

**Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Національний гірничий університет»**

**Гірничий факультет  
Кафедра екології та технологій  
захисту навколишнього середовища**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
дипломної роботи  
магістра**

**Галузь знань – 10 «Природничі науки»**  
(шифр і назва галузі знань)

**Спеціальність – 101 «Екологія»**  
(код і назва спеціальності)

**Освітній рівень – магістр**  
(назва освітнього рівня)

**Кваліфікація – 2211.2 «Еколог»**  
(код і назва кваліфікації)

на тему: «Дослідження можливості використання червоно-бурої глини для рекультивації породних відвалів вугільних шахт Західного Донбасу»

**Виконавець:**

**Студент II курсу, групи 101м-16-1**

\_\_\_\_\_ **Подпрятова Н.О.**  
(підпис) (прізвище та ініціали)

<b>Керівники</b>	<b>Прізвище, ініціали</b>	<b>Оцінка</b>	<b>Підпис</b>
<b>роботи</b>	Доц. Клімкіна І.І.		
<b>розділів:</b>			
<b>Теоретичний</b>	Доц. Клімкіна І.І.		
<b>Дослідницький</b>	Доц. Клімкіна І.І.		
<b>Охорона праці</b>	Доц. Литвиненко А.А.		
<b>Економічний</b>	Доц. Павличенко А.В.		
<b>Рецензент</b>	Проф. Харитонов М.М.		
<b>Нормоконтроль</b>	Ас. Грунтова В.Ю.		

**Дніпро  
2018**

**Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Національний гірничий університет»**

---

---

ЗАТВЕРДЖЕНО:  
Завідувач кафедри екології та  
технологій захисту  
навколишнього середовища  
\_\_\_\_\_ А.В. Павличенко  
«02» жовтня 2017 року

**ЗАВДАННЯ  
на виконання кваліфікаційної роботи магістра  
спеціальності 101 «Екологія»  
(код і назва спеціальності)**

студенту 101м-16-1Подпрятівій Н.О.  
(група) (прізвище та ініціали)

**Тема дипломної роботи: «Дослідження можливості використання червоно-бурої глини для рекультивації породних відвалів вугільних шахт Західного Донбасу»**

**1 ПІДСТАВИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ**

Наказ ректора ДВНЗ «НГУ» від 27.12.2017 р №2138-л.

**2 МЕТА ТА ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ**

**Об'єкт дослідження.** Екологічні наслідки впливу породних відвалів вугільних шахт на навколишнє середовище та дослідження можливості їх рекультивації з використанням червоно-бурої глини.

**Предмет дослідження.** Дослідження можливості використання червоно-бурої глини для розробки технології рекультивації породних відвалів вугільних шахт Західного Донбасу.

**Мета НДР** – визначення перспектив використання червоно-бурої глини в якості родючого шару для рекультивації відвалів Західного Донбасу.

**Вихідні дані для проведення роботи:**

- Постанова Верховної Ради України «Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» від 05.03.1998 №188/98 – ВР;
- звітні дані про діяльність державного підприємства «Павлоградвугілля»;
- методичні матеріали, літературні джерела за напрямком дослідження;
- природоохоронна нормативно-законодавча база України;

- статистичні дані Державного комітету статистики, Міністерства екології та природних ресурсів України;
- результати наукових досліджень кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища.

### **3 ОЧІКУВАНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ**

**Наукова новизна.** Встановлено залежності зміни рівнів вертикального солепереносу та відмінності в фізико-хімічних характеристиках ґрунтів на рекультивованих експериментальних ділянках з нанесенням чорнозему та червоно-бурої глини.

Науково обґрунтовано комплекс заходів з рекультивації (планувальних, технологічних і санітарно-технічних) спрямованих на підвищення рівня екологічної безпеки породних відвалів.

**Практична цінність.** Встановлена практична можливість використання червоно-бурої глини для розробки технології рекультивації породних відвалів вугільних шахт Західного Донбасу.

Результати дослідження можуть бути використані для рекультивації найбільш несприятливих відвалів, які становлять загрозу для навколишнього середовища, є джерелами забруднення ближніх сільськогосподарських угідь та вимагають першочергової розробки природоохоронних заходів.

### **4 ВИМОГИ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ВИКОНАННЯ РОБОТИ**

Магістерська робота виконана згідно наукових досліджень кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного гірничого університету в рамках теми ГФ-196 «Розробка заходів з поліпшення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки у гірничодобувних регіонах», відповідно до Постанови Верховної Ради України «Основні напрямки державної політики України в області охорони навколишнього середовища, використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки» №188/98-ВР від 05 березня 1998 р., Постанов Кабінету Міністрів України від 30.03.98 № 391 «Про затвердження положення про державну систему моніторингу довкілля» та інших нормативно-правових актів з питань моніторингу довкілля та стану здоров'я населення.

Результати дослідження отримані при підтримці Німецької служби академічних обмінів за проектом «*Biotechnology in Mining – Integration of New Technologies into Educational Practice*» та співпраці між Технічним університетом Bergakademie Freiberg, Німеччина, та Національним гірничим університетом, Дніпро, Україна.

Автор висловлює щирю вдячність проф. д-ру Міхаелю Шльоману та проф. д-ру Герману Хайльмайєру за надання можливості проведення досліджень на базі лабораторії екології Інституту біології Технічного Університету «Фрайберзька гірнича академія» (м. Фрайберг, Німеччина).

## 5 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБІТ

Найменування етапів робіт	Строки виконання робіт (початок – кінець)
Проаналізувати особливості накопичення та зберігання породи у вугільних відвалах. Вибрати та обґрунтувати методи екологічного контролю стану територій розміщення відходів.	02.10.2017– 31.12.2017
Охарактеризувати об'єкт та методи дослідження. Оцінити екологічний стан територій розміщення породного відвалу з використанням ГІС технологій.	03.10.2017 – 31.12.2017
Розробити заходи з рекультивації та підвищення рівня екологічної безпеки територій породних відвалів вугільних шахт.	11.12.2016 – 14.01.2018
Обґрунтувати заходи рекультивації з використанням червоно-бурої глини в якості родючого шару та впровадження розроблених рекультиваційних заходів	18.12.2017 – 14.01.2018

## 6 РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ

**Економічний ефект.** Впровадження розроблених практичних рішень дозволить зменшити негативний вплив породних відвалів вугільних шахт на навколишнє середовище і відповідно витрат шахт на екологічний податок.

**Соціальний ефект.** Запропонований комплекс рекультиваційних заходів дозволить ефективно знизити вплив породних відвалів вугільних шахт на навколишнє середовище.

## 7 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ

Магістерська робота оформлюється відповідно з вимогами ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. – К. : Держстандарт України, 1995. – 38 с.

Завдання видав \_\_\_\_\_

(підпис)

доц. Клімкіна І.І.

(прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис)

Подпряткова Н.О.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: 29.09.2017 р.

Термін подання дипломного проекту до ДЕК 24.01.2018 р.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 76 с., 14 рис., 7 табл., 5 додатків, 64 літературних джерела.

**Об'єкт дослідження.** Екологічні наслідки впливу породних відвалів вугільних шахт на навколишнє середовище та дослідження можливості їх рекультивації з використанням червоно-бурої глини.

**Мета роботи:** визначення перспектив використання червоно-бурої глини в якості родючого шару для рекультивації породних відвалів вугільних шахт Західного Донбасу.

У вступі підкреслюється актуальність необхідності рекультивації породних відвалів та висвітлюються факти їх негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Перший розділ містить огляд літературних джерел та аналіз даних щодо небезпеки породних відвалів та досвіду їх рекультивації.

У другому (дослідницькому) розділі наведено методику проведення комплексного аналізу таких фізико-хімічних показників як: рН, питому електропровідність ґрунту (ЕС), кількісний вміст органічної речовини та іонів  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , а також валовий та водорозчинний вміст мікроконцентрацій токсичних елементів.

У технологічному розділі представлено результати аналізів та можливі способи використання червоно-бурої глини для рекультивації відвалу для покращення екологічного стану прилеглих до нього територій.

У розділі «Охорона праці» проаналізовані заходи з охорони праці в умовах рекультивації відвалів.

У економічній частині розраховано економічний ефект від впровадження запропонованого способу рекультивації відвалу.

У висновках приведені результати магістерської роботи та визначенні перспективи реалізації розробленого технічного заходу.

**ПОРОДНИЙ ВІДВАЛ, РЕКУЛЬТИВАЦІЯ, АНАЛІЗ ПРОБ, ВЕРТИКАЛЬНИЙ СОЛЕПЕРЕНОС, ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ПИЛУ.**

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	8
1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1 Рекультивація земель після видобутку вугілля	10
1.2 Проблеми та напрямки досліджень рекультивації земель у Західному Донбасі	13
1.3 Екологічна небезпека вугільних відвалів	15
1.4 Важливі характеристики родючих ґрунтів	18
1.5 Досвід використання глин для рекультивації	22
1.6 Використання рослинності на засолених ґрунтах	24
2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	26
2.1 Актуальність проблеми	26
2.2 Загальна характеристика об'єкту досліджень	29
2.3 Методи досліджень	32
2.4 Методи статистичного аналізу	35
3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	38
3.1 Оцінка фізико-хімічних характеристик ґрунтових сумішей на ділянках рекультивації вугільних відвалів	38
3.2 3D-моделювання та оцінка параметрів відвалу	45
3.3. Технологічне рішення	47
4 ОХРАНА ПРАЦІ ПРИ НАНЕСЕННІ ҐРУНТОВИХ СУМІШЕЙ НА ВУГІЛЬНІ ВІДВАЛИ .....	50
4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при рекультивації земель	50
4.1.1. Небезпечні виробничі фактори	50
4.1.2. Шкідливі виробничі фактори	51
4.2. Розробка інженерних заходів по охороні праці	53
4.2.1. Організаційні питання охорони праці	53
4.2.2. Заходи безпеки при роботі автотранспорту	54

4.2.3. Заходи безпеки при роботі механізмів	57
4.2.4. Заходи безпеки в умовах підвищеного шумового та вібраційного впливу технічних засобів	57
4.3. Пожежна безпека	59
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	61
5.1. Розрахунок вартості проведення робіт з рекультивації відвалу	61
5.2. Розрахунок капітальних затрат	64
5.3. Розрахунок експлуатаційних витрат	66
5.4. Розрахунок економії екологічного податку за забруднення навколишнього середовища	68
ВИСНОВКИ	69
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАН	70
ДОДАТОК А. Звіт програми «Гірничі роботи»	77
ДОДАТОК Б. Перелік публікацій за результатами магістерської роботи	78
ДОДАТОК В. Перелік публікацій здобувача	84
ДОДАТОК Г. Відгук керівника	86
ДОДАТОК Д. Рецензія	87

## ВСТУП

У рамках концепції сталого розвитку екологічна складова є ключовою в умовах сучасних вимог до випуску будь-якого виду продукції (технічної, харчової, фармакологічної та ін.) та її утилізації.

