища [17; 23–25].

Для Кривбасу проблема літофільних сукцесій має додаткову складність через різномірність і змішаність розкритих порід, а також через вплив пилю, газопилових викидів і зміненого гідрогеологічного режиму. У багатьох випадках породи відвалів не утворюють єдиного однорідного субстрату: спостерігається чергування різних за фракційним складом, кольором, мінералогічними та геохімічними характеристиками ділянок. Це призводить

до того, що рослинність формує не суцільні “поля” асоціацій, а дрібномасштабні комплекси угруповань, пов’язані з конкретними мікроумовами. Тобто на одному й тому ж відвалі у близькому сусідстві можуть переважати як ксерофітні види кам’янистих і щебенистих мікролокусів, так і мезофітні або гігрофітні компоненти в пониженнях, де затримується волога, накопичується дрібнозем і зменшується амплітуда температурних коливань [26–28].

У зв’язку з цим особливої ваги набуває підхід, який поєднує ботанічний опис із еколого-морфологічним трактуванням угруповань. Екоморфічний аналіз дозволяє побачити не просто перелік видів, а “мову” середовища, відображену у життєвих формах, гігоморфах, трофоморфах та інших ознаках, що показують, які чинники є лімітуючими саме тут і саме зараз. У техногенних екотопах це має прикладне значення: якщо на певних ділянках стабільно з’являються й утримуються види-індикатори сухих, бідних і перегрітих субстратів, то спроби “пересадити” туди мезофітні культурні трави без зміни умов часто закінчуються невдачею. Натомість, коли спостерігається природне формування більш різноманітного травостану та збільшення частки багаторічних видів, це свідчить про поступову стабілізацію екотопу і зростання його рослинної придатності, що можна використати як основу для м’якої фіторекультивациї з мінімальним втручанням [20; 26–28].

Сучасна практика рекультивациї в гірничорудних регіонах показує, що універсального “рецепта” не існує: технології, ефективні на горизонтальних родовищах і на порушених землях із можливістю повернення до сільськогосподарського використання, часто не працюють на скельних відвалах. Тут природне заростання може бути повільним, але воно нерідко є екологічно більш стійким, ніж штучно створені насадження, якщо останні не відповідають реальним едафічним і мікрокліматичним умовам. Тому дедалі більшої уваги набуває концепція “підтримуваного природного відновлення”, коли головним завданням є не заміна природних сукцесій, а їх прискорення і спрямування: зменшення пиління та водної ерозії, стабілізація поверхні,

створення умов для накопичення дрібнозему і органіки, а також підтримка тих угруповань, які вже довели свою адаптивність у конкретних літоекотопах [17; 23–25; 26–28].

У межах такого підходу фіторекультивация скельних відвалів розглядається насамперед як екологічно доцільна система заходів, спрямована на формування стійкого рослинного покриву, який виконує захисні й середовищотворні функції. Рослинність зменшує дефляцію та вторинне пилове забруднення, послаблює поверхневий стік, частково стабілізує температурний режим субстрату, поступово збагачує його органічною речовиною та формує умови для поселення наступних груп організмів. Водночас саме на скельних субстратах важливе значення має локальний характер “точок росту”: мікрозаглиблення, тріщини, осипи дрібніших фракцій, приосновні смуги біля техногенних терас чи підніж схилів. У цих місцях сукцесії, як правило, розвиваються швидше, і саме вони можуть стати “ядрами” подальшого поширення рослинності на більш екстремальні ділянки, якщо поверхня відвалу достатньо стабільна [26–28].

Отже, аналіз літературних даних і регіональних досліджень свідчить, що літофільні угруповання на скельних відвалах Кривбасу є не випадковими наборами видів, а закономірним продуктом взаємодії геологічного субстрату, мікрорельєфу, водного режиму та джерел діаспор. Їх вивчення дає можливість не лише описати флористичний склад, а й прогнозувати напрям сукцесій та обґрунтовувати екологічно доцільні рішення щодо оптимізації територій. Саме тому польові геоботанічні дослідження й екоморфічний аналіз рослинності на Лівобережних відвалах є важливими для практики фіторекультивации та для ширшого розуміння процесів самовідновлення техногенно порушених ландшафтів степової зони України [17; 20; 23–25; 26–28].

## РОЗДІЛ 2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Криворізький залізорудний басейн (Кривбас) приурочений до центральної частини Українського щита й розташований переважно на південному заході Дніпропетровської області, частково — в межах Кіровоградської області. У географічному відношенні він пов'язаний із долинно-балковими системами річки Інгулець та її лівих приток (зокрема Саксагані), що є важливими природними “осями” просторової організації регіону [29]. Площа Кривбасу в літературі наводиться неоднаково й залежить від прийнятого підходу до окреслення меж: для власне смуги залізорудних порід часто вказують близько 300 км<sup>2</sup>, тоді як при ширшому фізико-географічному трактуванні території басейну зустрічаються оцінки порядку ~1400 км<sup>2</sup> [30; 32]. На півночі територія Криворіжжя наближається до південного краю лісостепової зони, тоді як південна межа пов'язується з південними окраїнами Українського кристалічного щита [32]. У східному напрямку Кривбас межує з Нікопольською низовиною, яка знижується до долини Дніпра; далі на схід простягаються Орельсько-Конські низовинні степи [32]. Західна межа в загальних рисах проводиться по долині річки Інгулець із охопленням значних площ прируслових земель [29; 32].

## 2.1. Геоморфологія

У геоморфологічному відношенні територія Криворіжжя є хвилястою степовою рівниною, що займає прикордонне положення між Придніпровською височиною та низовинними формами рельєфу Інгулецько-Нікопольського типу. Таке “перехідне” розташування добре проявляється в ландшафтній структурі: на одних ділянках домінують більш підвищені вододільні поверхні, на інших — широкі долини та заплавно-терасові комплекси, пов’язані з Інгульцем та його притоками. [1; 2]

Характерною рисою території є приуроченість до геоморфологічних рівнів Українського щита (зокрема Бузько-Дніпровського), поверхня яких загалом має слабохвилястий характер і розчленовується долинами та балками; на схилах долин і ярів нерідко відслонюються корінні докембрійські породи. Абсолютні відмітки рельєфу в межах району дослідження зазвичай лежать у межах порядку 100–200 м, що відображається на сучасній морфології й ландшафтній мозаїці. [3; 4]

У формуванні ландшафту Криворіжжя провідну роль відіграє докембрійський кристалічний фундамент. У долинах річок Інгулець і Саксагань, а також у давніх балках спостерігаються виходи скельних порід, а вріз долин місцями досягає значної глибини. На окремих відрізках трапляються вузькі ущелиноподібні форми, що підкреслюють контрастність місцевого рельєфу. [2; 5]

Геологічна будова району визначається поширенням магматичних і метаморфічних порід докембрію (гранітів, мігматитів, гнейсів, сланців, кварцитів, у тому числі залізистих кварцитів), які є основою Українського щита. Поверх кристалічного фундаменту залягає чохол осадових утворень палеогену, неогену та четвертинного (антропогенового) віку, що формує

верхні горизонти розрізу та впливає на сучасні інженерно-геологічні й ландшафтні умови. [7; 4]

Стратиграфічний поділ порід Криворізької структури подається в літературі кількома схемами, тому доцільно вказувати його так, щоб не виникало внутрішніх суперечностей у роботі. У межах криворізької серії більшість джерел виділяє чотири світи (знизу догори): новокриворізьку, скелюватську, інгулецьку та саксаганську. [7] Водночас у публікаціях зі стратиграфії/тектоніко-стратиграфічних комплексів зустрічаються підходи, де обсяг серії уточнюють або перерозподіляють (наприклад, з окремим виокремленням окремих світ у складі більших комплексів), що слід узгодити з обраним базовим джерелом для всієї роботи [8].

Для окремих світ (зокрема скелюватської) детально описані літологічні особливості та умови формування товщ, що є важливим для пояснення різнотипності субстратів у техногенних екотопах і подальших відмінностей у розвитку рослинності [9].

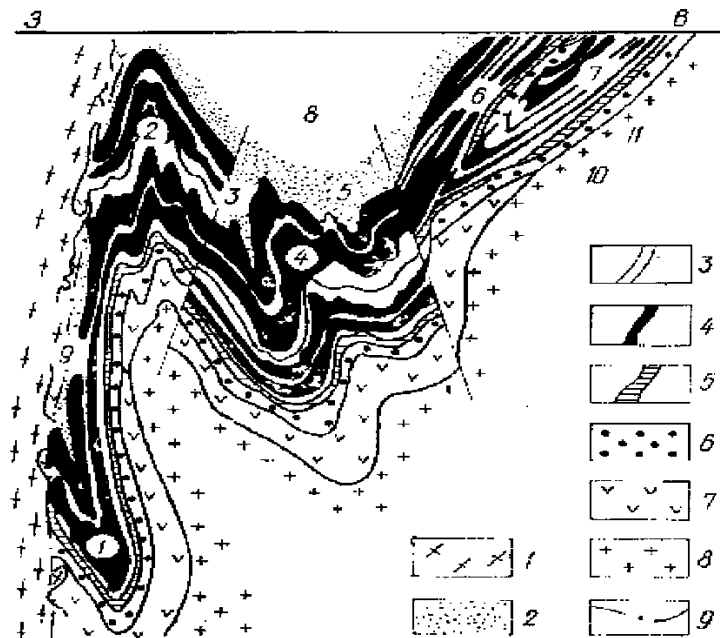


Рисунок 2.1 - Тектонічна схема Криворізького залізородного басейну (за Я.Н. Белевцевим, 1981).

Примітки: 1 - мікроклін-плагіоклазові граніти; 2 - гданцевська світа; 3 - сланцеві горизонти саксаганської світи; 4 - залістисті горизонти саксаганської світи; 5 - тальк-карбонатний горизонт; 6 - скелюватська світа; 7 - новокриворізька світа; 8 - плагіограніти; 9 - тектонічні порушення. Складчасті та розривні структури (цифри на рис.): 1 - Лихманівська синкліналь; 2 - Тарапако-Лихманівська антикліналь; 3 - Західно-інгулецька синкліналь; 4 - Інгулецька антикліналь; 5 - Східно-інгулецька синкліналь; 6 - Саксаганська антикліналь; 7 - Саксаганська синкліналь; 8 - Основна синкліналь; 9 - Криворізький розлам; 10 - Саксаганський насув; 11 - Східний насув.

## 2.2 Кліматичні умови

Криворізький регіон належить до територій із помірно континентальним кліматом. Літній період тут переважно жаркий і посушливий, зимовий — мінливий та відносно малосніжний, а весна зазвичай триває недовго. За даними багаторічних спостережень, середньорічна температура повітря становить орієнтовно  $+8,5$  °C; у липні середні значення сягають близько  $+22,2$  °C, тоді як у січні — приблизно  $-5,1$  °C. Регіон вирізняється суттєвими температурними коливаннями: фіксували абсолютний максимум  $+39,3$  °C і абсолютний мінімум  $-35,0$  °C, що чітко відображає континентальний характер клімату.

Теплових ресурсів загалом достатньо для розвитку більшості зональних типів рослинності та вирощування сільськогосподарських культур: сума активних температур (понад  $+10$  °C) оцінюється приблизно у  $3100$  °C, а середня тривалість безморозного періоду становить близько 175 діб. Зазвичай останні весняні приморозки припадають на завершення квітня, а перші осінні — на початок жовтня. Саме такі межі холодового ризику визначають особливості вегетаційного сезону та сезонну динаміку рослинних угруповань, зокрема й у техногенних екотопах.

Криворіжжя належить до відносно посушливих територій України. Річна кількість атмосферних опадів за багаторічними даними становить орієнтовно 400–450 мм із максимумом на початку літа; у теплий період опади нерідко мають зливовий характер, що зумовлює нерівномірність зволоження протягом сезону.

Загалом баланс вологи характеризується дефіцитом: коефіцієнт зволоження (за М. М. Івановим) становить близько 0,53, тобто територія є недостатньо та нестійко зволоженою, що має прямі наслідки для темпів

природного заростання, формування трав'янистих стадій сукцесії та стійкості штучних насаджень без додаткових меліоративних заходів .