Особливе значення для України має вуглевидобувна галузь, як джерело головного паливного ресурсу та основного енергоносію. До найбільших вугільних регіонів України відносять Донецький, Львівсько-Волинський кам'яновугільний і Дніпропетровський буровугільний басейни. Загальна площа яких становить 3 % від загальної площі України.

Масштабне використання енерго- та ресурсоемних технологій, виснажливе природокористування призвело до значного техногенного навантаження на усі природні екосистеми країни та забруднення довкілля.

Ситуація, яка склалася у видобувній галузі України вимагає стабільного фінансування, впровадження дієвих програм по її реструктуризації та розвитку. Не менш важливим залишається врахування в цих програмах екологічної складової, тому що стан довкілля у гірничодобувних регіонах оцінюється як «незадовільний» [1].

Видобуток вугілля пов'язаний з руйнівним впливом на всі ланки біосфери, що проявляється в обваленні гірського масиву над очисними виробками, в осушенні водоносних горизонтів, засоленні та забрудненні ґрунтів, ґрунтових і поверхневих вод та ін. [2].

Щорічно в процесі підземного видобутку вугілля в Україні на поверхню піднімається біля 400 млн. м<sup>3</sup> породи. За понад 200 річний період розробки вугільних родовищ на території держави утворилось 1100 териконів, під якими зайнято 6300 га родючих земель. На кожен мільйон тон українського вугілля необхідно близько чотирьох гектарів землі для зберігання породи. Відсутність рослинності на породних відвалах зумовлює їх ерозію, як водну так і повітряну, що в подальшому призводить до негативного впливу на довкілля.



Відвали глибинних вийомочних робіт можуть бути збагачені породами та елементами у відновленій формі –  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^+$  та іншими елементами та сполуками. Головною причиною відмінностей таких відвалів є анаеробні умови залягання гірничої руди. Після виходу на поверхню такі відвали починають швидко вступати в хімічні реакції з киснем атмосфери. Так, включення піритів ( $\text{FeS}_2$ ) в результаті хімічного вилуговування перетворюються в гідроксиди  $\text{Fe}^{3+}$  та сульфатну кислоту. Для уникнення утворення «лунних» ландшафтів в ареолах відвалів, їх необхідно рекультивувати або використовувати в якості вторинних мінерально-сировинних ресурсів.

У цьому аспекті, тема дипломної роботи, що присвячена обґрунтуванню використання червоно-бурої глини для рекультивації вугільних відвалів, та вдосконалення методики її застосування, є актуальною.

Метою дипломної роботи є визначення перспектив використання червоно-бурої глини в якості родючого шару для рекультивації відвалів Західного Донбасу.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- дослідити фізико-хімічні властивості ґрунтосумішей на підставі чорнозему та червоно-бурої глини, які застосовуються для рекультивації вугільних відвалів;
- розробити 3D-модель породного відвалу ш. Павлоградська з метою оцінки його параметрів та впливу на навколишнє середовище;
- розрахувати економічну ефективність використання ґрунтових сумішей на основі червоно-бурої глини для рекультивації вугільних відвалів;
- визначити основні правила безпеки та охорони праці при нанесенні ґрунтових сумішей на вугільні відвали.

За результатами магістерської роботи було опубліковано 2 статті (дод. Б).

# 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Рекультивація земель після видобутку вугілля

У світовій практиці для зменшення негативного впливу токсичних чинників відвалів прийнято здійснювати заходи із їх рекультивації [3-7]. Рекультивація земель – це відновлення родючого шару ґрунту, рельєфу території, гідрогеологічних умов, порушених діяльністю людини. Рекультивація земель є однією з найважливіших проблем сьогодення. Значний вплив порушених земель на навколишнє середовище пояснюється тим, що на поверхню виносяться токсичні породи, запилюється та загазовується атмосфера, змінюється режим ґрунтових вод, включно з глибокими підземними. Також з сільськогосподарського обігу вилучаються не лише землі, з яких безпосередньо добуваються корисні копалини, а й площі для складування породи.

Процес рекультивації порушених територій, як правило, рекомендують розділяти на три головних етапи: підготовчий, гірничо-технічний та біотичний.

Підготовчий, або проектно-обстежувальний, етап включає:

- обстеження і типізацію порушених земель та територій, які підлягають порушенню;
- вивчення властивостей розкривних порід і класифікацію їх щодо придатності для біотичної рекультивації;
- визначення напрямів і методів рекультивації; складання техніко-економічних обґрунтувань і технічних робочих проектів з рекультивації [8].

До комплексу робіт гірничо-технічного етапу належать: відсіпання відвалів, вирівнювання, формування укосів, знімання, транспортування та нанесення на рекультивовані землі родючого або потенційно родючого ґрунту, докорінна меліорація, будівництво доріг, спеціальних гідротехнічних споруд тощо.

Основним способом захисту довкілля від забруднення кислими водами з відвалу є спорудження дренажної системи (каналу) для відведення забрудненої води від них в накопичувач шахтних вод. Звідти, після очищення, воду перекачують в систему зворотного водопостачання. Для запобігання надходженню елементів у суміжні з породними відвалами зонами аерації та нормалізації якості ґрунтів пропонують два методи – хіміко-технологічний і біотичний. В основу першогопокладається технологія обнесення терикону канавою, яку заповнюють сполуками барію і подрібненими карбонатними породами як сорбенту, що знижує рухливість забруднюючих компонентів. Біотичний метод заснований на фітореMediaційній здатності рослин нагромаджувати важкі метали з водних стоків [9]. Для нейтралізації кислотності субстратів безпосередньо на відвалах потрібне насипання необхідної кількості карбонатного суглинку (шаром 12-15 см), після чого можливе внесення 7 сантиметрового шару алювіального ґрунту, який можна брати із долин річок для забезпечення субстрату органічним вуглецем і основними елементами живлення рослин (N, P, K) [10].

Обсяг робіт гірничо-технічного етапу рекультивації залежить від стану порушених земель і виду запланованого використання. Ділянки, призначені для сільського та лісового господарства, після гірничо-технічного етапу рекультивації повертаються, або передаються відповідним сільськогосподарським чи несільськогосподарським підприємствам для здійснення заходів біотичної рекультивації й подальшого використання за призначенням.

Останнім етапом рекультивації техногенно порушених територій є біотичний етап, завершальною стадією якого є фітомеліорація. Фітомеліорація – один з напрямів прикладної екології, який полягає у дослідженні, прогнозуванні та використанні фітоценозів (природних і створених людиною рослинних систем) для поліпшення геофізичних, геохімічних, біотичних, просторових і естетичних характеристик

середовища, яке оточує людину, проектуванні та створенні штучних рослинних угруповань із використанням трав'яної, кущової та деревної рослинності, яка покращує кліматичні, ґрунтові та гідрологічні умови середовища [11].

При рекультивації земель, порушених при видобутку корисних копалин підземним способом, слід дотримуватись таких вимог:

- забезпечення схоронності земної поверхні і зведення до мінімуму деформації земельних ділянок;

- зняття родючого шару ґрунту з земельних ділянок, призначених для розміщення шахтних відвалів і схильних до деформації;

- планування поверхні прогинів, заповнення провалів гірською породою з подальшою плануванням і нанесенням родючого шару ґрунту;

- проведення заходів щодо запобігання осушення, заболочування, розвитку ерозійних процесів;

- відведення води, що відкачується з гірських виробок і свердловин попереднього осушення родовищ з таким розрахунком, щоб водовідвідні та інші комунікації не перешкоджали роботі сільськогосподарської та іншої техніки і не погіршували меліоративного стану земель;

- розміщення новостворюваних шахтних відвалів, їх формування та рекультивація з урахуванням вимог пп.1.6 і 2.2 ГОСТ 17.5.3.04-83;

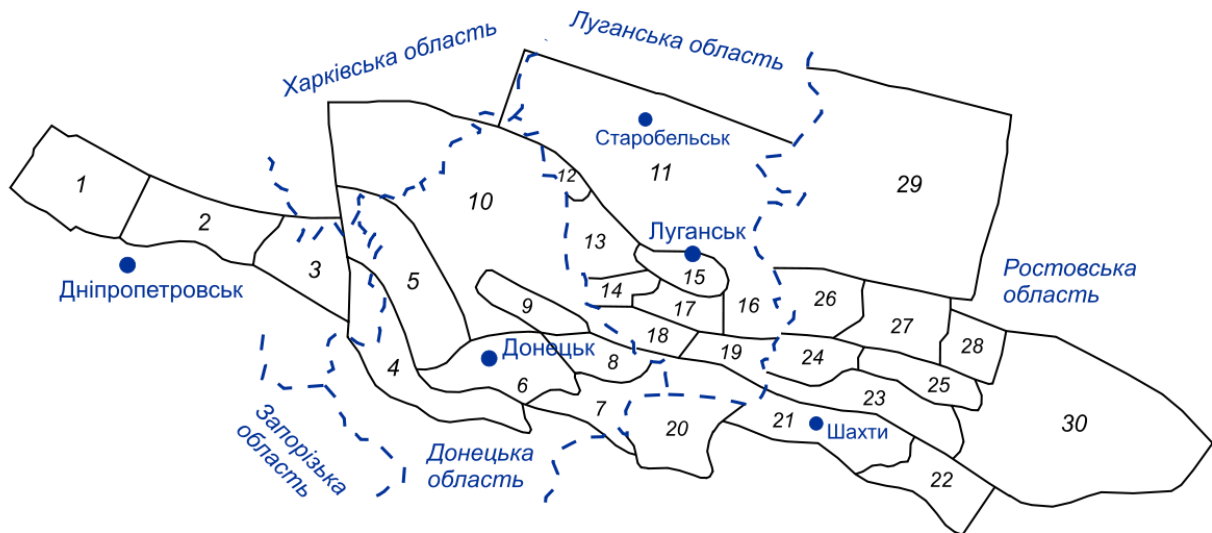
- терасування або виположування схилів при підготовці шахтних відвалів для біологічної рекультивації з урахуванням забезпечення можливості проведення робіт по їх озеленення та догляду;

- створення водойм в шахтних прогибах або провалах проводиться відповідно до вимог п.6.3 ГОСТ 17.5.3.04-83 [8].

Підбір видів деревних, чагарникових рослин і трав повинен здійснюватися з урахуванням ступеня хімічного і фізичного вивітрювання поверхневого шару відвалів шахтних порід [8].

## 1.2 Проблеми та напрямки досліджень рекультивації земель у Західному Донбасі

Західний Донбас – вугільний басейн в межах Дніпропетровської області, частини Донецького кам'яного басейну (рис.1.1). Найбільші центри вугледобування – Павлоград, Тернівка, Першотравенськ.