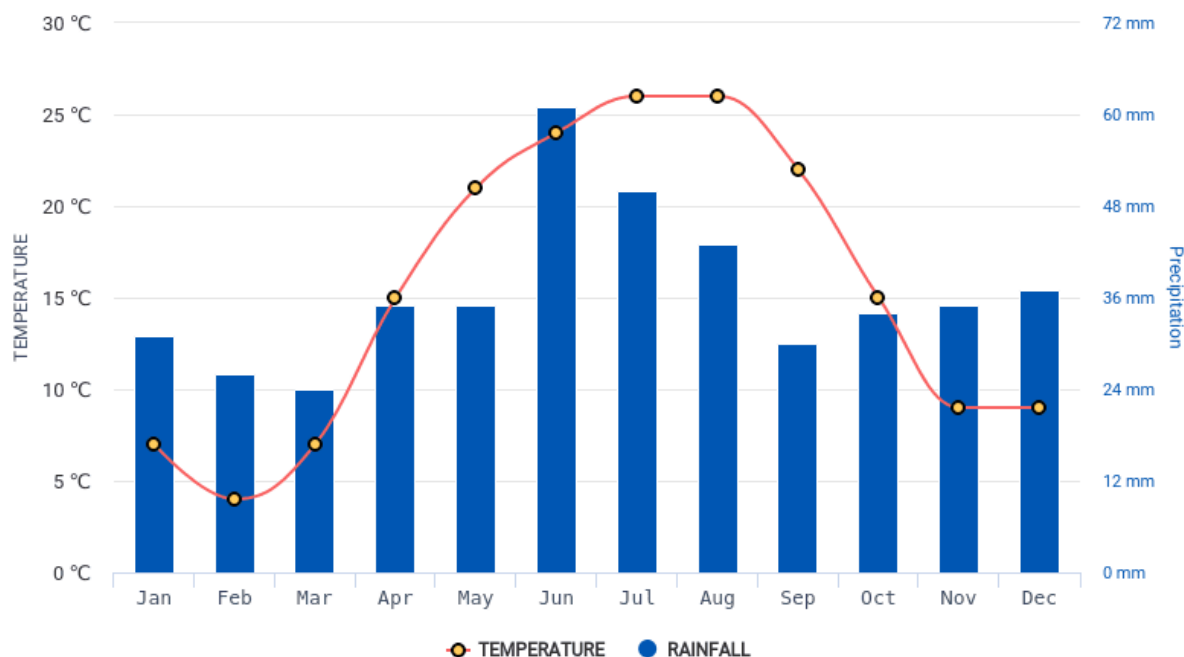


Рисунок 2.2 – Середньорічні показники температури та опадів по м. Кривий Ріг

У холодний період стійкий сніговий покрив формується не щороку; середня багаторічна декадна висота снігу становить 10–15 см, а тривалість періоду зі сніговим покривом — близько 65 днів. За таких умов можливі ситуації, коли за відсутності снігу при низьких температурах зростає ризик глибшого промерзання ґрунтів.

Для інженерно-геологічних оцінок та проектних розрахунків у документації по території Кривого Рогу/Дніпропетровщини також використовують нормативну глибину промерзання ґрунту близько 0,9 .

Середній річний показник відносної вологості повітря становить близько 72%, причому максимальні значення частіше спостерігаються взимку, а мінімальні — наприкінці літа. Вітровий режим характеризується переважанням вітрів північних румбів, а також східних напрямків; середня швидкість вітру за рік — близько 5,0 м/с, при цьому сильні вітри (понад 15 м/с) фіксуються в середньому близько 29 днів на рік. У теплий період можливі суховії східних румбів, які поєднують підвищену швидкість із низькою

відносною вологістю (порядку 25–30%) і здатні посилювати дефіцит вологи та стресові умови для рослинності на відкритих відвальних поверхнях.

Таблиця 2.1 - Показники кількості опадів за період проведення досліджень, мм

Роки	Сума опадів за місяць											
	Місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2019	36,9	28,2	35,4	24,8	71,4	50,7	10,4	44,0	27,8	19,4	63,7	67,6
2020	32,6	12,0	27,9	12,5	23,4	94,8	107,8	36,7	124,3	1,0	9,6	22,0
2021	21,6	33,6	34,8	40,1	69,0	56,9	26,3	11,6	51,3	10,4	55,2	12,4
2022	7,3	22,1	36,6	9,3	71,3	44,1	36,3	27,0	51,1	71,8	25,0	5,7
2023	52,6	15,2	19,5	20,5	12,8	36,1	114,5	27,2	21,9	66,6	14,1	27,6
2024	70,8	31,3										
Середньо-багаторічні (норма)	40,0	32,0	28,0	41,0	42,0	64,0	54,0	42,0	31,0	30,0	35,0	44,0

### 2.3 Гідрологія

Слід окремо наголосити на ролі басейну Дніпра як провідного морфоструктурного чинника рельєфоутворення, який визначає загальну спрямованість долинно-балкової мережі, конфігурацію терасових рівнів і характер розчленованості території. У межах Криворіжжя виокремлюють низку ландшафтних місцевостей: підвищені привододільні (бугристі, хвилясті), схилів (ерозійні, місцями скелясті), яружно-балкові та долинно-балкові, надзаплавно-терасові й заплавні. Найбільш поширеними й фоновими є підвищені привододільні місцевості, а їхні локальні варіації відображають внутрішні відмінності ландшафтної структури регіону. Співвідношення абсолютних рівнів поверхні та потужності осадового покриву в межах цих місцевостей змінюється у широких межах — орієнтовно від 0 до 100 м. [14]

На півночі Криворіжжя, де антропогенові лесовидні суглинки залягають на давніших відкладах, привододільні поверхні на північний схід від м. П'ятихатки набувають більш хвилястого характеру. Вододільні плато межиріч

(Жовта, Бокова, Боковенька, Саксагань, Інгулець) загалом витягнуті з півночі та північного сходу на південь і “розкриті” у бік річкових долин і балок, уздовж яких формуються схили, прилеглі до вододілів. За узагальненими оцінками, вододільні плато займають близько 65% площі регіону, а абсолютні відмітки їх поверхні закономірно знижуються з півночі на південь: від приблизно +169 м на лівобережжі Інгульця та +173 м на правобережжі — до близько +60 м у крайньому південному секторі. [14]

Унаслідок значної розчленованості території добре сформовані схилі місцевості, які займають помітні площі, зокрема в долинах приток Дніпра — Інгульця та Саксагані. Такі схилі смуги мають ширину від кількох десятків до кількох сотень метрів і характеризуються поєднанням ерозійних урочищ на осадовій основі з ерозійно-денудаційними ділянками, де оголюються породи кристалічного фундаменту. Для них типові щербеністі, неповнорозвинені або змиті чорноземоподібні ґрунти, що додатково ускладнює стабілізацію поверхні та відновлення рослинного покриву. [14]

Гідромережа території представлена каналом «Дніпро–Кривий Ріг», річками Інгулець, Саксагань, Жовта та низкою малих водотоків, які в посушливий літній період можуть міліти або частково пересихати. Річки належать до рівнинного типу, переважно снігового живлення, з вираженою весняною повінню та низьким літнім рівнем води; місцями можливе пересихання русел. Для вод характерні підвищена мінералізація (орієнтовно 2000–3000 мг/л) і значна жорсткість (близько 7–25 мг-екв/л), що обмежує їх придатність для питного водопостачання та зрошення без відповідної підготовки. [27]

Залягання ґрунтових вод, їх хімічний склад і режим зумовлюються глибиною водоносних горизонтів і положенням у рельєфі. На вододілах і схилах ґрунтові води, як правило, залягають глибоко (порядку 30 м), тоді як у балках, заплавах річок і притерасних пониженнях вони розташовані ближче до поверхні та істотно впливають на ґрунтоутворення. На таких елементах рельєфу формуються лучно-чорноземні ґрунти, а в місцях виходу ґрунтових

вод — лучно-болотяні та болотяні. [27] Найменші глибини залягання ґрунтових вод характерні для ділянок уздовж траси каналу «Дніпро–Кривий Ріг», а також у районах Південного та Карачунівського водосховищ (приблизно 1–6 м), що формує контрастні за зволоженням умови й різні типи гігротопів. У межах Криворіжжя загалом переважає зональний гігротоп — сухий. [27; 19]

## 2.4 Ґрунти

Ґрунтовий покрив північної частини Кривбасу переважно представлений чорноземами звичайними малогумусовими, для яких характерний уміст гумусу на рівні 3,4–5,3%. У межах регіону простежується закономірна зміна гранулометричного складу: важкосуглинкові ґрунти більш типові для північної частини, тоді як у південному напрямку зростає частка легкосуглинкових різновидів. У північно-західному секторі поширені чорноземи звичайні середньогумусові, сформовані під різнотравно-типчакрово-ковиловими угрупованнями за умов відносно кращого вологозабезпечення. [19; 14]

Розчленований рельєф і значна частка схилових поверхонь зумовлюють розвиток водної ерозії, унаслідок чого чорноземи відрізняються ступенем змитості. На схилах ерозійних місцевостей ґрунтовий покрив може бути частково або повністю змитим, тоді як у днищах балок, логів і улоговин поширені намиті різновиди. Змиті ґрунти, як правило, контрастують із загальним темно-сірим фоном чорноземів більш світлим забарвленням і формують бурі або сіро-бурі плями. За фізико-хімічними показниками такі ґрунти часто характеризуються достатньо доброю структурністю, що забезпечує прийнятне співвідношення води й повітря та відносно сприятливий водно-повітряний режим, хоча їхня гумусність і потенціал родючості є

нижчими порівняно з незмитими чорноземами. Загалом зменшення вмісту гумусу в чорноземах корелює з наростанням посушливості умов та посиленням ерозійних процесів. [14; 35]

Потужність гумусового горизонту в межах досліджуваної території становить орієнтовно 50–90 см. Водночас сучасний стан ґрунтів значною мірою визначається тривалим агровикористанням: більшість площ розорана, що супроводжується зменшенням умісту гумусу та запасів вологи, погіршенням структури (підвищенням пилуватості) й ущільненням орного шару. Сукупність цих змін призводить до зниження природної родючості та погіршення екологічних функцій ґрунтів. [35; 36]

Зональні компоненти біоти, характерні для цілинного степу України, у регіоні збереглися фрагментарно. Окремі ділянки трансформованої природної рослинності трапляються переважно вздовж річок і водойм, у балках та ярах, а також на територіях природно-заповідного фонду й інших об'єктах, що перебувають під охороною. [8; 9; 36]

## 2.5 Біорізноманіття

Криворіжжя розташоване в межах степової зони, де природна рослинність формувалася під впливом континентального режиму зволоження, значних сезонних коливань температури та переважання відкритих, добре освітлених екотопів. У таких умовах ключовими екологічними “фільтрами” для флори є посухостійкість, витривалість до перегрівання ґрунту й повітря, здатність переносити тривалі бездошові періоди, а також ефективні механізми відновлення після порушень (випас, пожежі, ерозія). Саме тому в регіоні домінують ксерофітні та мезоксерофітні види, поширені багаторічні злаки, різнотрав'я, а в балках і долинах малих річок — лучні та чагарникові комплекси, що підсилюють мозаїчність рослинного покриву [4; 1].

Видовий склад флори Дніпропетровщини, у тому числі Криворіжжя, детально узагальнений у фундаментальних регіональних зведеннях, що дозволяє коректно описувати аборигенну складову рослинного покриву й зіставляти її з сучасними трансформованими станами [1]. Поряд із зональними степовими угрупованнями в регіоні важливе значення мають петрофітні та скельно-степові оселища, пов'язані з виходами кристалічних порід і специфічними геоморфологічними умовами. Геоморфологічна різноманітність (схили, уступи, балки, тераси) задає локальні градієнти зволоження, інсоляції й акумуляції дрібнозему, що безпосередньо визначає, які саме рослинні угруповання можуть бути стабільними в конкретному місцезростанні [5]. У сукупності ці чинники формують потенційно високу різноманітність типів рослинності навіть у межах одного промислового району, однак реальна структура біорізноманіття значною мірою “переписана” антропогенним впливом.

Історично “каркасом” рослинного покриву Криворіжжя були різнотравно-злакові степи, в яких провідну роль відігравали дернинні злаки та багатий комплекс різнотрав'я. Такі угруповання характеризуються високою сезонною динамікою: весняний аспект забезпечують ранньоквітучі види та ефемероїди, літній — посухостійкі ксерофіти, осінній — пізньоквітучі види з тривалим періодом вегетації. У наукових регіональних оглядах степи розглядаються як системи з високою екологічною пластичністю та водночас — із вразливістю до розорювання, фрагментації та надмірного техногенного навантаження [4; 1].

Важливою ознакою степової флори є наявність рідкісних і вразливих видів, зокрема занесених до Червоної книги України. Їх присутність є індикатором збереженості оселищ, а зникнення — сигналом деградації екосистемних умов. У межах степової зони особливо чутливими є види, приурочені до цілинних ділянок, кам'янистих схилів і нерозораних балкових комплексів [2]. У практичному сенсі це означає, що навіть невеликі “острівці” природної рослинності в промисловому ландшафті можуть мати надзвичайно

високу природоохоронну цінність, виступаючи рефугіумами аборигенної флори.

Протягом тривалого часу степові ландшафти Криворіжжя зазнавали інтенсивної трансформації через розорювання, урбанізацію та індустріалізацію. Як наслідок, сучасний розподіл природних фітоценозів набув “плямистої” структури: замість суцільних степових масивів переважають фрагменти різної площі, ізольовані інфраструктурою й промисловими об’єктами. Фрагментація призводить до ефектів краю (зміна мікроклімату, проникнення рудеральних видів, зростання частки адвентивних рослин), зменшує стійкість угруповань і ускладнює природне поновлення видів із низькою здатністю до розселення [4; 7].

Для індустріальних регіонів характерним стає переважання антропогенних екотопів, де природні механізми підтримання біорізноманіття порушені або працюють інакше. Саме тому опис біорізноманіття Криворіжжя коректно здійснювати не лише через “перелік видів”, а через аналіз того, як змінилися типи оселищ, які сукцесійні траєкторії домінують і які фактори стали визначальними для рослинності (пил, зміна водного режиму, токсичність субстратів, дефіцит ґрунотворної товщі) [7; 8].