1 – Петриківський, 2 – Новомосковський, 3 – Петропавлівський, 4 – Південно-Донбаський, 5 – Красноармійський, 6 – Донецько-Макіївський, 7 – Амвросієвський, 8 – Торезько-Сніжнянський; 9 – Центральний, 10 – Північно-західні окраїни Донбасу; 11 – Старобільська площа, 12 – Лисичанський; 13 – Алмазно-Мар'ївський; 14 – Селезнівський, 15 – Луганський, 16 – Краснодонський; 17 – Ореховський; 18 – Боково-Хрустальський; 19 – Должансько-Ровенецький; 20 – Міуський, 21 – Шахтинсько-Несвітаєвський; 22 – Задонський, 23 – Суліна-Садкінський; 24 – Гуково-Зверевський; 25 – Червонодонецький; 26 – Каменсько-Гундорівський; 27 – Білокалітвенський; 28 – Тадинський; 29 – Міллеровський; 30 – Цимлянський.

**Рисунок 1.1 - Схема розташування вугленосних районів Донецького басейну**

Загалом на території Західного Донбасу працює 10 шахт. На території басейну виявлено близько 40 пластів потужністю 0,6-1,6 м, які залягають на глибині 400 – 1800 м. Вугілля в них високої якості, легко збагачується.

Для Західного Донбасу характерні шахтні відвали двох типів: відсипані без рекультивації і рекультивованих в умовах богарного або «сухого» землеробства.

Породні відвали шахт Донбасу складаються переважно з глинистих (60-90 %), піщаних (10-30 %) сланців, піщаників (4-10 %) та вапняків (до 6%)[12]. Відвали також містять пірит (до 10%), вугілля (6-20%), деревину та сірку. Пірит під дією високої температури та при обмеженому доступі повітря розкладається, утворюючи сірчистий газ. Інколи відкладається сірка, з сірчистого газу та води утворюється сульфатна кислота, а з неї – ряд солей, в першу чергу калію та натрію. Таким чином, найбільш інтенсивні процеси вивітрювання проходять у верхній частині відвалу, де після експлуатації переважають пилові частинки. Кислотність порід різко зростає ( $\text{pH}=1,5-3,0$ ). Верхній шар породи запливає, утворюється щільна водонепроникна скоринка, яка перешкоджає проникненню стічних вод в середину відвалу. Висока кислотність та щільна скоринка перешкоджає виникненню рослинності на поверхні відвалу. Крім того, слід зазначити, що з кислотністю ґрунтів пов'язаним є і вміст солей. Породи відвалу містять більш ніж 0,3% водорозчинних солей, що говорить про їх засоленість[13].

Відповідно до кліматичних показників регіону середньобагаторічний процес вологопереносу на нерекультивованому шахтному відвалі характеризується спадним потоком вологи, що забезпечує повільне розсоленням верхніх шарів відсипаних шахтних порід. Зокрема, аналіз вертикальної міграції солей за глибиною рекультивованих профілю показав, що жоден з варіантів з насипним шаром чорнозему 30, 50 і 70 см не забезпечує стабілізацію розподілу  $\text{pH}$  і водорозчинних солей [14].

### **1.3 Екологічна небезпека вугільних відвалів**

Відвали вугільних шахт є техногенними утвореннями із аномальними для прилеглих територій рельєфом і типом ґрунту. Характеризуються низкою

особливостей, яка відрізняє їх від навколишньої місцевості: зволоженням, хімізмом ґрунту (вмістом мінеральних та органічних речовин у ньому, важких металів, засоленістю, кислотністю, виділенням під час окиснення субстрату токсичних газів), що негативно відображається на процесах відновлення рослинного покриву. Виникнення фітотоксичності породних відвалів зумовлена низкою факторів: легкою доступністю важких металів, окисненням сірковмісного мінералу (піриту) за участі тіонових бактерій з утворенням сірчаної кислоти, а також утворенням токсичних газів [15]. Унаслідок цього процес формування едафотопу та заселення його рослинами триває десятки років і характеризується такими часовими стадіями: окиснення, вимивання, масове поселення рослин [16].

Серед основних деструктивних впливів вугільних відвалів можна виділити вплив на атмосферу, земельні та водні ресурси, флору та фауну, який проявляється в обваленні гірського масиву над очисними виробками, в осушенні водоносних горизонтів, засоленні та забрудненні ґрунтів, ґрунтових і поверхневих вод та ін.

Відвали, на яких не здійснюються рекультиваційні роботи, є джерелом пилоутворення. Лише з одного середнього терикона щороку вимивається і видувається у вигляді пилу понад 400 тон породи. Крім того, з нього вилуговується понад 8 тон хімічних речовин, в тому числі сполуки важких металів. Усі ці речовини та їх сполуки створюють навколо терикону зону техногенного забруднення.

Видобувна галузь України відноситься до основних забруднювачів атмосферного повітря держави. Викиди галузі становлять 19,6 % від загальних. Так, в Донецькій області обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря підприємствами добувної промисловості складають 421,272 тис. т, або 27,61 %, а в Луганській – 196,7 тис.т. (38,7 % від загальнообласного об'єму викидів). Щільність викидів шкідливих речовин від стаціонарних джерел забруднення у розрахунку на квадратний кілометр становить – для Донецької області 57,5 т проти 52 т у 2010 році, а на одну

особу – 309,7 кг та Луганської – 17,7 тон, що на 1,5 тон (7,8 %) менше, ніж аналогічний показник 2010 року (19,2 т/км<sup>2</sup>).

На територіях Донбасу, західного Донбасу та Кривбасу внаслідок впливу гірничих виробок діючих шахт та шахт що ліквідовані, підвищився рівень підземних вод, активізувалися процеси просідання земної поверхні, спостерігаються процеси підтоплення.

Необхідно зазначити, що протягом десятирічч питанню очищення стічних шахтних вод на гірничих підприємствах не приділялося належної уваги, зокрема, практично цілком було відсутнє фінансування будівництва, реконструкції, технічного переозброєння очисних споруд, як з боку підприємств, так і з боку держави.

В цілому, щорічно в процесі підземного видобутку вугілля в Україні на поверхню піднімається біля 400 млн. м<sup>3</sup> породи. За понад 200 річний період розробки вугільних родовищ в Україні утворилось 1100 териконів, під якими зайнято 6300 га родючих земель. На кожен мільйон тон українського вугілля необхідно близько чотирьох гектарів землі для зберігання породи. Відсутність рослинності на породних відвалах зумовлює їх ерозію, як водну так і повітряну, що в подальшому призводить до негативного впливу на довкілля.

Забруднення атмосферного повітря, у тому числі продуктами горіння породних відвалів, наносить значну шкоду довкіллю. Оскільки, під час відкритого горіння породних відвалів в атмосферне повітря потрапляють оксиди та діоксиди вуглецю, оксиди азоту та сірки, а також поліароматичні вуглеводи. Один породний відвал, що інтенсивно горить є джерелом виділення в атмосферне повітря від 25 до 250 т/рік забруднюючих речовин, концентрація яких в десятки разів перевищує гранично допустимі норми. За добу, в атмосферне повітря з одного породного відвалу, виділяється 10 т окису вуглецю, 1,5 т сірчистого ангідриду, а також значна кількість інших газів та важких металів. Забруднення атмосферного повітря, у тому числі продуктами горіння породних відвалів, наносить значну шкоду довкіллю.



Так, на даний час за даними Мінекоресурсів в Донецькому регіоні знаходиться більше 600 породних відвалів вугільних шахт і збагачувальних фабрик, з них 114 горять. У Луганській області розташовано 537 породних відвалів вугільних шахт і збагачувальних фабрик, з них продовжують горіти 66 породних відвалів, у Донецькій – 68 териконів, 30 з них горять. На території Львівсько-Волинського вугільного басейну нараховується 55 териконів шахт і збагачувальних фабрик, 26 з них відноситься до тих що горять. Значну небезпеку становлять терикони висота яких понад 50 м, зокрема на Львівщині знаходиться один із найвищих териконів Європи – породний відвал Червоноградської збагачувальної фабрики його висота становить 68 м.

Осідання земної поверхні над гірничими виробками є одним з найзначніших проявів впливу гірничих робіт на геологічне середовище. З розвитком цього процесу пов'язано зниження інженерно-геологічної стійкості порід, розущільнення масивів порід, що залягають над підземними виробками, перерозподіл напруги навколо виробленого простору. Внаслідок осідання земної поверхні над гірничими виробками виникають інші небезпечні процеси, такі як підтоплення та заболочення земель. Руйнування масиву гірських порід зі зменшенням його механічної та сейсмічної стійкості викликає прискорену фільтрацію в гірський масив підземних вод й інтенсифікацію карстових і суфозійних процесів. Для підтримки гірничих робіт проводиться інтенсивна відкачка підземних вод, як наслідок, утворюються депресійні воронки. Це викликає активізацію карстового процесу з утворенням провалів, порушеннями та деформаціями земної поверхні. Крім того, внаслідок руйнації каналізаційних систем і систем відводу шахтних вод та вимивання ґрунтовими водами токсичних компонентів з порід шахтних відвалів, які широко використовуються у регіонах для підсилення підтоплених територій, ґрунтові води стають забрудненими і непридатними для господарсько-питного забезпечення [2].

## 1.4 Важливі характеристики родючих ґрунтів

Родючість ґрунту визначається як здатність ґрунту до постачання найважливіших елементів для росту рослин без утворення токсичної концентрації будь-якого елемента. Ґрунтова фертильність відноситься лише до одного аспекту рослинного росту, не менш важливими є токсичність та баланс живильних речовин. Оцінка родючості ґрунту проводиться низкою хімічних випробувань.

Схематично ґрунт складається з твердої, мінеральної та органічної фази, рідкої фази і газової фази. Фізико-хімічні характеристики твердої фази пов'язані з мінливістю вмісту води та різного ступеня стійкості до усунення вологи.

Ґрунт можна розглядати як суміш мінералів і органічних часток різного розміру і складу. Частки займають близько 50 % обсягу ґрунту. Об'єм залишкового ґрунту, приблизно 50 %, є пористим простором, що складається з пор різної форми і розміру. Пори містять повітря і воду, а також можуть служити каналами для руху повітря і води. Порожні простори використовуються як малими тваринами так корінням рослин. Коренева система виконує функцію закріплення рослини у ґрунті, поглинання води та поживних речовин. Для гарного росту рослин, коренево-ґрунтові умови повинні виключати присутність інгібуючих факторів. Три основні компоненти, які рослини поглинають і використовують з ґрунту є: (1) вода, яка в основному випаровується з рослин через листя, (2) поживні речовини для харчування, і (3) кисень для кореневого дихання.

Рослини потребують деяких основних поживних елементів для повноцінного життєвого циклу, що обумовлює родючість ґрунтів. Жоден інший елемент не може повністю замінити ці елементи. На даний момент 16 елементів вважаються важливими для росту та розвитку більшості судинних рослин (табл. 1.1). Карбон, гідроген, і кисень об'єднуються в процесі фотосинтезу і отримують з повітря та води. Ці три елементи складають 90 %

або більшу частину сухої речовини рослин. Інші 13 елементів отримують значною мірою з ґрунту. Нітроген (N), фосфор (P), калій (K), кальцій (Ca), магній (Mg) та сульфур (S) є необхідним у відносно великих кількостях і відносяться до макроелементів. Необхідні елементи в значно меншій кількості називаються мікроелементи. Вони включають бор (B), хлор (Cl), купрум (Cu), ферум (Fe), манган (Mn), молібден (Mo) та цинк (Zn) [17].