Специфіка Криворіжжя полягає в тому, що тут потужним фактором антропогенної трансформації є саме видобуток і збагачення залізної руди. Гірничі роботи змінюють рельєф, порушують ґрунтовий покрив, створюють нові форми рельєфу (уступи, тераси, кар’єрні поля), а також формують масиви відвалів і хвостосховищ із субстратами, які суттєво відрізняються від природних ґрунтів за гранулометриєю, водним режимом і геохімічними властивостями [3; 8]. У результаті виникає система техногенних ландшафтів, де рослинність розвивається за моделлю первинної сукцесії — на “нових” поверхнях, що не мають сформованого ґрунтового профілю або мають дуже спрощені ґрунтоподібні утворення [6; 9].

На відвалах гірничозбагачувальних комбінатів ключовим є явище мікромозаїчності: навіть у межах однієї території поєднуються ділянки з

різним складом порід, різною крутістю схилів, відмінним зволоженням та різною інтенсивністю дефляції. Це дає підстави виділяти літоекотопи — дрібномасштабні елементи техногенного рельєфу зі специфічними субстратними умовами, які по-різному “відбирають” рослини й формують різні типи угруповань [15; 17]. Такий підхід дозволяє описувати рослинність відвалів не як випадкове заростання, а як закономірний процес, де кожен тип літоекотопу має свою сукцесійну траєкторію та набір домінантів.

Рослинність на техногенних об’єктах формується під впливом низки специфічних екологічних обмежень. Передусім це субстратний фактор: відвальні породи можуть бути кам’янистими, з низькою здатністю утримувати воду, з дефіцитом дрібнозему та органічної речовини. За таких умов укорінення і виживання рослин залежать від здатності формувати розгалужену кореневу систему, переносити перегрівання поверхні та витримувати різкі коливання вологості [15; 17].

Другий критичний блок — водний режим. Техногенний рельєф порушує поверхневий стік: вода швидко сходить із крутих схилів, затримується в пониженнях, утворює локальні перезволожені ділянки або тимчасові водотоки. Такі контрасти створюють різні “ніші” для рослин — від ксерофітних до мезофітних, але при цьому стабільність зволоження зазвичай низька, що сприяє домінуванню стійких до стресу видів і зменшує частку вузькоспеціалізованих степових рослин. Для регіональних водних систем і планування управління водними ресурсами важливими є басейнові підходи, які, хоча й не описують рослинність безпосередньо, але задають рамку для оцінювання змін гідрологічних умов у басейні Дніпра та його приток [25].

Третій чинник — пил і дефляція. Пилові потоки з поверхонь відвалів і хвостосховищ можуть пригнічувати фотосинтез, забруднювати листову поверхню, впливати на проростання насіння та змінювати фізичні властивості верхнього шару субстрату. Водночас пил може й “постачати” дрібнодисперсну фракцію, сприяючи утворенню тонкого дрібнозему, який полегшує закріплення рослин. Ефект, однак, залежить від інтенсивності: при

надмірній дефляції рослинність не встигає стабілізувати поверхню, а сукцесія зтягується або “зривається” повторними порушеннями [7; 8].

Четвертий блок — геохімічні особливості й потенційна токсичність. Для відвалів залізородного басейну актуальним є вміст важких металів у первинних ґрунтоподібних утвореннях і його вплив на рослини. Оцінювання вмісту важких металів у початкових ґрунтах техногенних об’єктів дозволяє обґрунтовувати ризики для біоти та добирати стійкі види для фіторекультивациі [18]. На глобальному рівні проблема забруднення ґрунтів підкреслюється авторитетними міжнародними оцінюваннями, що підтверджують її значущість для екосистем і продовольчої безпеки [20]. При цьому класифікаційні підходи до опису ґрунтів і ґрунтоподібних утворень доцільно узгоджувати з міжнародними системами, що забезпечує порівнянність результатів і коректність термінології [21].

Формування рослинного покриву на техногенних субстратах зазвичай відбувається поетапно. На ранніх стадіях домінують піонерні види з високою насінневою продуктивністю, здатністю швидко колонізувати оголені поверхні та переносити дефіцит поживних елементів. Далі, у міру накопичення органічної речовини, появи мікробіоти й тонкого дрібноземного шару, зростає роль багаторічних трав, особливо злаків і бобових, які ефективно закріплюють субстрат і покращують його структуру [9; 15].

У дослідженнях літоекотопів і рослинності на відвалах центральних і південних ГЗК Кривбасу показано, що різні мікроекотопи відвалів підтримують різні типи рослинних угруповань, а зовнішня “однорідність” відвалу може маскувати суттєві відмінності у складі рослинності між схилами, плато й пониженнями [15; 17]. Це має принципове значення для інтерпретації біорізноманіття: видовий список сам по собі недостатній, якщо не враховувати структуру мозаїки оселищ і частоту траплянь видів у різних літоекотопах.

Для пізніших стадій сукцесії характерним може бути формування чагарникових угруповань або деревних насаджень — як унаслідок природного самозаліснення, так і через лісову рекультивацию. Однак стійкість таких

насаджень у техногенних умовах не є автоматичною: вона залежить від водного режиму, глибини кореневмісного шару, геохімічних обмежень і повторних антропогенних впливів. Саме тому науково обґрунтована фіторекультивация розглядається як інструмент не просто “озеленення”, а керованого переходу від нестабільних рудеральних стадій до більш стійких рослинних систем [6; 9].

Тривала промислова експлуатація території, урбанізація та розвинена транспортна інфраструктура сприяють синантропізації рослинного покриву. У таких умовах зростає частка рудеральних видів, які добре пристосовані до порушених ґрунтів, засмічення, витоптування, нерегулярного зволоження і підвищених концентрацій окремих хімічних елементів. Частина адвентивних видів може натуралізуватися й ставати сталим елементом місцевих фітоценозів, витісняючи аборигенні степові види на локальному рівні або перешкоджаючи їх відновленню [7; 4].

Для Криворіжжя це особливо важливо, бо техногенні екотопи часто виступають “плацдармами” для рудеральної рослинності: відкриті поверхні, насипи, узбіччя технологічних доріг, території навколо проммайданчиків і складів сировини. Унаслідок цього в межах одного ландшафту співіснують два різні типи біорізноманіття: (1) природоохоронно цінне — пов’язане з реліктами степових оселищ; (2) вторинне, синантропне — пов’язане з порушеннями й часто бідне за структурою, але численне за покриттям. Коректний екологічний аналіз має розрізняти ці складові, щоб не ототожнювати “високу кількість видів на порушених ділянках” із “високою природною цінністю”.

Рекультивация порушених земель у гірничопромислових районах є комплексним процесом, який включає інженерний етап (планування, укріплення схилів, формування профілю) та біологічний етап (створення рослинного покриву й запуск ґрунтоутворення). У класичних підходах наголошується, що саме біологічна рекультивация визначає довготривалу стійкість території: рослинність зменшує ерозію, знижує пиління, сприяє

накопиченню органічної речовини й формує середовище для ґрунтової біоти [6].

Фіторекультивация в умовах Кривбасу потребує врахування специфіки субстратів і літоекотопів. Підхід “одна суміш трав на весь відвал” часто дає обмежений ефект, бо різні ділянки відвалу принципово відрізняються умовами (сухі схили, плато, пониження, ділянки з різною часткою дрібнозему). Саме тому сучасні дослідження пропонують диференційоване управління рослинністю на техногенних об’єктах, коли підбір видів і технологій здійснюється з урахуванням мікроумов, хімізму й фізичних властивостей порід [15; 17; 9].

Окремим напрямом є фіторемедіація — використання рослин для зменшення ризиків, пов’язаних із забрудненням ґрунтів важкими металами та іншими токсикантами. Міжнародні огляди підкреслюють, що фіторемедіація може бути ефективною як частина комплексних програм відновлення, але потребує правильного вибору видів, оцінювання біодоступності металів, контролю за біомасою та тривалої підтримки процесу [22; 23]. Для техногенних ґрунтоподібних утворень Кривбасу актуальним є поєднання стабілізаційних підходів (закріплення металів у субстраті, запобігання дефляції) та формування стійких рослинних угруповань, що можуть самопідтримуватися [18; 9].

Практичні приклади оцінювання ефективності рекультивациі на порушених землях гірничо-металургійних підприємств демонструють, що “успішність” відновлення слід вимірювати не лише фактом наявності зеленого покриву, а комплексом показників: ступенем зниження ерозії, стабільністю видового складу, відновленням ґрунтових властивостей, зменшенням екологічних ризиків і наближенням до цільових функцій території [16].

У межах Криворізького промислового вузла окремі техногенні масиви мають власні особливості стану та перспектив відновлення. Зокрема, для відвалів Інгулецького ГЗК у фахових публікаціях розглянуто сучасний стан техногенних поверхонь і можливі напрями фітомеліорації як інструменту

стабілізації та екологічного поліпшення територій [24]. Такі роботи є важливими, бо переводять опис проблеми у площину конкретних управлінських рішень: які групи рослин доцільні для різних умов, які ризики домінують (пил, ерозія, дефіцит ґрунтотворної товщі, хімічні обмеження), які етапи відновлення є реалістичними в коротко- і середньостроковій перспективі.

## РОЗДІЛ 3 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 3.1. Методологія

Об'єкти наших досліджень - рослинні угруповання, що формуються на відвалах скельних гірських розкривних порід. Дослідженнями були охоплені відвали «Лівобережні» Південного гірничозбагачувального комбінату Кривбасу (південно-західна зона Кривбасу).

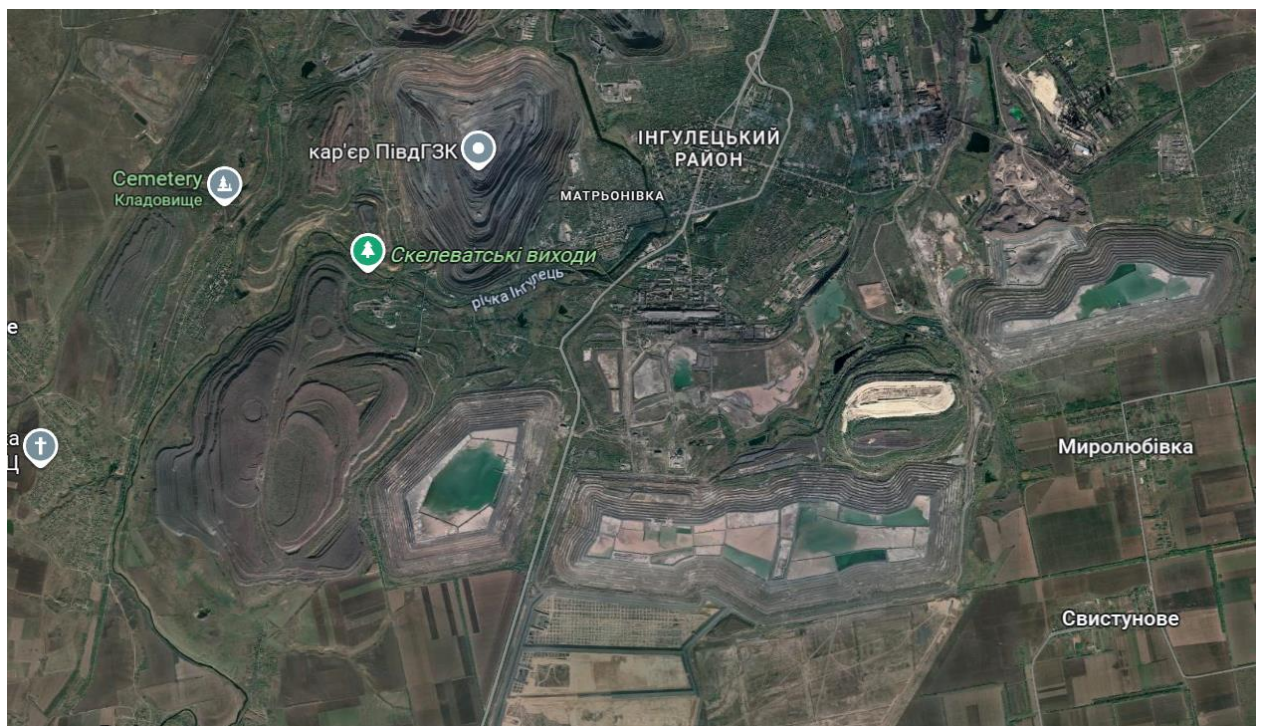


Рисунок 3.1 - Відвали «Лівобережні» Південного гірничозбагачувального комбінату Кривбасу

Техногенні ландшафти гірничорудних районів є одними з найконтрастніших прикладів трансформації природного середовища, оскільки поєднують різку зміну рельєфу, порушення ґрунтового покриву та

формування нових субстратів, що за своїми властивостями суттєво відрізняються від зональних ґрунтів степової зони. У межах Кривбасу особливо поширені кар’єрно-відвальні комплекси, де на поверхню виносяться значні маси розкритих порід і бідних руд. Такі поверхні зазвичай характеризуються низькою рослинною придатністю, дефіцитом дрібнозему й органічної речовини, нерівномірним зволоженням, високою інсоляцією та температурними екстремумами, що визначає специфічні умови заселення та розвитку рослинності. [23–25; 28]

Самозаростання відвалів скельних порід у Кривбасі відбувається мозаїчно й залежить від типології літоекотопів, тобто поєднання літологічного складу, гранулометрії, ступеня вивітрювання, мікрорельєфу, а також від умов зволоження й впливу техногенного пилу. У результаті навіть у межах одного відвалу формуються ділянки з різною швидкістю сукцесії: від майже “стерильних” кам’янистих поверхонь до осередків, де у тріщинах і мікропониженнях накопичується дрібнозем і закладаються первинні мікроценози. Саме через таку неоднорідність відвали є зручними природними “полігонами” для виявлення закономірностей формування літофільних угруповань та прогнозування напрямків їх розвитку. [23–25; 28]

У цьому контексті особливий інтерес становлять Лівобережні відвали Південного гірничо-збагачувального комбінату (Кривбас), де представлені різні типи скельних субстратів і чітко простежується зв’язок між властивостями літоекотопів та структурою рослинних угруповань. Вивчення рослинності таких техногенних об’єктів є важливим не лише для уточнення складу й еколого-ценотичних особливостей літофільної флори, а й для практичних завдань фіторекультивациі: визначення природних “моделей” заростання, оцінювання стабілізаційної ролі домінантів і добору екологічно доцільних, економічно не затратних підходів до прискорення відновлення рослинного покриву на скельних відвалах. [26; 28]

Польові дослідження, геоботанічний опис рослинності та подальший аналітичний етап виконувалися за загальноприйнятими підходами

фітоценології й геоботаніки. Упродовж періоду спостережень було закладено та опрацьовано 25 описових ділянок площею 100 м<sup>2</sup>. На вирівняних елементах рельєфу (плато й терасах) пробні площі мали квадратну форму 10 × 10 м і розміщувалися з інтервалом 100 м. На схилах, де умови неоднорідніші за мікрорельєфом і зволоженням, описові ділянки задавалися у витягнутому форматі 5 × 20 м, що давало змогу репрезентативніше охопити мозаїку рослинного покриву та субстратів. Під час обстеження для кожної ділянки фіксували трапляння видів, щільність рослинного покриву, а також частку відкритих субстратів (кам'янисті фракції, дрібнозем, техногенні матеріали тощо).

### 3.2. Методика опису рослинного покриву

Кількісну участь видів у складі рослинного угруповання оцінювали через показники рясності та покриття. Рясність відображає, наскільки “помітним” є вид у фітоценозі: вона враховує чисельність особин (або пагонів/стебел у випадку кореневищних і дернинних рослин), їхню щільність на площі та частку простору, яку вони займають. У практиці геоботанічних описів рясність може трактуватися ширше — як сукупність кількісних співвідношень між видами в межах пробної площі, що дозволяє порівнювати угруповання між собою та відстежувати сукцесійні зміни.

Одним із ключових показників структури трав'янистих і чагарникових угруповань є проективне покриття — площа проекції надземних частин рослин на поверхню ґрунту без урахування проміжків між листками й гілками; показник виражають у відсотках і використовують для характеристики як загального покриття фітоценозу, так і внеску окремих видів [15-17]. У межах цього дослідження загальне проективне покриття та проективне покриття кожного виду визначали візуально за стандартною шкалою з градаціями 0, 10,

20, ..., 90, 100%, що є типовим підходом для польових маршрутних обстежень і детальних описів рослинності [15-17].

Оцінювання кількісної ролі видів здійснювали двома взаємодоповнювальними способами. По-перше, за потреби застосовували прямий облік (підрахунок особин або стебел), що є найбільш об'єктивним методом, однак він трудомісткий і доцільний насамперед для популяцій рідкісних або охоронюваних видів. По-друге, для характеристики трав'янистих ценозів широко використовували візуальне оцінювання за шкалами рясності. Для орієнтовної (експресної) характеристики можливе застосування п'ятибальної шкали, де крайні значення відповідають дуже нечисленному та дуже рясному виду. Окрім цього, для уніфікованої оцінки рясності-переважання (поєднання чисельності та покриття) використовували підхід Браун-Бланке, який є класичним у фітоценологічних зйомках і передбачає бальну градацію, пов'язану з діапазонами проективного покриття та "помітністю" виду в угрупованні [18].

Додатково до рясності й покриття враховували скупченість (*sociability*) — просторовий характер розміщення особин виду на ділянці: від поодинокого зростання до формування плям, колоній або суцільних "килимів". Для цього застосовували п'ятиступеневу шкалу скупченості, у якій нижчі значення відповідають поодиноким особинам або дрібним групам, а вищі — великим заростям чи майже монодомінантним скупченням; оцінку скупченості прийнято записувати після показника рясності-переважання [18].

Під час геоботанічного опису на кожній пробній площі видовий склад фіксували у стандартизованій формі: зазначали назви видів (після визначення), їхнє проективне покриття, фенологічну фазу (бутонізація, цвітіння, плодоносіння) та життєвий стан (нормальний ріст або пригнічення). Для деревних і чагарникових угруповань опис доповнювали характеристикою типу насадження, наявністю та складом підліску, особливостями трав'янистого і (за наявності) мохового ярусів; за можливості визначали

орієнтовні показники висоти, товщини та віку дерев, щоб оцінити темпи формування насаджень у техногенних умовах.

Окремий блок польових робіт був пов'язаний із фіксацією рідкісних і зникаючих видів. Такі види підлягають спеціальному режиму охорони відповідно до національного законодавства та переліків Червоної книги України; охоронні категорії включають, зокрема, зниклі, зникаючі, вразливі, рідкісні, неоцінені та недостатньо відомі види, а також види зі статусом відновлених [2-3]. Для кожного виявленого охоронюваного виду фіксували назву, місцезнаходження (прив'язка до найближчих орієнтирів), тип біотопу, фазу розвитку, орієнтовну чисельність та дату спостереження. При цьому враховували вимоги щодо недопущення пошкодження або вилучення рослин із природних місцезростань на охоронюваних територіях [19].

Статистичну обробку результатів виконували із застосуванням інструментів табличного аналізу в Microsoft Excel та пакета Statistica 6.0. Опрацювання включало описову статистику, порівняння груп показників за потреби, аналіз зв'язків між змінними, побудову частотних розподілів і підготовку графічних матеріалів для інтерпретації структурних характеристик рослинного покриву та їхньої просторової мінливості.

### 3.3 Методика екоморфічного аналізу рослинності

Екоморфічний аналіз застосовували для узагальнення екологічної структури рослинного покриву та виявлення зв'язку між складом угруповань і умовами літоекотопів (кам'янистість, наявність дрібнозему, зволоження, експозиція схилу, ступінь порушеності субстрату). Під екоморфами розуміли сукупність ознак, що відображають пристосування видів до провідних факторів середовища та дозволяють описати рослинність не лише флористично, а й функціонально-екологічно. [5; 6]

Для кожного виду, зафіксованого у геоботанічних описах, визначали приналежність до основних екоморфічних груп, після чого формували “спектри” (частки груп) для кожної описової ділянки та для типів літоекотопів у цілому. За потреби аналіз проводили у двох варіантах:

за видовим складом (частка видів певної екоморфи від загальної кількості видів);

за участю у покриві (частка сумарного проективного покриття видів певної екоморфи), що є більш показовим для ролі груп у формуванні фітоценозу. [6]

У межах екоморфічного аналізу оцінювали такі блоки ознак:

- життєві форми та біоморфологічна структура. Види групували за життєвими формами (однорічні, дворічні, багаторічні трави; напівчагарники, чагарники; деревні форми) та за типом відновлення/вегетативного розселення (кореневищні, дернинні, розеткові тощо). Це дозволяло оцінити, які стратегії переважають у техногенних умовах і які форми найуспішніше закріплюються на скельних субстратах; [5; 6]

- гігоморфи (відношення до зволоження). Види розподіляли на ксерофіти, мезоксерофіти, мезофіти, гігрофіти (за потреби — з уточненням проміжних груп). Для відвалів це є ключовим показником, оскільки мікропониження, тріщини, тераси та схили істотно відрізняються за режимом зволоження навіть у межах однієї ділянки; [6]

- трофоморфи (відношення до родючості/трофності субстрату). Види відносили до груп, характерних для бідних, середніх або відносно багатших умов живлення. Для скельних відвалів важливо враховувати, що підвищення трофності часто локальне й пов'язане з накопиченням дрібнозему та органічних решток у мікроосередках; [6]

- геліоморфи (відношення до освітлення). Види групували як світлолюбні, тіншовитривалі або проміжні. На відкритих відвалах переважають геліофітні комплекси, але на терасах, у нижніх частинах схилів

та в ділянках із чагарниковими куртинами можуть формуватися локальні “затінені” мікроумови. [6]

- ценоморфи (еколого-ценотична приуроченість). Види класифікували за належністю до степових, лучних, рудеральних, сегетальних, петрофітних тощо елементів. Це дає змогу кількісно показати, яку частку угруповань становлять аборигенні степові компоненти, а яку — синантропні та рудеральні види, що часто домінують на ранніх стадіях заростання відвалів. [5; 6; 8]

Після визначення екоморфічних характеристик будували екоморфічні спектри для кожної пробної площі та порівнювали їх між елементами рельєфу (плато/тераси/схили) і типами субстратів. Узагальнення виконували у вигляді таблиць і діаграм, де для кожної групи наводили частку (%), а також (за необхідності) перелік видів-індикаторів, що найкраще репрезентують умови певного літоекотопу. Для статистичного аналізу відмінностей між групами ділянок використовували стандартні інструменти описової статистики та порівняння вибірок у середовищах Excel і Statistica.

## РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відвали гірничозбагачувальних комбінатів Кривбасу, складені скельними розкритими гірськими породами при відкритому (кар'єрному) видобутку залізних руд, є комплексами специфічних техногенних екотопів, які ми визначаємо як літоекотопи. Кар'єрно-відвальні урочища, як і кожен окремий відвал, являють собою багатоконпонентні ландшафтні системи з різко контрастними умовами середовища. У межах такої екологічної неоднорідності відбувається природне заростання, а рослинний покрив формується мозаїчно — з появою різних типів фітоценозів, зокрема й літофільних угруповань, приурочених до певних субстратів і мікроекотопів [15; 17].

Відвали скельних гірських порід є системами літоекотопів, залежними від складності будови його тіла, всіх особливостей платовидних вершин, терас (берм), схилів. Всі компоненти та елементи будь-якого відвалу в переважній більшості випадків є неоднорідними за рельєфом і субстратами гірських порід, які там складовані.

Практичні польові геоботанічні дослідження та спостереження на Лівобережних відвалах Центрального гірничозбагачувального комбінату Кривбасу і їх аналіз дозволило нам сформулювати ряд положень щодо особливостей літофільних рослинних угруповань.

#### 4.1 Рослинність Лівобережних відвалів Південного гірничозбагачувального комбінату

На Лівобережних відвалах Південного гірничозбагачувального комбінату літоекотопи по-різному складаються окисленими, неокисленими кварцитами та сланцями.

В літоекотопах Лівобережних відвалів на пласких, ущільнених поверхнях свіжої та недавньої відсипки формуються спочатку маловидові, часто килимно-монотонні або мозаїчні угруповання з *Polygonum aviculare*, *Erigeron canadensis*, *Silene ucrainica*, *Kochia scoparia*, *Linaria genistifolia*, *Centaurea diffusa*, *Crepis tectorum*, *Gypsophilla perfoliata*, в яких згодом зміцнюють свої ценотичні позиції насамперед *Melilotus albus*, потім, під його покривом *Artemisia absinthium*, *Artemisia austriaca*, види *Achillea*, *Poa angustifolia*, *Melica transsilvanica* та інші тонконогові і рослини інших родин, особливо айстрових.

В межах Лівобережних відвалів є угруповання, склад яких представлений невеликою кількістю видів багатьох родин, що обумовлено специфікою літоекотопів. Індокси петрофітності родин коливаються в достатньо широких межах (від 0 % до 44 %). Серед видів найбільш часто трапляються ті, які належать до родин *Polygonaceae*, *Asteraceae*, *Chenopodiaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*, *Scrophulariaceae*.