Таблиця 1.1 – Хімічні символи та загальні форми основних елементів, що поглинаються кореневою системою рослин з ґрунтів

Нутрієнт	Хімічний символ	Форма, доступна для рослин
Макроелементи		
Нітроген	N	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^+$
Фосфор	P	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{HPO}_4^{2-}$
Калій	K	$\text{K}^+$
Кальцій	Ca	$\text{Ca}^{2+}$
Магній	Mg	$\text{Mg}^{2+}$
Сірка	S	$\text{SO}_4^{2-}$
Мікроелементи		
Манган	Mn	$\text{Mn}^{2+}$
Залізо	Fe	$\text{Fe}^{2+}$
Бор	B	$\text{H}_3\text{BO}_3$
Цинк	Zn	$\text{Zn}^{2+}$
Мідь	Cu	$\text{Cu}^{2+}$
Молібден	Mo	$\text{MoO}_4^{2-}$
Хлор	Cl	$\text{Cl}^-$

При дефіциті істотного елемента рослини мають тенденцію демонструвати симптоми, унікальні для цього елемента.

Виявлено більше 40 інших елементів в рослинах. Деякі рослини накопичують елементи, які не є суттєвими, але збільшують ріст або якість. Наприклад, натрій може замінити частину потреби калію у деяких рослин, якщо його недостатньо. Поглинання кремнію (Si) може збільшити силу стебла, стійкість до хвороб.

Фосфор (P) відноситься до одного з головних зольних елементів рослин. Він відіграє виключно важливу роль у процесах обміну енергії в клітинах, входить до складу АДФ й АТФ, нуклеїнових кислот, ряду ферментів. Солі фосфорної кислоти сприяють підтримуванию рН клітинного соку на відповідному рівні. При недостатній кількості фосфору гальмується розвиток репродуктивних органів і затримується ріст рослин.

Доступність фосфору рослинам у ґрунтах різних типів неоднакова. Порівняно легко переходить в розчин фосфор, утримуваний глинистими мінералами глино-гумусового комплексу. У кислих ґрунтах доступність фосфору рослинам різко падає наслідок зв'язування його вільним алюмінієм та включенням у залізисті конкреції. При високому вмісті карбонатів доступність фосфору рослинам також низька, завдяки тому, що спостерігається фіксація фосфатів у карбонатному середовищі (коли рН піднімається вище 8) і фосфати переходять у менш розчинний й більш окристалізований стан. Найбільш сприятлива реакція середовища для засвоєння рослинами фосфат-іонів – слабо кисла (рН = 5,0-5,5) [18].

Більшість поживних речовин у ґрунтах містяться в мінералах і органічній речовині. Мінерали – неорганічні речовини, що природно зустрічаються на землі. Вони мають послідовний і відмінний набір фізичних властивостей та хімічний склад.

Органічна речовина в ґрунтах складається з залишків рослин, мікробів, тварин та стійких органічних сполук, утворених в результаті процесів гниття або розкладання. Розклад органічної речовини у ґрунті має істотне значення, утворюючи поживні іони у ґрунтових водах, деіони доступні для іншого циклу рослин.

Наступною важливою характеристикою родючості ґрунту є вміст води. Кілька сотень до декількох тисяч грамів води потрібно для утворення 1 граму сухого рослинного матеріалу. Приблизно один відсоток цієї води стає невід'ємною частиною рослини. Залишок води втрачається через транспірацію, втрату води випарювання з листя. Атмосферні умови, такі як відносна вологість і температура, грають важливу роль у визначенні того, як швидко вийшла вода. Зростання більшості економічних культур буде скорочуватися, при виникненні дефіциту води, навіть тимчасовому. Тому ґрунтова здатність тримати воду з плином часу є важливою, якщо дощовий та зрошувальний режими є адекватними. І навпаки, коли ґрунти стають перенасиченими водою, вона витісняє повітря з порового простору і створює дефіцит кисню. Необхідність видалення зайвої води з ґрунтів пов'язана з потребою у кисні.

Важливою характеристикою родючості ґрунту є вміст кисню. Коріння має отвори, які забезпечують газообмін. Кисень із атмосфери дифундує в ґрунт і використовується корінними клітинами для дихання. Діоксид вуглецю, що утворюється диханням коренів, і мікроби, дифундують через ґрунтові пори і виходять у атмосферу. Дихання вивільняє енергію, необхідну для синтезу рослинних клітин і транслокації необхідних для росту органічних сполук. Часто концентрація поживних іонів у ґрунтовому розчині менше ніж в корневих клітинах. Як наслідок, енергія дихання також використовується для активного накопичення поживних іонів проти градієнта концентрації.

Стан оксигенації ґрунту визначає багато процесів у ґрунті, наприклад реакція окислення та зменшення мінеральних компонентів ґрунту, стабільність ґрунту, активне поглинання іонів корінням рослин, склад популяцій мікроорганізмів ґрунту та їх ферментативна активність. Показник оксигенації ґрунту може бути оцінений безпосередніми вимірами (визначення складу ґрунтового повітря, пористості та проникності повітря, а також макро- та мікродифузії) та непрямими методами (оцінка ефектів гіпоксії) [19].

Не менш важливою характеристикою є рН ґрунту – показник кислотності. У ґрунтах він вимірюється в суспензії ґрунту, змішаної з водою (або сольовим розчином). При значенні 7 рН вважається нейтральним. Кислотні ґрунти мають рН нижче 7, а лужні ґрунти – вище 7. Надзвичайно кислотні ґрунти ( $\text{pH} < 3,5$ ) та дуже сильно лужні ґрунти ( $\text{pH} > 9$ ) зустрічаються рідко [20].

Показник рН ґрунту вважається основною змінною в ґрунтах, оскільки це впливає на багато хімічних процесів. Він специфічно впливає на наявність поживних речовин для рослин шляхом контролю їх різних хімічних форм, та впливом на хімічні реакції, яких вони зазнають. Оптимальний діапазон рН для більшості рослин становить від 5,5 до 7,5 [21], проте багато рослин адаптувалися для процвітання при значеннях рН поза межами цього діапазону.

### **1.5 Досвід використання глин для рекультивації**

Рекультивація земель – це процес пошарового формування едафотопу потужністю не менше 1,5 м. Нанесений на сплановану поверхню відвалів шар потенційно родючої породи (лесовидний суглинок, суміш лесовидного і червоно-бурого суглинків) вимагає суцільного планування, яке досягається багаточисленними проходами бульдозера, скреперів і грейдерів, що викликає додаткове ущільнення цієї частини шару, що рекультивується. Потім на підготовлені таким чином ділянки наносять родючий шар ґрунту автоскреперами або автотранспортом. Таке пошарове (два-три шари) формування едафотопу призводить до утворення більш ущільнених прошарків у техноземах, які погіршують властивості відновлених земель.

Червоно-бурі глини погано забезпечені не тільки азотом, але і валовим фосфором. Рухомого фосфору ці породи містять також мало. Його кількість у багато разів менше, ніж у перегнійно-акумулятивних горизонтах зонального південного чорнозему.

Однією з причин низької забезпеченості червоно-бурих глин рухомим фосфором є їх мінералогічний склад, де дуже багато монтморилоніту і мало інших мінералів і гумусу, вона має ряд несприятливих фізичних властивостей, високу гідрофільність і високу здатність до поглинання фосфат-іонів. Ці породи карбонатні, і фосфор переходить у важкозасвоювані форми. Тому забезпеченість червоно-бурої глини рухомим фосфором для більшості сільськогосподарських і лісових культур є дуже низькою. Однак червоно-бурі глини містять досить багато валового калію і, на відміну від лесовидних суглинків, більше обмінного калію, що свідчить про можливість цієї породи забезпечувати рослини калійним харчуванням.

Отже, в червоно-бурих глинах у першому мінімумі по забезпеченості рослин поживними речовинами знаходяться азот, потім фосфор.

Сіро-зелена глина має особливість покращення своїх показників з часом при перебуванні на денній поверхні. Так, у верхньому шарі цього едафотопу міститься приблизно 0,90 % валового гумусу, кількість якого з глибиною зменшується. Запаси загального азоту в сіро-зеленій глині знаходяться на рівні запасів червоно-бурої глини, а кількість азоту, що легко гідралізується складає приблизно 0,95 мг на 100 г породи, зменшуючись з глибиною.

Вміст валового фосфору є незначним, а кількість рухомого фосфору нижче, ніж у червоно-бурої глини. Таке становище зумовлено наявністю в породах кальцію, який сприяє переходу рухомого фосфорної кислоти у форму важкодоступну для рослин.

Сіро-зелена глина має багато валового калію, джерелом якого є польові шпати і гідрослюди. За вмістом обмінного калію ці породи відносяться до розряду високо забезпечених. З глибиною його кількість практично не знижується. Отже, сіро-зелена глина містить мало азоту і фосфору, але зате добре забезпечена калієм.

Отже, з розглянутих екотопів найбільш сприятливими фізико-хімічними властивостями для сталого розвитку складних біогеоценотичних

систем має насипний родючий шар чорнозему. За своїми агрохімічними показниками тільки цей варіант рекультивованих земель наближений до показників повнопрофільного зонального південного чорнозему. На жаль, покрити шаром родючого ґрунту всі відпрацьовані відвали не представляється можливим, так як є досить коштовним. Тому постає питання використання альтернативних варіантів.

Отже, досліджувані нами екотопи за своїми фізико-хімічними властивостями істотно відрізняються від зональних південних чорноземів низьким рівнем родючості. Нетоксичність цих субстратів і наявність в них рухомих форм калійних і фосфорних сполук, що сприяють швидкому зростанню рослинності, що є азотофільною. Її густий, стійкий трав'янистий покрив оберігає породи від перегріву в найбільш спекотні дні літа і створює сприятливі умови для сталого розвитку складних біогеоценотичних систем.

Необхідно відзначити наявність залишкового родючості, що спостерігається в лесовидних суглинках, червоно-бурих та сіро-зелених глинах. Така родючість успадкована від давнього ґрунтоутворення, через яке пройшли леси і мілководні осадові породи, зберігши при цьому запаси енергії і біофільні елементи, накопичені раніше [22].

## **1.6 Використання рослинності на засолених ґрунтах**

Найбільш зручний і дешеве напрямок освоєння рекультивованих територій відвалів – лісогосподарське. На перших етапах рекультивації важливо швидко озеленити відвали і усунути шкідливий вплив на навколишнє середовище. Озеленяти відвали можна ще до початку укладання складованого матеріалу. Територію, відведену під відвал, облямовують смугою насаджень по периметру відвалу завширшки неменше 5 метрів. Приживлюваність лісових порід залежить від гранулометричного складу ґрунту і його рН (для хвойних порід –4,5..6 рН, для листяних – 6..7,5 рН.)