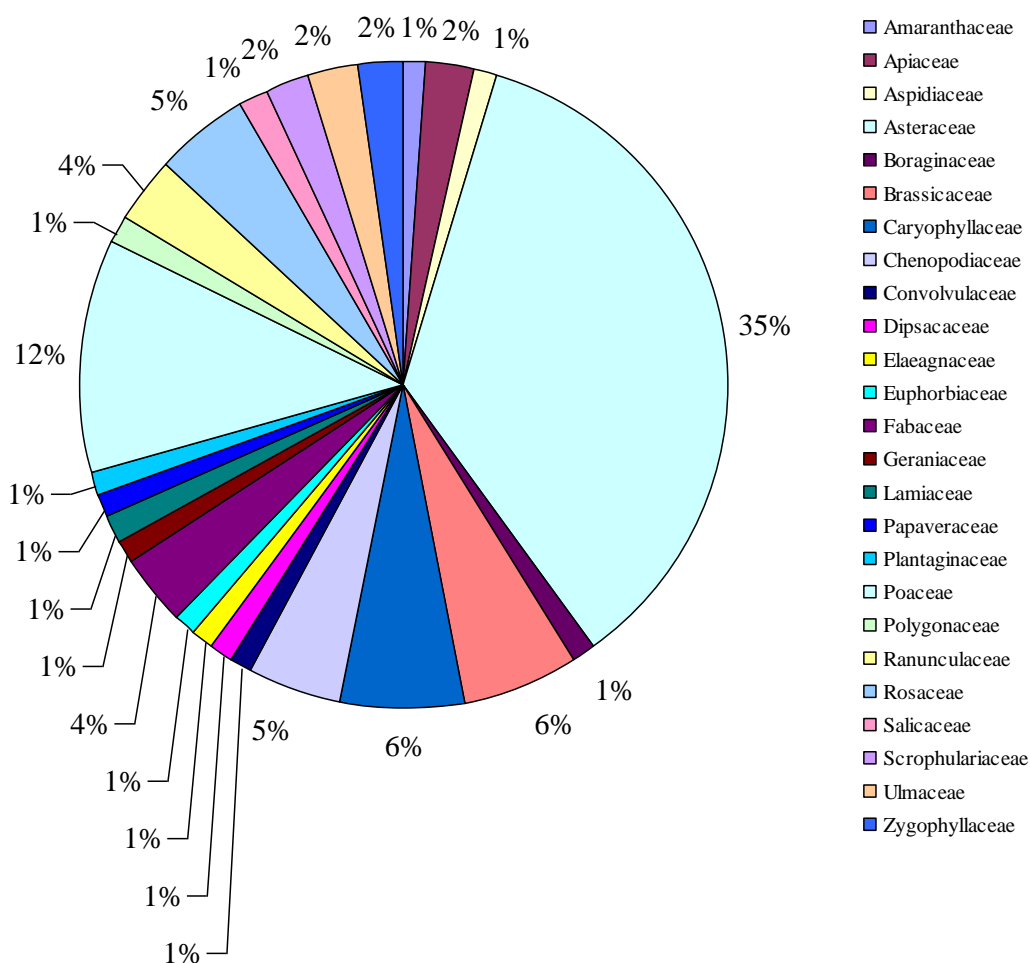


Рисунок 4.1 - Частки участі родин вищих судинних рослин на досліджуваних відвалах

Таблиця 4.1 - Петрофітність родин літофільних рослинних угруповань Лівобережних відвалів Південного гірничозбагачувального комбінату Кривбасу

№№ п/п	Родини	Число видів	В т.ч. петрофітів	Індекс петрофітності, %
1.	Amaranthaceae	2	-	0
2.	Apiaceae	3	-	0
3.	Aspidiaceae	2	2	100,0
4.	Asteraceae	32	6	18,75
5.	Boraginaceae	2	-	0
6.	Brassicaceae	6	4	66,7

Продовження табл. 4.1

7.	Caryophyllaceae	6	2	33,3
8.	Chenopodiaceae	5	-	0
9.	Convolvulaceae	2	-	0
10.	Dipsacaceae	2	-	0
11.	Elaeagnaceae	2	-	0
12.	Euphorbiaceae	2	2	100,0
13.	Fabaceae	3	3	100,0
14.	Geraniaceae	2	2	100,0
15.	Lamiaceae	2	2	100,0
16.	Papaveraceae	2	-	0
17.	Plantaginaceae	2	2	100,0
18.	Poaceae	11	8	72,7
19.	Polygonaceae	3	-	0
20.	Ranunculaceae	4	-	0
21.	Rosaceae	5	2	40,0
22.	Salicaceae	2	-	0
23.	Scrophulariaceae	3	2	66,7
24.	Ulmaceae	3	2	66,7
25.	Zygophyllaceae	3	-	0
Всього:		111	39	35,13

На північно-східному схилі Лівобережних відвалів в літоекотопі, складеному серицит-хлоритовими та кварц-хлорит-біотитовими сланцями, неокисленими та окисленими кварцитами, є сформоване перлівко-різнотравне угруповання фрагментарно-лопатевого характеру нисхідної ценохорії з покриттям поверхні субстрату на 32%, щільність рослин від 2 до 5 екземплярів на 1м<sup>2</sup>. Нижня частина схилу з середньо та крупноуламковим складом скельних порід майже вільна за винятком поодинокі розсіяних рослин *Zygophyllum fabago* та *Crambe tataria*. Схил підпирається пухкими розкривними породами та обплямований окремими рослинами *Melica transsilvanica* та *Crambe tataria*. Останнє свідчить, що верхня частина схилу при автомобільній відсипці була вкрита більшою масою, більш товстим шаром скельних порід, а нижня зі скельними породами мало присипана більш тонким шаром пухких гірських порід і це блокує розвиток рослин, крім стійких на даному скельному субстраті вище названих видів. Травостан цього

літоекотопу несутільний: фрагментарно розміщена *Melica transsilvanica*, нерівномірно дифузно *Crambe tataria*, *Erigeron canadensis*, *Melilotus albus*, *Grindelia squarrosa*, *Artemisia absinthium*, *Poa compressa*, *Linaria genistifolia*, *Zygophyllum fabago*, *Achillea submillefolium*, *Kochia scoparia*, *Polygonum aviculare*, *Berteroa incana*, *Gypsophilla perfoliata*, *Diploaxis muralis*, *Senecio jacobaea*.

В другому літоекотопі цього схилу при малому (12%) покритті субстрату розвивається розірвано-фрагментарне перлівко-катрано-паролистоє угруповання з незначною (5 екземплярів на 1м<sup>2</sup>) щільністю рослин. Розміщення ценопопуляції *Melica transsilvanica* на схилі струминно-розірване, дуговидно нисхідне і місцями плямисте. Рослини *Crambe tataria* і *Zygophyllum fabago* розташовані нерівномірно по одинці, в нижній частині трапляються окремі екземпляри *Tribulus terrestris*, підніжжя схилу знову займає *Melica transsilvanica* лінійно з домішками *Artemisia absinthium*, *Poa compressa*, *Taraxacum officinale*, *Crepis tectorum*, *Diploaxis muralis*, *Artemisia austriaca*, *Grindelia squarrosa*, *Bromus squarrosus*, *Consolida regalis*, *Berteroa incana*, *Poa angustifolia*, *Cichorium intybus*, *Medicago romanica*, *Convolvulus arvensis*.

На Лівобережних відвалах зустрічаються літоекотопи, розчленовані широкими (до 3 м) улогвинами при однаковій нисхідній ценохорії на схилах перлівко-різнотравних і перлівко-тонконогових угруповань та наявності на площах вершин і схилів таких деревних і чагарникових видів як *Populus deltoides*, *Elaeagnus argentea*, *Rosa dumalis*, *Armeniaca vulgaris*, *Ulmus laevis*.

В літоекотопі, де розвивається перлівко-різнотравне угруповання, субстрат складають суміш таких гірських порід як кварц-серицит-біотитові сланці, неокислені та окислені кварцити, рослини *Melica transsilvanica* розміщені розірвано-фрагментарно зі щільністю від 6 до 5 екземплярів на 1м<sup>2</sup>, загальне покриття поверхні схилу 28%, в травостані *Artemisia absinthium*, *Lotus corniculatus*, *Crepis tectorum*, *Bromopsis inermis*, *Dianthus lanceolatus*, *Polygonum aviculare*, *Scabiosa ochroleuca*, *Medicago romanica*, *Dodartia*

*orientalis*, *Daucus carota*, *Xeranthemum annuum*, *Achillea submillefolium*, *Crambe tatarica*, *Diploaxis muralis*, *Potentilla argentea*, *Serratula xeranthemoides*, *Poa angustifolia*, *Centaurea diffusa*, *Melilotus albus*, *Senecio jacobaea*, *Erodium cicutarium*, *Artemisia austriaca*, *Stachys recta*, *Condrilla juncea*, *Silene vulgaris*, *Solidago graminifolia*, *Linaria genistifolia*.

На західному схилі нероз'ємної смуги лівобережних відвалів Південного гірничозбагачувального комбінату в літоекотопі, субстратну основу якого складають кварц-серицит-амфіболові, кварц-біотит- амфіболові сланці та малорудні неокислені кварцити, розвивається перлівко-полинно-різнотравне рослинне угруповання фрагментарно-розчленоване при «сповзаючій» нисхідній ценохорії, з покриттям субстрату до 65% та зрідка розкиданими деревцями *Populus deltoides* і щільністю травостану від 8 до 20 екземплярів на 1 м<sup>2</sup>. *Melica transsilvanica* наявна в усіх фрагментах цього угруповання з властивим їй ценопопуляціям пунктирно-нерівномірним розсіюванням. *Artemisia absinthium* розміщена окремими куртинами та розсіяно, в травостані є поодинокі рослини айстрових (*Grindelia squarrosa*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Centaurea diffusa*, *Crepis tectorum*, *Senecio vulgaris*, *Erigeron canadensis*), гвоздикових (*Silene ucrainica*, *Dianthus deltoides*, *Gypsophilla perfoliata*), амарантових/лободових (*Atriplex tatarica*, *Kochia scoraria*), капустяних (*Diploaxis muralis*, *Crambe tatarica*), молочайних (*Euphorbia seguieriana*), подорожникових (*Linaria genistifolia*), бобових (*Melilotus albus*), а також інші види: *Silaum alpestre*, *Phragmites australis*, *Echium vulgare*, *Consolida regalis*, *Lactuca tatarica*, *Lactuca saligna*, *Achillea nobilis.*, при цьому ці останні види з'явилися в локусах змиву пухких розкривних порід з пласкої поверхні платовидної вершини.

В літоекотопі лівобережних відвалів, де кварц-серицит-амфіболові та біотит-хлоритові сланці та неокислені кварцити мають значний домішок свіже відсипаних окислених кварцитів розвивається злинко-споришово-кохійно-різнотравне піонерне угруповання з достатньою щільністю (до 30-40 молодих рослин на 1м<sup>2</sup>) та домішками інших видів при пунктирно-дифузному більш-

менш рівномірному розміщенні рослин ценопопуляцій. У рослинному покриві цієї ділянки переважають *Centaurea diffusa*, *Kochia scoraria*, *Erigeron canadensis* і *Polygonum aviculare*; разом із ними стабільно трапляються *Gypsophilla perfoliata*, *Diploaxis muralis*, *Linaria genistifolia*, *Silene ucrainica*, *Crepis tectorum* та *Senecio jacobaea*. Окремими плямами відмічено участь *Melica transsilvanica*. Як супутні компоненти травостану фіксуються *Melilotus albus*, *Achillea nobilis* і *Artemisia absinthium*.

В літоекотопі схилу східної тераси на біотит-хлоритовому сланцевому субстраті з неокисленими кварцитами розвивається моновидне перлівкове угруповання при лінійно-поперечній висхідній ценохорії (щільність 5-6 рослин на 1 м<sup>2</sup>). *Melica transsilvanica* виявляє достатню екологічну спроможність (потенційні можливості чи екоморфічну валентність) в якості піонерного виду, проте такого, який здатний утримувати екологічні позиції на другій і, навіть, подальших стадіях відтворення корінної степової рослинності.

В літоекотопі північно-західної частини лівобережних вілвалів (на субстратах безрудних і малорудних залізистих кварцитів і кварц-серицит-амфіболових і серицит-хлоритових сланцях склалося перлівко-буркунове угруповання з дрібноплямистим дифузно-нерівномірним розміщенням рослин *Melica transsilvanica* з типовою нисхідною ценохорією, зі щільністю рослин перлівки від 8 до 12 екземплярів на 1 м<sup>2</sup>. На дослідженій ділянці домінантом травостану виступає *Melica transsilvanica*, яка формує щільний покрив і займає орієнтовно 62–75% поверхні субстрату. Інші види представлені поодинокими екземплярами й трапляються зрідка, розсіяно по площі: *Kochia scoraria*, *Erigeron canadensis*, *Senecio jacobaea*, *Achillea nobilis*, *Artemisia absinthium*, *Melilotus albus*, *Crambe tataria*, *Silene ucrainica*, *Poa angustifolia*, *Crepis tectorum*, *Linaria genistifolia*, *Medicago romanica*. Рослинні рештки на поверхні субстрату відсутні, що вказує на те, що *Melica transsilvanica* займає це угруповання як нещільнокущовий тонконоговий вид без проміжних стадій і фаз.

В літоекотопі східного схилу Лівобережних відвалів на амфібол-біотитових сланцях і неокислених кварцитах розвивається фрагментарно розчленоване перлівко-різнотравне рослинне угруповання з поодинокими рослинами *Rosa canina*, *Populus deltoides*, *Ulmus caprinifolia*, *Rosa corymbifera*, при загальному покритті поверхні 46%, розірваній, віяло-деревній ценохорії. *Melica transsilvanica* розчленованими смуговидними фрагментами та окремими плямами частково покриває схил разом з одиничними рослинами *Erigeron canadensis*, *Artemisia absinthium*, *Centaurea diffusa*, *Melilotus albus*, *Achillea nobilis*, *Crepis tectorum*, *Kochia scoparia*, *Crambe tataria* *Senecio jacobaea*. Нижня частина схилу з уламками сланців до 20 см майже зовсім оголена.

В ближньому до цього літоекотопі, на фоні більших домішок неокислених кварцитів, перлівко-різнотравне угруповання займає лише верхню (20-30м) частину схилу і в своєму складі має одновидові смуги *Melica transsilvanica* та змішані з *Kochia scoparia*, *Polygonum aviculare*, *Lactuca serriola*, *Crepis tectorum*, *Linaria genistifolia*, *Poa angustifolia*, *Achillea nobilis*, *Erigeron canadensis*, *Artemisia absinthium*, *Silene ucrainica*, *Phragmites australis*, *Achillea nobilis*.

На північній експозиції Лівобережних відвалів, на субстратах із кварц-серицит-біотитових і кварц-хлорит-біотитових сланців у поєднанні з неокисленими кварцитами, рослинний покрив має мозаїчний і загалом розріджений характер. Тут сформувалося угруповання з участю *Crambe tataria*, *Gypsophilla perfoliata* та *Zygophyllum fabago*, де щільність рослин зазвичай становить близько 1–3 особини на 1 м<sup>2</sup>. У міжкуртинних проміжках зрідка з'являються супутні види — *Polygonum aviculare*, *Kochia scoparia* та *Erigeron canadensis*. Загальне проективне покриття поверхні субстрату не перевищує приблизно 12%.

На вирівняній платоподібній поверхні Лівобережних відвалів, у літоекотопі з ущільненою коркою та субстратом, складеним дрібноуламковим і щербеним матеріалом окислених і неокислених кварцитів у поєднанні з

амфіболовими та кварц-серицит-біотитовими сланцями, спостерігається перехід від раннього до більш розвиненого етапу заростання скельних порід. Базовий «каркас» угруповання формують *Erigeron canadensis*, *Kochia scoparia* і *Polygonum aviculare* — місцями вони змикаються та утворюють майже суцільний покрив. На цьому тлі з'являються види, характерні для другої–третьої фаз сукцесії: приєднуються *Melilotus albus* і *Artemisia absinthium*, а також стабільно присутні *Silene ucrainica*, *Achillea nobilis*, *Crepis tectorum*, *Centaurea diffusa*, *Grindelia squarrosa*, *Linaria genistifolia*, *Gypsophilla perfoliata*, *Diplotaxis muralis* та *Crambe tataria*.

Серед великих брил в окремих місцях дуже рідко трапляються одиничні рослини *Dryopteris filixmas*, що цілком відповідає петрофільній природі цього виду.

В літоекотопі платовидної вершини Лівобережних відвалів на субстраті з переважанням окислених кварцитів з домішками неокислених кварцитів і біотит-амфіболових сланців формується розірвано-плямисте угруповання піонерного типу з *Erigeron canadensis*, *Kochia scoparia*, *Diplotaxis muralis*, *Gypsophilla perfoliata*, *Polygonum aviculare*, тільки в місцях дрібноуламкових локусів, крім того трапляються рослини *Centaurea diffusa*.

На південно-східній експозиції Лівобережних відвалів літоекотоп сформований строкатою сумішшю порід: тут поєднуються неокислені й окислені кварцити та амфіболові й кварц-серицитові сланці, представлені матеріалом різної крупності — від дрібнозернистої фракції (h1) до великих брил. У таких контрастних субстратних умовах рослинний покрив перебуває на початковій стадії самозаростання і має риси піонерної рослинності. Основу угруповання становлять види, характерні для ранніх сукцесійних етапів: *Silene ucrainica*, *Crambe tataria*, *Erigeron canadensis*, *Gypsophilla perfoliata*, *Kochia scoparia*, *Polygonum aviculare*, а також *Ambrosia artemisiifolia* і *Cyclachaena xanthifolia*. Окремими екземплярами чи невеликими плямами трапляються *Crepis tectorum*, *Centaurea diffusa*, *Linaria genistifolia* та *Herniaria besseri*.

На щербенистих, техногенно порушених ділянках платоподібної поверхні старої відсипки Лівобережних відвалів, де у складі субстрату переважають окислені й неокислені кварцити та амфіболові сланці, сформувався серійний рудерально-різнотравний фітоценоз злинково-латуково-лещицевого типу. Проективне покриття тут невисоке й зазвичай становить близько 20–30%. Угруповання характеризуються флористичним збідненням: на площі 100 м<sup>2</sup> фіксують у середньому 8–14 видів. Щільність травостану суттєво варіює — від 20 до 115 особин на 1 м<sup>2</sup>, що відображає мозаїчність умов і нерівномірність заростання.

Продуктивність біомаси також змінюється протягом літа: у липні зелена маса досягає приблизно 0,9 кг/м<sup>2</sup>, а в серпні знижується до 0,7 кг/м<sup>2</sup>; повітряно-суха маса відповідно становить близько 0,3 кг/м<sup>2</sup> у липні та 0,17 кг/м<sup>2</sup> у серпні. У структурі травостану провідну роль відіграють *Erigeron canadensis*, *Lactuca tatarica* та *Gypsophilla perfoliata*. Інші види трапляються епізодично й не формують значного покриття, зокрема: *Grindelia squarrosa*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Cyclachaena xanthifolia*, *Artemisia absinthium*, *Salsola iberica*, *Barkhausia rhoeadifolia*, *Tripolium vulgare*, *Diplotaxis muralis*, *Crambe tatarica*, *Lactuca saligna*, *Melilotus albus*, *Silene ucrainica*, *Sisymbrium loselii*, *Erysimum diffusum*, *Silene cretaceae*, *Carduus acanthoides* та *Achillea ochroleuca*.

Літоекотоп, основу якого складають кварц-серицитові та серицит-хлоритові сланці, безрудні неокислені кварцити з невеликими домішками окислених кварцитів, відзначається розріженим злинко-кохійно-споришевим угрупованням, яке постійно поповнюється новими сходами цих рослин. У складі травостану переважають *Kochia scoraria* та *Erigeron canadensis*; разом із ними постійно відмічаються *Centaurea diffusa*, *Polygonum aviculare*, *Grindelia squarrosa*, *Silene ucrainica* і *Gypsophilla perfoliata*.

У літоекотопі південного схилу Лівобережних відвалів, де поверхня складена біотит-хлоритовими та кварц-біотит-амфіболовими сланцями у поєднанні з нерудними й окисненими кварцитами, рослинність формується в умовах нисхідної ценохорії та локального струминного змиву. Додаткове

надходження дрібнозему забезпечується змиванням частинок із лесовидних суглинків, що створює плямисті мікроумови з різною забезпеченістю вологою та субстратом. Деревні породи (*Ulmus caprinifolia* та *Populus deltoides*) розміщені розсіяно, не утворюючи суцільного пологу, тому трав'яний ярус розвивається фрагментарно й мозаїчно.

Основу угруповання становить перлівково-різнотравний комплекс, у якому провідними компонентами є злаки *Bromopsis inermis*, *Melica transsilvanica*, *Anisantha tectorum*, *Poa compressa*, *Festuca valesiaca* та *Agropyron rectinatum*. Локально з'являється *Elytrigia repens* — вид, поява якого типова для відновлення рослинності на більш пухких і дрібноземистих субстратах. У складі різнотрав'я та супутніх рудеральних видів відмічені *Silaum alpestre*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Aster amellus*, *Grindelia squarrosa*, *Plantago lanceolata*, *Salsola iberica*, *Scabiosa ochroleuca*, *Carduus acanthoides*, *Ceratocephala testiculata*, *Lactuca tatarica*, *Silene ucrainica*, *Atriplex tatarica*, *Echium vulgare*, *Crambe tatarica*, *Consolida paniculata*, *Polygonum aviculare*, *Glaucium corniculatum*, *Cirsium setosum*, *Tragopogon major*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Solidago virgaurea*, *Amaranthus albus*, *Lactuca serriola*. Загалом для Лівобережних відвалів флористична структура літофільних угруповань за родинами характеризується такими убуваючими рядами.

I. За кількістю видів: Asteraceae (32) → Poaceae (11) → Brassicaceae (6) → Caryophyllaceae (6).

II. За кількістю петрофітів: Poaceae (8) → Asteraceae (6) → Brassicaceae (4) → Fabaceae (3).

III. За індексом петрофітності (%): Fabaceae (100,0) → Poaceae (72,7) → Rosaceae (40,0) → Asteraceae (18,75)

#### 4.2 Екоморфічний аналіз рослинності Лівобережних відвалів Кривбасу

Життєві форми рослин, як сукупність габітуальних рис, сформованих в ході адаптивної еволюції, в інтегральній формі відображають складні взаємини між видами рослин і умовами середовища. Як відомо, в сформованих стабільних природних рослинних угруповань малорічники практично відсутні. Збільшення їх кількості, як правило, пов'язане з антропогенною трансформацією рослинного покриву.

Вивчено представленість трофоморф (по А. Л. Бельгард) - груп видів по їх екологічному оптимуму відносно трофності (родючості) ґрунту. Ценоморфа - це форми рослин, приурочені до тих чи інших ценозів [8]. Велике число видів рудерантів - мешканців антропогенних рослинних угруповань, відображає значну порушеність рослинного покриву. Гігроморфи – це форми рослин, що приурочені до ділянок з різним ступенем зволоженості. Геліоморфи – це форми рослин, які надають перевагу різному ступеню освітлення.

Таблиця 4.2 - Екоморфічний аналіз флори північно-східного схилу Лівобережних відвалів в літоекотопі, що складений серицит-хлоритовими та кварц-хлорит-біотитовими сланцями, неокисленими та окисленими кварцитами

Вид	Трофоморфа	Гігроморфа	Геліоморфа	Ценоморфа
<i>Artemisia absinthium</i>	MsTr	KsMs	He	Ru
<i>Achillea submillefolium</i>	MgTr	KsMs	He	StPr
<i>Berteroa incana</i>	Og-MgTr	MsKs	ScHe	Ru
<i>Crambe tataria</i>	MgTr	MsKs	He	St
<i>Diplotaxis muralis</i>	MsTr	Ks	ScHe	PtrRu
<i>Erigeron canadensis</i>	Og-MgTr	MsKs	ScHe	Ru
<i>Grindelia squarrosa</i>	Og-MgTr	MsKs	He	Ru
<i>Gypsophilla perfoliata</i>	AlkTr	Ms	He	HalPr

Продовження табл. 4.2

<i>Kochia scoparia</i>	MsTr	KsMs	He	Ru
<i>Linaria genistifolia</i>	Og-MsTr	Ks	He	PtrPs
<i>Melica transsilvanica</i>	MsTr	KsMs	ScHe	SilSt
<i>Melilotus albus</i>	MsTr	HgMs	He	PalPr
<i>Poa compressa</i>	Og-MsTr	MsKs	ScHe	RuSt
<i>Polygonum aviculare</i>	MsTr	MsKs	ScHe	Ru
<i>Senecio jacobaea</i>	MsTr	KsMs	He	PrRu
<i>Zygophyllum fabago</i>	OgTr	KsMs	He	RuPr

Умовні позначення: трофоморфи: OgTr. - Оліготрофи, MsTr. - Мезотроф, MgTr. - Мегатроф; гігроморфи: Ks. - Ксерофіт, EuKs. - Еуксерофіт, Ms. - мезофіт, Hg. - Гигрофіла; геліоморфи: He. - Геліофіт, Sc. - Сціофіт; ценоморфи: Pr. - Пратант, Ps. - Псаммофіт, Ru. - Рудерант, Sil. - Сільвант, Pal - гелофіт, St. - Степант, Cul - культурний вид.

На данному літоекотопі зафіксовано 16 видів вищих судинних рослин. Проективне покриття поверхні субстрату характеризується на рівні 32%, щільність рослин від 2 до 5 екземплярів на 1м<sup>2</sup>.

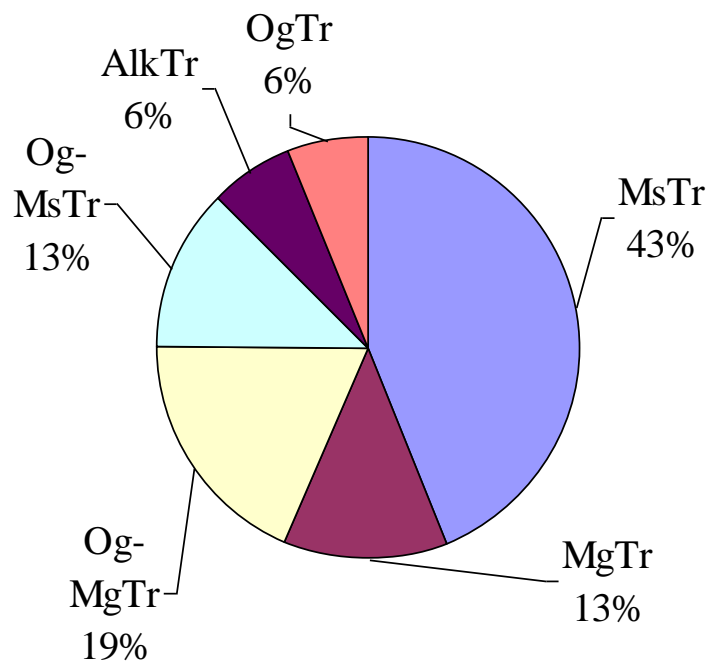


Рисунок 4.2 - Трофоморфічна структура флори північно-східного схилу Лівобережних відвалів в літоекотопі, що складений серицит-хлоритовими та кварц-хлорит-біотитовими сланцями, неокисленими та окисленими кварцитами

В структурі трофоморф домінують мезотрофні види рослин, що свідчить про середній рівень ступеню мінералізації ґрунтового розчину. Усі інші трофоморфи займають підлегле положення та мають ступінь участі 6-19 %.