Найбільш раціональна посадка листяних порід, однорічними саджанцями, а хвойних порід – дворічними. Види порід підбирають експериментально. Зразковий склад лісових порід в залежності від придатності території до біологічного освоєння, типу ґрунтової суміші за токсичністю та призначенням культур.

На повністю придатних територіях до біологічного освоєння; на потенційно родючих, нетоксичних ґрунтах і господарсько-меліоративного призначення рекомендуються:

- головні породи: дуб звичайний, модрина сибірська, сосна звичайна, береза бородавчаста, тополя;
- супутні породи: липа, вільха сіра, клен гостролистий, в'яз звичайний;
- чагарники: вишня степова, ліщина, смородина золотиста, жимолость татарська, глід, верби, акація жовта, клен татарський, терен.

На придатних до біологічного освоєння територіях, на малотоксичних ґрунтах і господарсько - меліоративному призначенні використовують:

- головні породи: сосна звичайна, береза бородавчаста;
- супутні породи: вільха, в'яз звичайний, клен татарський.
- чагарники: вишня степова, ліщина, смородина золотиста, жимолость татарська, глід, верби, акація жовта, клен татарський, терен.

На малопродатних до біологічного освоєння територіях, на середньо - токсичних ґрунтах, при меліоративно-підготовчому призначенні:

- головні породи: тополі, береза бородавчаста, вільха сіра;
- супутні породи: вільха сіра, акація жовта;
- чагарники: смородина золотиста [23].

## 2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

Об'єктом дослідження слугували ґрунти двох рекультивованих ділянок вугільних відвалів шахти Павлоградська з нанесенням на шахтні породи 50 см насипного шару чорнозему та 50 см червоно-бурої глини відповідно. Метою дослідження стало визначення загального солевмісту експериментальних ділянок, а також визначення перспектив використання червоно-бурої глини в якості родючого шару для рекультивації відвалів. Крім того, вивчали параметри породного відвалу ш. Павлоградська із застосуванням методів ДЗЗ та вивчали його вплив на об'єкти довкілля.

### 2.1 Актуальність проблеми

Основними видами впливу, що визначають загальну шкоду, є: вилучення з господарського використання територій під відвали, розвиток ерозії на схилах відвалів та забруднення прилягаючих ділянок землі, підвищення мінералізації поверхневих та підземних вод за рахунок вимивання з відвалу водорозчинних сполук, забруднення атмосфери газом та пилом.

Однією з складових проблеми охорони навколишнього середовища, є проблема охорони атмосферного повітря та забруднення зваженими речовинами та шкідливими газами з поверхні породних відвалів вугільних шахт [20].

На сьогодні, приблизно 75% шахтних відвалів Донбасу представлені конічними відвалами висотою до 50...100 м, площею кожен від 2 до 10 га, часто цінних міських земель, оскільки 80% усіх териконів регіону, розміщені у містах та селищах. У кожному відвалі міститься в середньому 1,1 млн. м<sup>3</sup> відвальної маси [24].

Пилове та газове виділення з відвалів значно забруднюють нижні шари атмосфери. На Донбасі, в середньому, протягом року в атмосферу

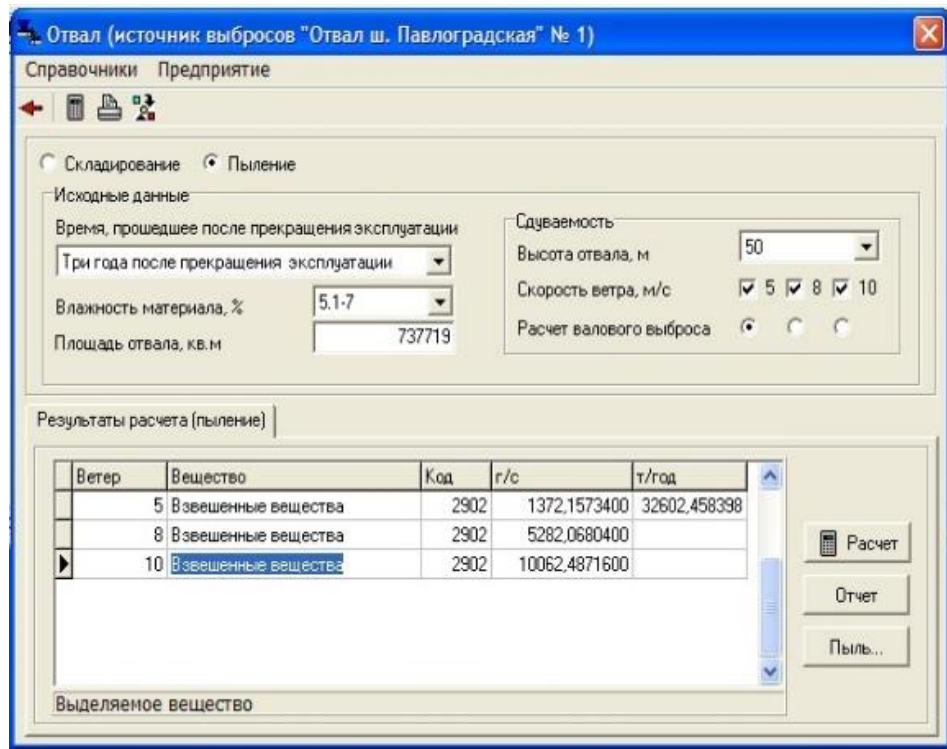
викидається майже 4 млн. т забруднюючих речовин, і одного лише пилу у повітрі міститься від 2,5 до 100 мг/м<sup>3</sup>, тоді як з незакріпленої поверхні териконів здувається від 1 до 50 мг/с пилу.

Конічна форма відвалів, велика крутизна їх схилів сприяє інтенсивним ерозійним процесам. З 1 га поверхні териконів щорічно змивається від 100 до 1000 м<sup>3</sup> породи [25].

Порода, що змивається, дуже токсична, так як окиснення піриту підвищує кислотність до рН=3. Сірчиста кислота, що утворюється в результаті окиснення піриту, розчиняє різні метали, у тому числі уран [26]. У розчиненій формі вони мігрують на прилеглі території, а їх накопичення може в рази перевищувати встановлені ГДК для ґрунтів.

Ця проблема є доволі актуальною для районів зосередження видобутку вугілля, якою є територія Західного Донбасу.

Відвал ш. Павлоградська за площею становить 737719 м<sup>2</sup>. Розрахунковим шляхом було визначено об'єм викидів забруднюючих речовин при проведенні гірничих робіт відповідно до «Методики розрахунку шкідливих викидів (скидів) для комплексу оснащення відкритих гірничих робіт (на основі питомих показників)» [27] за допомогою програми «Гірничі роботи», версія 1.1.0.4 від 12.03.2003 Copyright © 2001-2003 ФІРМА «ИНТЕГРАЛ» (рис. 2.1). Було встановлено валовий викид пилу з поверхні відвалу, що становить 32602,46 т/рік.



**Рисунок 2.1 – Розрахунок шкідливих викидів (скидів) для комплексу оснащення відкритих гірничих робіт (на основі питомих показників).**

Всі ці фактори наносять значної шкоди навколишньому середовищу та викликають необхідність боротьби з шкідливим впливом териконів.

В якості першого шляху рішення даної проблеми можна виділити розробку та вивозку порід їх відвалу [28]. На перший погляд, це є привабливим варіантом, так як породою з териконів можна засипати відпрцьований простір закритих кар'єрів, шахт, вести відсипку доріг, використовувати у будівельних цілях, отримувати добрива, але відомі методи є зазвичай досить складними, небезпечними та дорогими. Окрім того, в породі відвалів міститься майже вся періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва, у тому числі важкі метали та деякі радіоактивні елементи. Це може призвести до змін фізико-хімічних та інших властивостей ґрунтів та підземних вод у місцях захоронення порід. Тому використання породи в якості будівельного матеріалу не є поширеним на даний момент. Повна ліквідація терикону є досить дорогою.

Другим напрямком рішення проблеми наявності відвалів є геохімічна рекультивація. Ці методи розробляються з метою вилучення з відвалів алюмінію, галію, германію з алюмосилікатів та сульфідів.

Третім напрямком рішення проблеми займається велика кількість дослідників. Ряд авторів пропонують проводити на поверхні териконів лісну рекультивацію (озеленення). Цим проводиться «консервація» корисних елементів у відвалах для наступних поколінь, припиняється їх шкідливий вплив, прискорюється утворення нових ґрунтів та стійких фітоценозів з рівнем біологічної продуктивності, який можна порівнювати з середньозональним.

Ґрунти териконів мають низьку родючість, високу кислотність, засоленість, погано зволожуються, часто горять з виділенням шкідливих для навколишнього середовища газів. Тому рослинність підбирають солевитривалі, посухостійкі, холодостійкі, газостійкі, та маловимогливі до ґрунтової родючості.

Цей спосіб дає значний екологічний ефект, при порівняно невисоких затратах. У той час як повна ліквідація терикону (розробка та вивіз) – заходи досить дорогі та не завжди мають можливість реалізації.

## **2.2 Загальна характеристика об'єкту досліджень**

Шахта «Павлоградська» введена в експлуатацію в 1968 році з проектною потужністю 1200 тис.т вугілля на рік, яка була освоєна в 1977 році.

Поле шахти «Павлоградська» (рис. 2.2) розташоване в заплаві р. Самара. За адміністративним поділом відноситься до Павлоградського району Дніпропетровської області.



**Рисунок 2.2 – Ситуаційний план ш. Павлоградська.**

У гірничопромисловому відношенні шахта входить до складу Державної холдингової компанії «Павлоградвугілля». Поблизу поля шахти розташоване с. Вербки, а в 8 км на південний захід від шахти знаходиться м Павлоград. У безпосередній близькості від шахти проходить автострада Донецьк – Київ і залізниця Павлоград – Лозова та Павлоград – Красноармійськ. Джерелом електричної енергії шахти є районна підстанція «Павлоградська-330» системи «Дніпроенерго», розташована в 6 км від шахти.

Джерелом господарсько-питного та технічного водопостачання служить Вербське водозабір і вода з водогону Дніпро - Західний Донбас.

Рельєф ділянки являє собою Слабовсхолмленная рівнину.

Клімат району помірно-континентальний, середня температура липня плюс 24,4°С, січня - мінус 11,5°С.

Залягання порід і вугілля полого. Кути падіння порід 3 - 4°.

Що вміщують породи представлені аргілітами, алевролітами і вапняками.

Коефіцієнт фортеці коливається в межах 2 - 3 за шкалою Протод'яконова.

Шахта віднесена до третьої категорії за метаном. Вугільні пласти не схильні до самозаймання, не є небезпечними по вибуху вугільного пилу. Що вміщують породи силікозонебезпечні, в нормальних умовах - середньої стійкості, при обводнюванні - слабостійких.