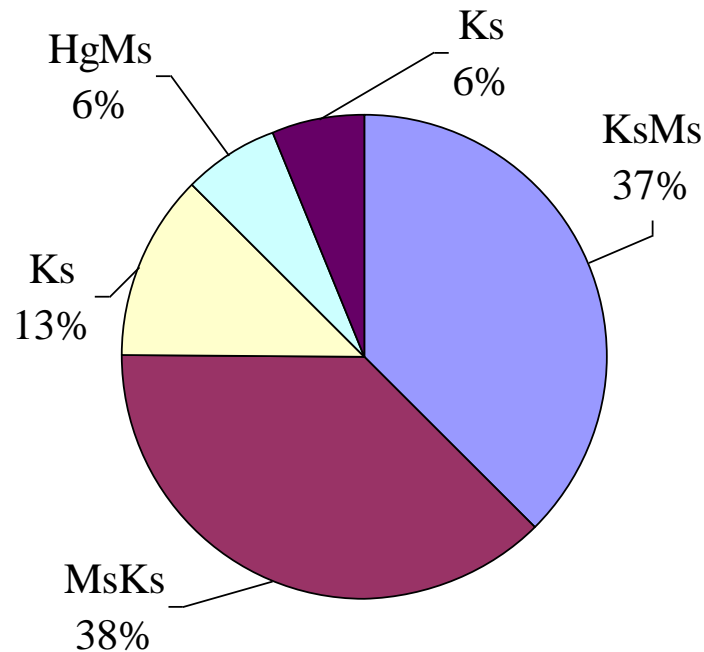


Рисунок 4.3 - Гігоморфічна структура флори північно-східного схилу Лівобережних відвалів в літо екотопі, що складений серицит-хлоритовими та кварц-хлорит-біотитовими сланцями, неокисленими та окисленими кварцитами

В структурі гігоморф домінують ксеромезофільні та мезоксерофільні види рослин, що свідчить про середній рівень зволоження субстрату. Усі інші гігоморфи займають підлегле положення та мають ступінь участі 6-13 %.

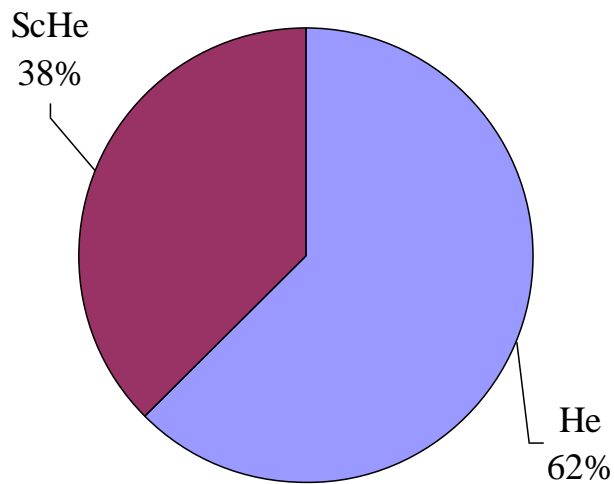


Рисунок 4.4 - Структура геліоморф флори північно-східного схилу Лівобережних відвалів в літо екотопі, що складений серицит-хлоритовими та кварц-хлорит-біотитовими сланцями, неокисленими та окисленими кварцитами

В структурі геліоморф домінують геліофіти (62 %). У підлеглому положенні знаходяться сциогеліофіти (38 %). Це свідчить про високий ступінь освітлення території.

Екологічне середовище території формується під впливом комплексу фізико-географічних чинників, серед яких провідне значення мають літологічні особливості ґрунтоутворювальних порід і ґрунтів, їхні типи та відміни, геоморфологічна приуроченість, кліматичні параметри й характер рослинного покриву. Водночас істотних змін середовище набуває внаслідок господарської діяльності людини, яка здатна трансформувати як абіотичні умови (структуру та властивості субстрату, водний режим, мікроклімат), так і біотичні компоненти. У результаті екологічні умови є динамічними та просторово неоднорідними, а варіації їхнього якісного й кількісного прояву безпосередньо відображаються на структурі й функціонуванні рослинності.

Фітоценози та видовий склад рослин, що їх утворюють, інтегрують сумарну дію факторів середовища, які визначили формування угруповання та його сучасний стан. У цьому контексті екоморфічний аналіз флори є інформативним інструментом, оскільки дозволяє оцінити еколого-біологічні властивості видів і виявити характер їхньої приуроченості до певних градацій зволоження, трофності, освітленості та інших умов, а також описати взаємозв'язки між рослинними організмами й факторами середовища, на тлі яких вони існують. [5; 6]

Одним із найбільш результативних підходів до оцінювання стану екосистем, прогнозування напрямків їхніх змін та визначення рівнів антропогенно-техногенного навантаження є моніторинг рослинності, що базується на систематичних і тривалих спостереженнях. Саме рослинний покрив, як відносно інерційний і водночас чутливий компонент екосистем, швидко реагує на зміни умов середовища й може слугувати надійним індикатором деградаційних процесів або, навпаки, відновлення рослинності на порушених територіях. [5; 6]

## РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1. Структура управління охороною праці на підприємстві, обов'язки роботодавця

Нормативно-правову основу охорони праці в Україні становлять положення Конституції України, Кодексу законів про працю та спеціального законодавства у сфері охорони праці [1–3]. У цих актах закріплено право працівника на безпечні й нешкідливі умови праці та визначено відповідальність роботодавця за створення й підтримання таких умов. Роботодавець зобов'язаний організувати систему управління охороною праці, запобігати виробничому травматизму та професійним ризикам, забезпечувати навчання і інструктажі персоналу, а також здійснювати постійний контроль за дотриманням вимог безпеки на робочих місцях [2–3].

На Криворізькому ГЗК загальну відповідальність за стан охорони праці несе керівник підприємства (директор). Для практичного впровадження політики безпеки праці та щоденної координації заходів наказом по підприємству визначається посадова особа (інженер з охорони праці), яка організовує функціонування СУОП, проводить (або забезпечує проведення) інструктажі, бере участь у внутрішніх перевірках і аудитах, контролює виконання приписів, а також долучається до розслідування нещасних випадків і аналізу причин небезпечних подій [3]. У структурних підрозділах призначаються відповідальні керівники/майстри, які відповідають за безпечне

виконання робіт безпосередньо на виробничих ділянках і дотримання локальних регламентів.

Функціонування СУОП передбачає наявність затверджених локальних документів (положень, інструкцій, процедур), регулярні огляди та перевірки стану охорони праці, виявлення небезпек і аналіз причин потенційно аварійних ситуацій, планування та фінансування профілактичних заходів [3]. Обов'язковими елементами є забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, спецодягом і спецвзуттям, організація належних санітарно-побутових умов (роздягальні, душові тощо), а також розміщення наочних матеріалів із безпеки (плакати, попереджувальні знаки) [3]. Громадський контроль за станом охорони праці може здійснюватися уповноваженими представниками трудового колективу/профспілки в межах чинного законодавства та внутрішніх актів підприємства [3].

## 5.2. Електробезпека та основні заходи профілактики електротравматизму

Електробезпека є системою організаційних і технічних рішень, спрямованих на недопущення ураження працівників електричним струмом, впливу електричної дуги, електромагнітних полів та статичної електрики. Порядок безпечної експлуатації електроустановок споживачів, вимоги до персоналу, правила допуску до робіт та організація робіт в електроустановках визначаються відповідними нормативними документами [4].

На підприємстві (Криворізький ГЗК) наказом керівника призначається відповідальний за електрогосподарство, який організовує безпечну експлуатацію електроустановок і контролює дотримання вимог електробезпеки. Також визначається склад електротехнічного персоналу (адміністративно-технічний, оперативний, оперативно-ремонтний), його

функції та зони відповідальності. До виконання робіт в електроустановках допускаються лише працівники, які пройшли навчання і перевірку знань, отримали відповідну групу з електробезпеки та оформлені до самостійної роботи у встановленому порядку [4].

Профілактика електротравматизму в діючих електроустановках забезпечується поєднанням організаційних і технічних заходів. До організаційних належать: визначення порядку виконання робіт (за нарядом-допуском, розпорядженням або в порядку поточної експлуатації), призначення відповідальних осіб (керівника робіт, допускателя, наглядача та ін.), підготовка робочого місця, оформлення та проведення допуску, контроль (нагляд) під час виконання робіт, а також правильне завершення робіт із належним оформленням перерв і закриттям документації [4]. Додатково важливими є суворе дотримання технологічної дисципліни, системне забезпечення персоналу засобами захисту, їхня справність та регулярний самоконтроль працівників під час виконання робіт [4].

### 5.2.1. Основні причини електротравматизму

Електротравматизм на виробництві найчастіше зумовлюється відхиленнями від вимог нормативних документів і місцевих інструкцій, порушенням технології виконання робіт, а також недостатнім рівнем підготовки персоналу. У практиці охорони праці причини електротравм доцільно систематизувати за кількома групами: технічні (несправність обладнання, пошкодження або старіння ізоляції, дефекти електричних апаратів), організаційно-технічні (помилки під час підготовки робочого місця, відсутність або неналежне встановлення огорожень, попереджувальних знаків, блокувань), організаційні (порушення порядку допуску до робіт, невиконання вимог наряду/розпорядження, відсутність належного нагляду та контролю), а також організаційно-соціальні (людський фактор, втома, поспіх, недисциплінованість, ігнорування засобів захисту) [4]. Сукупність цих

чинників підвищує імовірність контакту зі струмоведучими частинами або потрапляння в зону дії електричної дуги та небезпечних напруг дотику.

### 5.2.2. Основні технічні засоби захисту від електротравматизму

Технічні засоби запобігання ураженню електричним струмом охоплюють комплекс рішень, спрямованих на унеможливлення доступу до струмоведучих частин і швидке відключення мережі у разі пошкоджень. До базових заходів належать застосування робочої, подвійної або підсиленої ізоляції, огороження чи закриття струмоведучих елементів, використання блокувальних пристроїв, попереджувальної сигналізації та знаків безпеки. Важливу роль відіграє автоматичне швидкодіюче вимкнення аварійних ділянок (у тому числі із застосуванням пристроїв захисного вимкнення), а також захисне заземлення, занулення та вирівнювання потенціалів, що зменшують небезпечні напруги дотику [4].

Додатково ризик електротравм знижується завдяки застосуванню малої напруги для переносного електроінструменту та освітлення у випадках, коли цього потребують умови робіт, а також використанню роздільних (ізолювальних) трансформаторів за умови дотримання вимог їх експлуатації [4]. Обов'язковою складовою технічного захисту є забезпечення працівників діелектричними засобами (рукавицями, килимками, підставками та ін.) і їх застосування відповідно до виду робіт та категорії приміщень/умов виконання робіт [4].

### 5.3. Охорона праці при роботі з електронно-обчислювальними машинами

Безпечна робота працівників з екранними пристроями (персональні комп'ютери, монітори, робочі станції, ноутбуки тощо) має організовуватися відповідно до чинних мінімальних вимог щодо безпеки та збереження здоров'я під час роботи з екранними пристроями. Вони визначають загальні правила облаштування робочого місця, інформування працівників про можливі ризики, вимоги до організації режиму праці та відпочинку, а також обов'язки роботодавця щодо профілактики перевтоми й професійних ризиків [27].

На практиці запобігання перевтомі та зоровому перенапруженню забезпечується насамперед правильною організацією робочого місця (ергономічне розташування екрана, клавіатури та миші, відповідність висоти стола і крісла антропометричним показникам працівника), оптимальним освітленням без відблисків на екрані та підтриманням прийняттого мікроклімату в приміщенні. Важливими є також регламентовані перерви та чергування видів діяльності (перехід від роботи за екраном до завдань без інтенсивного зорового навантаження), що знижує ризик функціональних порушень і підвищує працездатність [27].

Для працівників, які виконують навчальні, проєктні або адміністративні завдання із тривалим використанням комп'ютерної техніки, режим праці доцільно встановлювати з урахуванням фактичної тривалості роботи з екраном протягом зміни, характеру навантаження та внутрішніх регламентів підприємства, не відступаючи від вимог охорони праці [27].

#### 5.4. Основні заходи пожежної безпеки на підприємстві

Пожежна безпека на підприємстві забезпечується комплексом організаційних і технічних заходів, що спрямовані на попередження пожеж, обмеження поширення вогню, своєчасне реагування на загоряння та безпечну евакуацію людей. Загальні вимоги до протипожежного режиму, утримання територій і приміщень, а також обов'язки посадових осіб визначаються чинними Правилами пожежної безпеки в Україні [26]. Додатково в системі управління безпекою праці доцільно орієнтуватися на підходи стандарту ISO 45001 щодо ризик-орієнтованого управління небезпеками та процедур реагування на аварійні ситуації [28].

На підприємстві встановлюють протипожежний режим, призначають відповідальних осіб за пожежну безпеку в підрозділах, організовують інструктажі та контроль знань персоналу. Регулярно перевіряють стан шляхів евакуації, справність і доступність первинних засобів пожежогасіння, пожежного інвентарю та засобів зв'язку. Територія й приміщення мають утримуватися без захаращення, із забезпеченням вільного доступу до евакуаційних виходів, проїздів для спецтехніки та вододжерел [26].