Приплив води в забій очікується перериваються струменями. Нормальний приплив води в прохідницькі вибої очікується: по пласту С4 до 2 м<sup>3</sup>/рік, по пласту С1 до 5 м<sup>3</sup>/рік; максимальний: по пласту С4 до 3 м<sup>3</sup>/рік, по пласту С1 до 7 м<sup>3</sup>/рік.

Шахтні води по відношенню до металу корозійні.

До звичайних **несульфатостойким портландцементам??** води мають сульфатну агресивність. Мінералізація шахтних вод становить 4,5 г/л.

Природна газоносність вугільних пластів низька. Максимальна газоносність по шахті 12 м<sup>3</sup>/ т.с.б.м відзначена по пласту С4 на глибині 258 м в центральній частині шахтного поля. За Південно-Тернівським скиданням по пластах С4 і С1 вона не перевищує 2 - 3 м<sup>3</sup>/т.с.б.м.

Водоносні горизонти, поширені на шахтному полі, приурочені до відкладів четвертинного, неогенового, палеогенового, триас-юрського і кам'яновугільного віку. У четвертинних відкладеннях виділяють два водоносних горизонти, приурочені до лесовидних суглинків, і в алювіальних породах долини річки Самари. У відкладеннях неогенової системи розвинений водоносний горизонт, укладений в пісках сарматського ярусу. Під час ведення гірничих робіт ці водоносні горизонти можуть брати участь в обводнюванні гірничих виробок, але в зв'язку з обмеженими запасами і слабкими фільтраційними властивостями пісків ступінь участі їх зазвичай незначна. У відкладеннях палеогенової системи підземні води укладені в породах київсько-харківської і Бучацького **світ, які відіграють основну роль у обводнюванні гірничих виробок шахти на тих площах, де вугільні пласти безпосередньо виходять під бучакського піски, що володіють пливуні властивостями**. За Південно-Тернівським скиданням вихід під Бучак мають пласти с5, с4 і с1.

У відкладеннях триас-юрської системи підземні води укладені в кварцево-польовошпатових пісковиках і пісках. Цей горизонт гідравлічно взаємозалежний з Бучацького, тому він може брати участь у обводнюванні гірничих виробок. Безпосередню участь в їх обводнюванні беруть участь водоносні горизонти, приурочені до відкладів кам'яновугільного віку. Водомісткими породами є пісковики, вапняки і пласти вугілля.

Фактичний приплив води в шахту «Павлоградська» за 2010 рік склав 240 м<sup>3</sup>/год. Фактичний хімічний склад шахтних вод за даними звіту за 2010 рік наступний: зважені речовини – 45 мг / л, рН– 8,1, мінералізація – 4,2 г/л, Na<sup>+</sup> K<sup>+</sup>–1216 мг/л, Ca<sup>2+</sup>– 222 мг/л, Mg<sup>2+</sup> – 109 мг/л, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> – 256 мг/л, Cl<sup>-</sup>– 1920 мг/л, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – 724 мг/л, жорсткість загальна – 20 мг-екв/л. Прогнозний водоприток по шахті з урахуванням розвитку гірничих робіт складе: нормальний – 470 м<sup>3</sup>/рік, максимальний – 500 м<sup>3</sup>/рік.

При цьому у засбросовій частині по пластах с4 і з1 він складе: нормальний – 140 м<sup>3</sup>/рік, максимальний – 170 м<sup>3</sup>/рік. Прогнозний хімічний склад шахтних вод буде: зважені речовини 50-100 мг/л, рН-7,9, мінералізація 5,9 г/л, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> – 1350 мг/л, Ca<sup>2+</sup> – 350 мг/л, Mg<sup>2+</sup> – 300 мг/л, Cl<sup>-</sup> – 2700 мг/л, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – 800 мг/л, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> – 380 мг/л, жорсткість загальна – 41 мг-екв/л, нафтопродукти до 1,1 мг/л, Fe<sub>заг</sub>– 1,0-1,6 мг/л, нітроген аміаку 0,2-0,7 мг/л, нітриту 0,06-0,1 мг/л [29].

Згідно з даними геологічного звіту за 2009 рік, вміст мікроелементів знаходиться в межах допустимих концентрацій, однак є елементи, вміст яких перевищує ГДК: барій (4,35-6,0 мг/л), марганець (0,63-4 мг/л), нікель (0,14 мг/л), стронцій (4,2-100,4 мг/л), титан (0,45-3 мг/л) і цинк (0,49-1,45 мг/л), що вимагає постійного контролю.

### **2.3 Методи досліджень**

Для аналізу зовнішніх показників вугільного відвалу було використано програмні продукти Microsoft Excel, Bing Maps, SAS.Planet. Моделювання



процесу розсіювання вуглепородного пилу проводили з використанням програми EOL 2000. Для побудови 3D моделі породного відвалу використовували програму RealTimeLandscapingArchitect 2012, 2016.

Алгоритм отримання аерофотознімків відвалу здійснювався за допомогою програми GoogleEarth [30]. Для обробки аерофотознімків, отриманих через сервіс GoogleEarth, у програмі ESRI ARCGIS 9.2 необхідно встановити систему відносин між внутрішніми піксельними координатами зображення та реальними географічними або прямокутними координатами. Найбільш простий спосіб зробити це – через створення спеціального файла-прив'язки.

Для аналізу було обрано 3 приблизно однакових за зовнішнім виглядом ділянки. Вздовж ґрунтового профілю на глибині 0-10 см, 10-20 см, 20-30 см, 30-40 см, 40-50 см, 50-60 см, 60-70 см було відібрано проби. Також була відібрана одна проба породи на глибині 70-80 см для наглядності результатів. В якості зразка для порівняння було взято ділянку з породою, на яку було нанесено 50 см чорнозему. Відбір проб ґрунтів відбувався весною.

Було проведено комплексний аналіз таких фізико-хімічних показників як: рН, питому електропровідність ґрунту (ЕС), кількісний вміст органічної речовини та іонів  $\text{NO}^{3-}$ ,  $\text{NH}^{4+}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , а також валовий та водорозчинний вміст мікроконцентрацій токсичних елементів Cr, Mn, Co, Cu, Zn, As, Cd, Pb, Bi, U.

Проби ґрунтів відбирали згідно з чинними ДСТУ 4287:2004 [31] та ДСТУ ISO 10381-2:2004 [32, 33]. Вони були доведені до повітряно-сухого стану, після чого зробили ґрунтово-водні витяжки у співвідношенні 1:10. рН водної витяжки визначали за ГОСТ 17.5.4.01-84 [34], питому електропровідність – за ДСТУ ISO 11265:2001 [35]. Для визначення вмісту органічних речовин у ґрунті використовували метод сухого спалювання за ДСТУ Б В.2.1-16:2009 [36].

Наступним визначали кількісний вміст іонів  $\text{NO}^{3-}$ ,  $\text{NH}^{4+}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  фотометричним методом відповідно до німецьких стандартів «DIN-Norm». Вміст  $\text{NO}^{3-}$  визначали відповідно до методики DIN 38405-9. Нітрати через

додавання розчину концентрованих сірчаної та фосфорної кислот реагують з 2,6-диметилфенолом з утворенням 4-нітро-2,6-диметилфенолу. Останній надає розчину оранжевого забарвлення, оптичну щільність якого вимірюють при довжині хвилі 338 нм.

Концентрацію іонів  $\text{NH}_4^+$  визначали за індофеноловим методом згідно DIN 38406-5. В основі методу лежить реакція аміаку з фенолом у присутності окислювача гіпохлориту натрію. Продуктом реакції є індофенол, який у лужному середовищі забарвлює розчини у синій колір. Оптичну щільність розчинів вимірюють при довжині хвилі 625 нм.

Вміст іонів  $\text{PO}_4^{3-}$  визначали за DIN EN ISO 6878. В основі даного методу лежить здатність фосфат-іонів утворювати з молібдатом амонію фосфорномолібденову гетерополікислоту (ФМГПК) – стійку у кислому середовищі і забарвлену у жовтий колір сполуку. Інтенсивність забарвлення жовтої ФМГПК слабка, тому для визначення фосфору використовували її відновлену форму, інтенсивно забарвлену у синій колір. Оптичну щільність розчинів вимірювали при довжині хвиль 880 нм. При додаванні відновника,  $\text{Mo(VI)}$ , що входить до складу ФМГПК, переходить до  $\text{Mo(V)}$  з утворенням «фосфор-молібденової сині». Вільні  $\text{Mo(VI)}$  і  $\text{Mo(V)}$ , що не входять до складу ФМГПК, також утворюють забарвлені в синій колір з'єднання. Щоб уникнути відновлення  $\text{Mo(VI)}$ , що входить до складу молібденово-кислого амонію, процедуру відновлення ФМГПК проводили в м'яких умовах. В якості відновника використовували аскорбінову кислоту в присутності антімонітартрата калію –  $\text{K(SbO)C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ , який прискорює утворення відновленої форми ФМГПК і сприяє її стійкості. Утворення пофарбованого у синій колір комплексу відбувається у слабокислому середовищі. Головним компонентом, що заважає при фотометричному визначенні фосфору, є  $\text{Fe(III)}$ , для усунення впливу якого здійснювали його відновлення до  $\text{Fe(II)}$ .

Валовий та водорозчинний вміст мікроелементів визначали на підставі методу мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS). Підготовку проб для аналізу валового вмісту елементів здійснювали згідно

ISO 11464:1994 та ДСТУ ISO 14869-1:2005 при розчиненні проб ґрунту кислотним плавленням [37, 38].

## 2.4 Методи статистичного аналізу

Оцінку достовірності отриманих в процесі дослідження результатів проводили з використанням метода альтернативної варіаційної статистики за Стьюдентом-Фішером [39].

Математична обробка включала такі методи: розрахунок первинних статистичних показників, виявлення відмінностей між групами за статистичними ознаками, доведення взаємозв'язку між змінними за допомогою кореляційного аналізу, встановлення виду залежностей показників від досліджуваних параметрів за допомогою регресійного аналізу [40].

Так, для обрахунку з загального числа даних середнього арифметичного, навколо якого групуються всі варіанти статистичної сукупності використовували формулу:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.1)$$

Для встановлення величини і специфіки розподілу ознак обчислювали дисперсію і стандартне відхилення. Так, при  $n$  окремих значень  $x_1, x_2 \dots x_n$  дисперсія ( $V$ ) виглядає таким чином:

$$V = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2, \quad (2.2)$$

тоді стандартне відхилення:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{V} \quad (2.3)$$

- ці величини показують рівень концентрації даних відносно їх центру, тобто  $\bar{X}$ .

Для обчислення інтервальної оцінки (довірчого інтервалу) необхідно знати вибірковий розподіл  $t$ . Він відомий як  $t$ -розподіл (параметр Стьюдента  $t$ ) з  $(n-1)$  ступенями свободи.