Окрему увагу приділяють пожежній безпеці електрогосподарства: електрообладнання повинно експлуатуватися у справному стані, із застосуванням штатних засобів захисту, без тимчасових і небезпечних підключень; необхідні періодичні огляди, профілактичне обслуговування та очищення обладнання від пилу й горючих відкладень [26]. Після завершення робіт відповідальні особи (або черговий персонал) проводять огляд приміщень, контролюють відключення електроспоживачів, дотримання правил зберігання матеріалів та відсутність факторів, що можуть спричинити займання [26].

## 5.5 Техніка безпеки та організація роботи підприємства в умовах воєнного стану

В умовах воєнного стану будь-яке підприємство працює у середовищі підвищеної непередбачуваності: можливі повітряні тривоги, вибухи та уламкові ураження, перебої електропостачання і зв'язку, ускладнення логістики, затримки екстрених служб, а також загальне зростання психоемоційного навантаження на працівників. Це означає, що охорона праці має виконувати не лише “класичну” функцію запобігання травматизму на робочому місці, а й доповнюватися елементами цивільного захисту: чіткими правилами поведінки під час сигналів оповіщення, організацією укриття, плануванням евакуації, готовністю до аварійних сценаріїв, а також систематичним навчанням персоналу. Такий підхід узгоджується з загальними вимогами законодавства у сфері охорони праці й цивільного захисту та практикою організації безпечної роботи в кризових умовах [1–4].

Насамперед важливо, щоб на підприємстві був не формальний, а реально працюючий порядок дій під час повітряної тривоги. Працівник має розуміти, що сигнал “Повітряна тривога” — це не інформаційне повідомлення, а команда негайно перейти в режим збереження життя. У воєнний час саме дисципліна і передбачуваність дій зменшують ризик травмування: людина не витрачає час на сумніви, не намагається “додобити ще хвилину”, не повертається по речі, не шукає, куди бігти, і не створює паніки. Тому адміністрація підприємства повинна завчасно визначити, де саме розташоване укриття або інше місце тимчасового захисту, як до нього найшвидше дістатися з кожної ділянки, хто відповідає за оповіщення, хто контролює припинення робіт, хто перевіряє, чи всі працівники дісталися безпечної зони, і хто приймає рішення про відновлення робіт лише після офіційного відбою та оцінки ризиків [2, 3, 5, 7]. Такі рішення не повинні залежати від випадку або “усної

домовленості”, адже в стресових ситуаціях люди помиляються частіше, а помилки можуть мати високу ціну [1, 5].

Для підприємства, пов'язаного з гірничими роботами, кар'єрами, відвалами та техногенними ділянками, принципово важливо мати окремо пропрацьований алгоритм для відкритих просторів. На відміну від офісного приміщення, де працівник може просто вийти до коридору чи сходової клітки, робота на відкритому майданчику пов'язана з рухом техніки, перепадами висот, пилом, обмеженою видимістю, можливістю падіння породи, наявністю електрообладнання та ризиком травмування при поспішному пересуванні. Тому під час тривоги роботи повинні бути припинені настільки безпечно, наскільки це можливо в конкретному технологічному процесі: механізми зупиняються, небезпечні операції завершуються мінімально необхідним чином, працівники організовано залишають зону підвищеного ризику і прямують до визначеного укриття. Ключове тут — не швидкість “будь-якою ціною”, а поєднання швидкості та безпеки: біг у зоні роботи техніки або на нестійких поверхнях інколи створює не меншу загрозу, ніж сам зовнішній фактор [1, 5, 7].

Окремої уваги потребують ситуації аварійних відключень електроенергії, які у воєнний час можуть бути раптовими, тривалими й повторюваними. За таких умов небезпека полягає не тільки у зупинці виробництва, а й у ризику некерованої роботи обладнання, втраті освітлення, порушенні вентиляції, зникненні зв'язку та сигналізації. Тому правила безпечної експлуатації мають передбачати, що відновлення роботи після блекауту здійснюється лише після перевірки справності, огляду критичних вузлів, підтвердження відсутності сторонніх осіб у небезпечних зонах та відновлення мінімально необхідних систем безпеки. Важливо, щоб працівники не намагалися “запустити швидше” обладнання без контролю, адже у стресі зростає частота помилок і порушень технологічної дисципліни, що прямо пов'язано з виробничими травмами [1, 7].

У воєнний період підвищується значущість мінної безпеки та обережного поводження з підозрілими предметами, особливо якщо

підприємство має відкриті території, під'їзні дороги, склади, пустирі або ділянки, де може опинитися сторонній предмет невідомого походження. Працівники мають бути проінструктовані не з позиції страху, а з позиції чіткої життєвої логіки: будь-який підозрілий предмет не можна торкатися, пересувати, розбирати, переносити або намагатися “винести подалі”. Правильна модель поведінки в таких випадках полягає у припиненні робіт у близькій зоні, відході на безпечну відстань, позначенні місця (без наближення) та негайному повідомленні відповідальній особі, яка організовує подальші дії відповідно до офіційних рекомендацій і виклику компетентних служб [6]. Навіть якщо предмет “виглядає безпечним”, ризик помилкової оцінки є занадто високим, щоб виправдати самодіяльність [6].

Важливим людським аспектом безпеки у воєнний час є психоемоційний стан персоналу. Постійні новини, тривоги, втома, недосипання та підвищена напруга знижують уважність, уповільнюють реакції та збільшують кількість помилок. Саме тому гуманний підхід до охорони праці полягає не лише у вимозі “дотримуватися правил”, а й у створенні умов, де ці правила реально виконати: працівники мають знати маршрут до укриття, мати час на організований перехід без тисняви, отримувати короткі й зрозумілі інструкції, не боятися повідомляти про погіршення самопочуття, а керівник повинен демонструвати спокійний і послідовний стиль управління. Регулярні тренування та повторні інструктажі — це не “формальність”, а спосіб зробити дії автоматичними, щоб у критичний момент людина діяла правильно навіть під впливом страху [1, 5, 7].

Таким чином, безпека праці в умовах воєнного стану на підприємстві забезпечується поєднанням правових вимог, організаційної дисципліни та практичної готовності персоналу. Коли кожен працівник розуміє просте правило “спочатку — життя і безпека, потім — виробництво”, знижується ризик травматизму, зростає керованість процесів і зберігається працездатність колективу навіть у складних умовах [1–5, 7].

## ВИСНОВКИ

Практичні польові геоботанічні дослідження та спостереження на Лівобережних відвалах Центрального гірничозбагачувального комбінату Кривбасу і їх аналіз дозволило нам сформулювати ряд положень щодо особливостей літофільних рослинних угруповань.

1. В межах Лівобережних відвалів є угруповання, склад яких представлений невеликою кількістю видів багатьох родин, що обумовлено специфікою літоекотопів. Індокси петрофітності родин коливаються в достатньо широких межах (від 0 % до 44 %). Серед видів найбільш часто трапляються ті, які належать до родин Asteraceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, Poaceae, Polygonaceae, Scrophulariaceae.

2. На Лівобережних відвалах родини квіткових рослин літофільних угруповань відзначаються такими убуваючими рядами: I. За кількістю видів: Asteraceae (32) → Poaceae (11) → Brassicaceae (6) → Caryophyllaceae (6). II. За кількістю петрофітів: Poaceae (8) → Asteraceae (6) → Brassicaceae (4) → Fabaceae (3). III. За індексом петрофітності (%): Fabaceae (100,0) → Poaceae (72,7) → Rosaceae (40,0) → Asteraceae (18,75).

3. В структурі гігроморф домінують ксеромезофільні та мезоксерофільні види рослин, що свідчить про середній рівень зволоження субстрату. Усі інші гігроморфи займають підлегле положення та мають ступінь участі 6-13 %.

4. В структурі трофоморф домінують мезотрофні види рослин, що свідчить про середній рівень ступеню мінералізації ґрунтового розчину. Усі

інші трофоморфи займають підлегле положення та мають ступінь участі 6-19 %.

5. В структурі геліоморф домінують геліофіти (62 %). У підлеглому положенні знаходяться сциогеліофти (38 %). Це свідчить про високий ступінь освітлення території.

6. Дослідження літофільних рослинних угруповань дозволяють прогнозувати природне заростання скельних відвалів, розробляти заходи його прискорення та фіторекультивациї.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Дніпропетровськ : ДНУ, 2005. 276 с.
2. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Ю. Р. Шеляга-Сосонка. Київ : Українська енциклопедія, 1996. 608 с.
3. Коржнев М. М. та ін. Геологія і корисні копалини України. Київ : Либідь, 2000. 392 с.
4. Кучерявий В. П. Екологія. Львів : Світ, 2003. 500 с.
5. Малахов І. М. Основи геоморфології. Київ : Вища школа, 2001. 320 с.
6. Усенко Т. В. Рекультивація порушених земель. Київ : Урожай, 2001. 216 с.
7. Хлізина Н. М. Екологія промислових регіонів. Дніпропетровськ : ДНУ, 2003. 180 с.
8. Хлізина Н. М. Техногенні ландшафти Кривбасу. Дніпропетровськ : ДНУ, 2004. 220 с.
9. Хлізина Н. М. Фіторекультивація порушених земель. Дніпропетровськ : ДНУ, 2005. 160 с.
10. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Wien : Springer, 1964. 865 S.
11. Braun-Blanquet J. Zur Kenntnis der Vegetation des Mittelmeergebietes. Den Haag : Junk, 1951. 100 S.
12. Абдулоєва О. С., Соломаха В. А. Фітоценологія. Методичні основи. Київ : Фітосоціоцентр, 2011. 316 с.

13. Popovych S. Yu. et al. *Geobotany: Methods of Field Research* : textbook. Kyiv : Lira-K, 2018. 208 p.
14. *Prodrome of the Vegetation of Ukraine* / ed. D. V. Dubyna, T. P. Dziuba, S. M. Iemelianova et al. Kyiv : Naukova dumka, 2019. 782 p.
15. Voroshylova N. V., Chorna V. I. Lithoecotopes and Vegetation on Dumps of the Central Mining and Ore Enrichment Combine (Kryvyi Rih Iron Ore Basin) // *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2019. Vol. 28(4). P. 778–794.
16. Loza I. M., Pakhomov O. Y., Chorna V. I., Voroshilova N. V. Ecological evaluation of remediation efficiency of devastated lands of the Vilnohirsk mining and metallurgical plant // *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2020. № 3. С. 86–90.
17. Voroshylova N. V., Chorna V. I., Dotsenko L. V., Katsevych V. O., Ananieva T. V., Harchenko O. M. Lithoecotopes and Vegetation on Dumps of the Left-bank and Right-bank Dumps of Southern Mining and Processing Plant, Kryvyi Rih Iron-ore Basin // *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2021. Vol. 31(4). P. 784–794. DOI: 10.15421/112273.
18. Savosko V. M. et al. Assessment of Heavy Metal Content in the Initial Soils of the Technogenic Dump “Livoberezhny” of Kryvyi Rih Iron Ore Basin (Ukraine) // *Ekologia Bratislava*. 2022. Vol. 41(2). P. 92–100.
19. Bazaluk O., Petlovanyi M., Sai K., Chebanov O., Lozynskyi V. Comprehensive assessment of the earth’s surface state disturbed by mining and ways to improve the situation in the Kryvyi Rih Iron-ore Basin (Ukraine) // *Frontiers in Environmental Science*. 2024. DOI: 10.3389/fenvs.2024.1480344.
20. FAO; UNEP. *Global assessment of soil pollution – Summary for policy makers*. Rome : FAO, 2021. DOI: 10.4060/cb4827en.
21. IUSS Working Group WRB. *World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. 4th ed. Vienna : International Union of Soil Sciences (IUSS), 2022. ISBN 979-8-9862451-1-9.

22. Wang L., Ji B., Hu Y., Liu R., Sun W. A review on in situ phytoremediation of heavy metals in contaminated soil // *Chemosphere*. 2017. Vol. 184. P. 594–600. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2017.06.025.
23. Thomas G., Sheridan C., Holm P. E. A critical review of phytoremediation // *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 811. 152230. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.152230.
24. Губіна В. Г. Сучасний стан відвалів Інгулецького гірничо-збагачувального комбінату та їх перспективи фітомеліорації // *Геотехнічна інженерія, геодезія та геомеханіка*. 2023. Вип. 9. С. 43–49. DOI: 10.32782/geotech2023.37.07.
25. EUWI+ East. Development of the Dnipro River Basin Management Plan. 2018. URL: <https://www.davr.gov.ua/uploads/docs/dnipro.pdf> (дата звернення: 13.12.2025).
26. Кодекс законів про працю України : Закон України (зі змінами). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08> (дата звернення: 13.12.2025).
27. Правила пожежної безпеки в Україні : наказ МВС України від 30.12.2014 № 1417 (зі змінами). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15> (дата звернення: 13.12.2025).
28. Вимоги до безпечності та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями : наказ МОЗ України від 14.02.2018 № 207. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18> (дата звернення: 13.12.2025).
29. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. Geneva : ISO, 2018. URL: <https://www.iso.org/standard/63787.html> (accessed: 13.12.2025).
30. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (НПАОП 40.1-1.21-98) (чинна редакція/текст). URL: [https://sop.lutsk.ua/pr.../p40.1-1.21-98\\_1.html](https://sop.lutsk.ua/pr.../p40.1-1.21-98_1.html) (дата звернення: 13.12.2025).