Щоб перевірити гіпотези  $H_0: \mu = \mu_0$   
 $H_1: \mu \neq \mu_0$  ( $\alpha = 0,05$ )

вираховували  $t_0$

$$t_0 = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}} \quad (2.4)$$

і порівнювали отриманий результат з  $t(n-1; \alpha)$ , де  $t(n-1; \alpha)$  – двобічна  $\alpha$ -відсоткова точка  $t$ -розподілу з  $(n-1)$  ступенями свободи.

Якщо  $|t_0| \geq t(n-1; \alpha)$ , гіпотеза відкидається, а якщо  $|t_0| < t(n-1; \alpha)$ , - то приймається.

У випадку одностороннього критерію, тобто коли

$H_1: \mu > \mu_0$ , або

$H_1: \mu < \mu_0$ ,

значення  $t_0$  порівнюється з  $t(n-1; 2\alpha)$ , або  $-t(n-1; 2\alpha)$  відповідно.

Таким чином, 95%-ва довірна межа для  $\mu$ :

$$\bar{X} \pm t(n-1; 0,05) \cdot \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (2.5)$$

Для біологічних досліджень достатнім на рівні значущості  $\alpha = 0,05$  є рівень достовірності прогнозу 0,95, тобто вірогідність  $P = 95\%$ .

Якщо перевіряємо гіпотези і оцінюємо відмінності між двома генеральними середніми, то:

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}, \quad \text{де} \quad S = \sqrt{\frac{S_1 + S_2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (2.11 \text{ та } 2.12 \text{ відповідно})$$

$t_{st}$  - це табличне значення, тоді

$$t(n_1 + n_2 - 2; \alpha) \quad (2.6)$$

Якщо  $|t_o| \geq t(n_1 + n_2 - 2; \alpha)$ , відкинути  $H_0$ , а якщо

$|t_o| < t(n_1 + n_2 - 2; \alpha)$ , - то приймається  $H_0$  (тобто недостовірно).

Тоді довірчи інтервали для різниці середніх:

$$\mu - \mu_0 = \bar{X}_1 - \bar{X}_2 \pm t(n_1 + n_2 - 2; \alpha) \cdot S \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \quad (2.7)$$

Статистичну обробку результатів дослідження виконано згідно [41] та за допомогою пакетів програм «Statistica 5.0» і «Microsoft Excel 2010» .

### 3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Оцінка фізико-хімічних характеристик ґрунтових сумішей на ділянках рекультивації вугільних відвалів

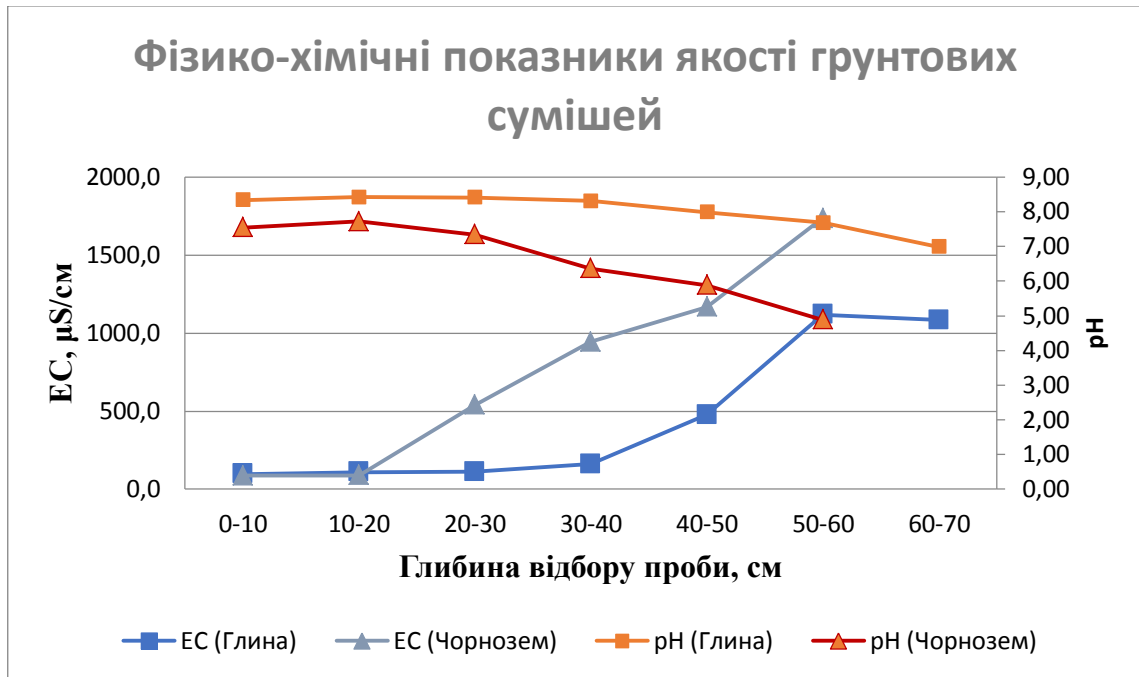
Результати аналізу фізико-хімічних сумішей та забезпеченості рослин мінеральним живленням на ділянках рекультивації вугільних відвалів представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники якості ґрунтових сумішей та забезпеченості мінеральним живленням рослин

Глибина відбору проб / Показники якості ґрунтової суміші	0-10 см	10-20 см	20-30 см	30-40 см	40-50 см	50-60 см	60-70 см	70-80 см
pH	8,3±0,07	8,4±0,21	8,4±0,42	8,3±0,21	8,0±0,64	7,68±1,07	7,0±0,71	4,57
ЕС, $\mu\text{S}/\text{см}$	97,7±28,8	109,6±22,8	111,4±67,3	161,6±153,3	476,8±663,1	1117,9±1496,2	1083,7±1608,3	878,0
$\text{NO}_3^-$ , мг/кг	0,031±0,02	0,015±0,007	0,017±0,008	0,03±0,04	0,062±0,006	0,03±0,049	0,019±0,028	0,005
$\text{NH}_4^+$ , мг/кг	0,004±0,003	0,005±0,005	0,004±0,002	0,004±0,004	0,003±0,001	0,005±0,005	0,007±0,01	0,008
$\text{PO}_4^{3-}$ , мг/кг	0,002±0,001	0,002±0,001	0,002±0,0008	0,002±0,0016	0,0028±0,0027	0,0021±0,0017	0,0022±0,0032	0,0064
Контроль (Шахтна порода + 50 см чорнозему)								
pH	7,54±1,0	7,72±0,6	7,34±1,6	6,36±5,4	5,88±5,1	4,88±3,8	-	-
ЕС, $\mu\text{S}/\text{см}$	86,00±24,0	89,10±14,4	539,5±180,7,9	945,2±277,5,0	1167,3±24,75,9	1736,3±98,6,9	-	-
$\text{NO}_3^-$ , мг/кг	0,05±0,03	0,03±0,01	0,03±0,03	0,02±0,004	0,03±0,01	0,02±0,006	-	-
$\text{NH}_4^+$ , мг/кг	0,009±0,001	0,01±0,005	0,007±0,003	0,004±0,0003	0,005±0,004	0,009±0,01	-	-
$\text{PO}_4^{3-}$ , мг/кг	0,007±0,008	0,006±0,005	0,006±0,006	0,003±0,002	0,002±0,001	0,002±0,001	-	-

Примітка: середні дані з трьох точок відбору.

Встановлено, що показник рНґрунту з дослідних ділянок з пониженням за ґрунтовим профілем поступово знижується і становить, в середньому, 7,0-8,4 (рис. 3.1).



**Рисунок 3.1 – Фізико-хімічні показники якості досліджуваних зразків чорнозему та глиняної ґрунтової суміші**

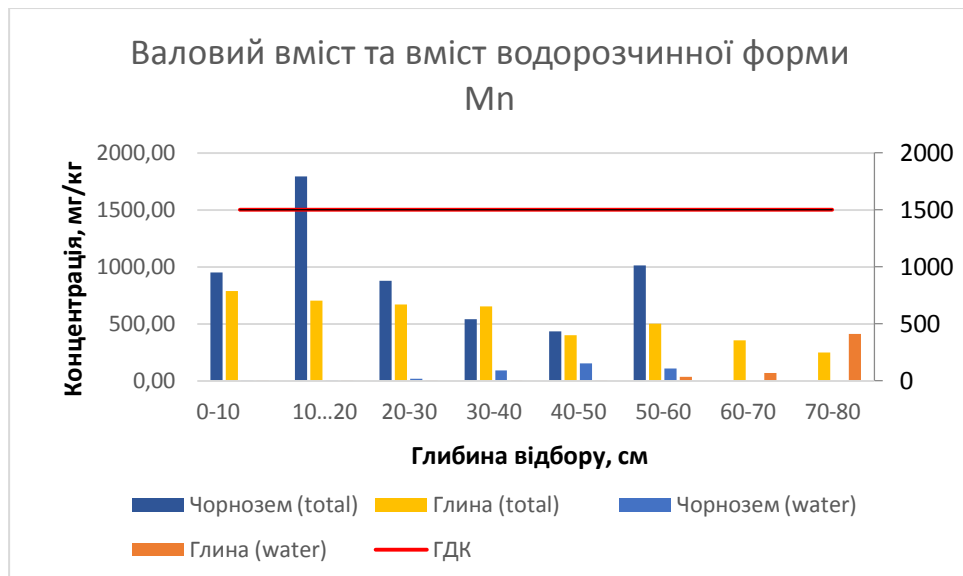
У шарі 70-80 см (безпосередній контакт ґрунту та породи), показник рН становить 4,57, що дає можливість зробити висновок про закислення верхніх шарів. Електропровідність з поглиблення зростає та досягає показника  $1117\text{mS}/\text{cm}^2$ , що свідчить про високу засоленість ґрунту. Слід відзначити, що показники питомої електропровідності водних суспензій, наприклад, чорноземів типових становлять в межах від 35 до  $103\ \mu\text{S}/\text{cm}$  [42], орного шару ясно-сірого лісового ґрунту –  $24\text{-}25\ \mu\text{S}/\text{cm}$  [43]. Електропровідність пов'язана головним чином з мінеральним складом ґрунту, його вологістю, ємністю катіонного обміну, рівнем солоності, органічних речовин, характеристиками підґрунтя, а також з властивостями ґрунту, які впливають на ефективність його екологічних функцій і в т.ч. родючість.

Що стосується забезпеченості ґрунту елементами мінерального живлення рослин, то родючими вважаються ґрунти, якщо в середньому вміст  $\text{PO}_4^{3-}$  складає  $500\text{-}1000\ \text{mg}/\text{kg}$  [44]. Отримані результати вказують на недостатній рівень вмісту доступної для рослин форми фосфору у дослідних точках, але він стабільний і складає  $0,002\ \text{mg}/\text{kg}$ . У контролі концентрації

фосфатів також низькі, але вони знижуються вздовж ґрунтового профілю.

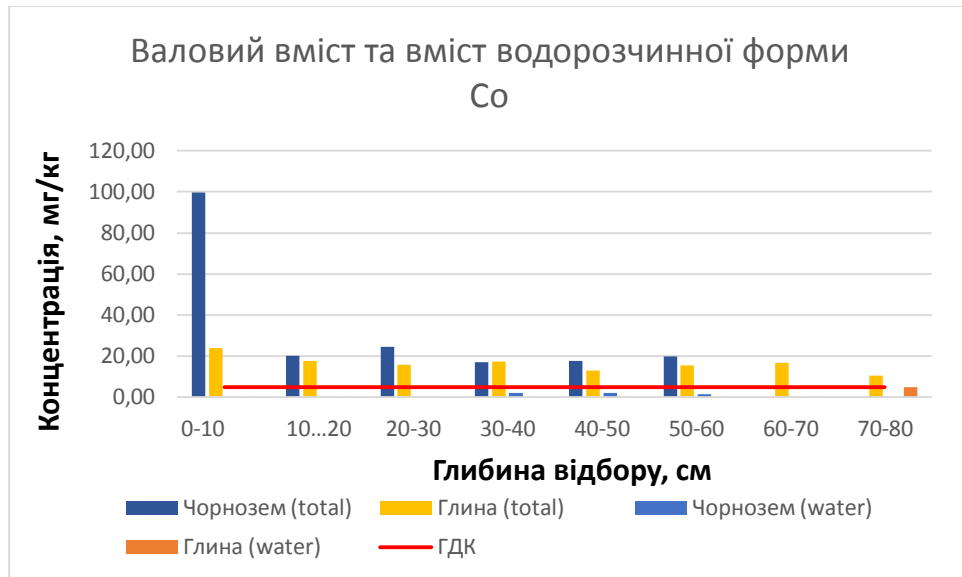
Ґрунтові концентрації  $\text{NH}_4^+$  та  $\text{NO}_3^-$  залежать від біологічної активності, отже можуть коливатися в залежності від умов, таких як температура і вологість. Нітрати легко вилуговуються з ґрунту великою кількістю опадів. Типовими концентраціями катіону  $\text{NH}_4^+$  у ґрунті вважаються 0,2 – 1,0 мг/кг; аніону  $\text{NO}_3^-$  концентрації, які не перевищують 130 мг/кг [45]. Результати аналізу показали, що концентрації  $\text{NO}_3^-$  у дослідних ґрунтах мають не велику відмінність від чорноземів. Більш того, на горизонті 40-50 см мають підвищення показника до 0,06 мг/кг, що може свідчити про затримання глиною нітратів. Аналіз вмісту  $\text{NH}_4^+$  показав, що всі зразки відібрані з ділянки з сумішшю глин мають нижчі показники, ніж контрольні проби, не залежно від глибини відбору. Це явище може бути викликано активізацією нітрифікаційного процесу, що може у подальшому посприяти підвищенню вмісту аніону  $\text{NO}_3^-$ .

Аналіз результатів валового вмісту деяких важких металів та їх водорозчинної форми [46, 47] представлено на рис.3.2 та рис.3.3.



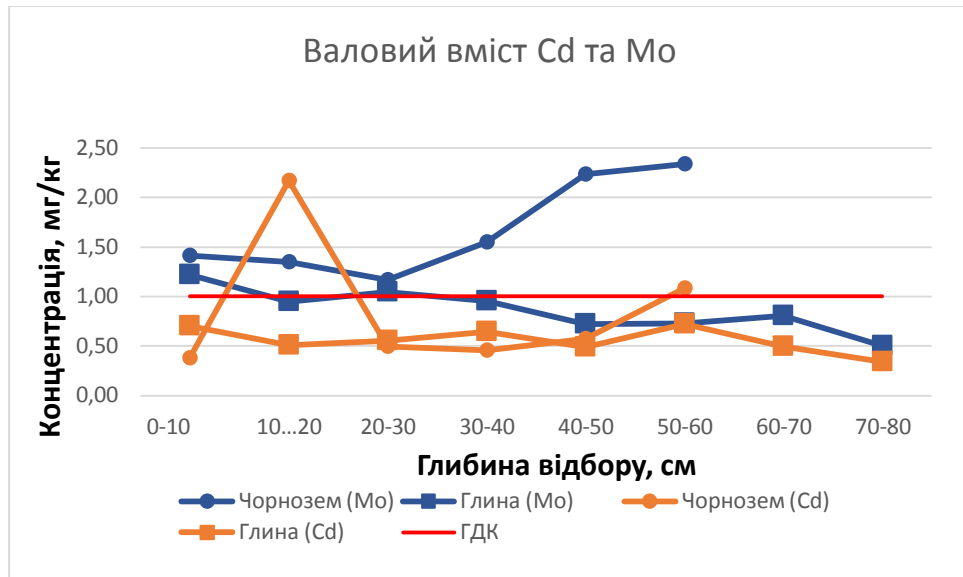
***Рисунок 3.2 – Валовий вміст та вміст водорозчинної форми Mn у досліджуваних зразках чорнозему та глиняної ґрунтосуміші***



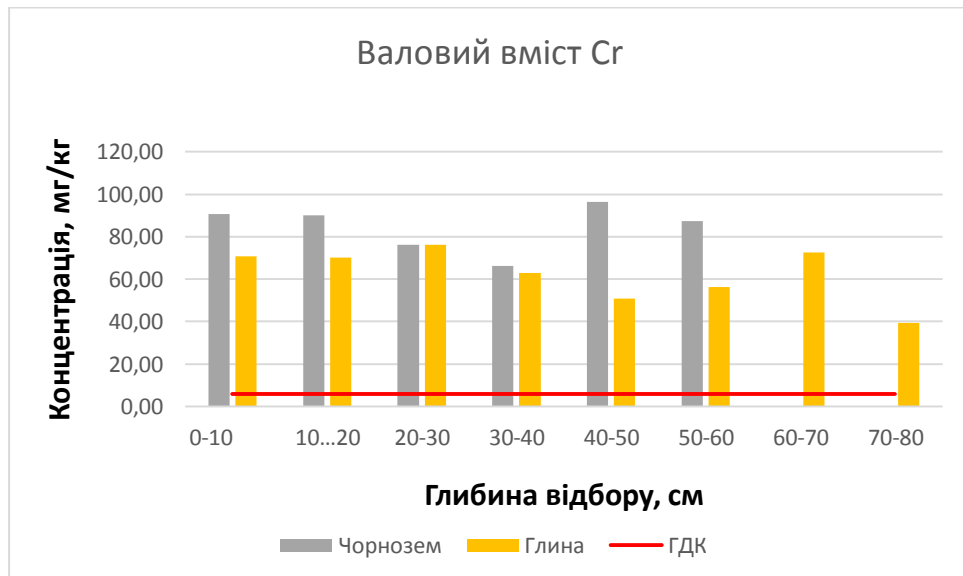


**Рисунок 3.3 – Валовий вміст та вміст водорозчинної форми Co у досліджуваних зразках чорнозему та глиняної ґрунтосуміші**

Як видно, на досліджуваних глибинах у глиняній ґрунтосуміші у порівнянні з чорноземом спостерігаються значно вищі показники валового вмісту та вмісту водорозчинної форми Mn та Co. Причому, у деяких випадках валовий вміст важкого металу у чорноземі перевищує його концентрацію у глиняній ґрунтосуміші майже вдвічі. Присутність водорозчинних форм Co та Mn майже не спостерігається, на відміну від чорнозему. По іншим металам вище значення валових концентрацій також у більшості випадків є характерним для чорноземів. Валовий вміст деяких важких металів наведено нижче (рис.3.4, рис. 3.5). Наприклад, забруднення Cr сильно впливає на біологічну активність ґрунту. Зменшується каталазна активність чорнозему і здатність ґрунту до розкладу целюлози. При погіршенні ґрунтового дихання пригнічується швидкість важливих біохімічних процесів [48]. Надзвичайно токсичний вплив хрому на біоту чорнозему [49]. Хром при невеликому вмісті стимулює ріст сільськогосподарських культур, але його надлишок викликає різні захворювання.



**Рисунок 3.4 – Валовий вміст Cd та Mo у досліджуваних зразках чорнозему та глиняної ґрунтосуміші**



**Рисунок 3.5 – Валовий вміст Cr у досліджуваних зразках чорнозему та глиняної ґрунтосуміші**

При аналізі отриманих результатів можна зробити висновок, що процеси вертикального солепереносу у чорноземах проходять швидше, а також вони мають більшу здатність акумулювати важкі метали ніж глиняна ґрунтосуміш. Вищенаведені фактори дають підстави розглядати ґрунтосуміш як альтернативний варіант родючого шару для рекультивації відвалів.

Натомість, аналіз валових концентрацій Ge показав протилежні

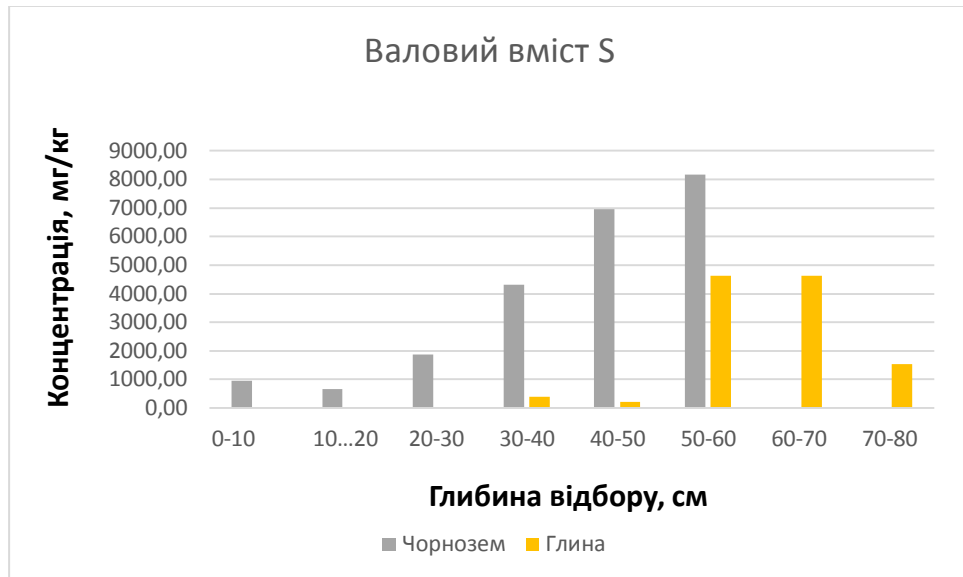
результати (рис. 3.6), що може бути обумовлено хімічною структурою компонентів глиняної ґрунтосуміші.



**Рисунок 3.6 – Валовий вміст Ge у досліджуваних зразках чорнозему та глиняної ґрунтосуміші**

Враховуючи вище наведений факт вугільні відвали можна віднести до додаткового джерела отримання металу [50]. Визначення технологічних можливостей та економічної ефективності вилучення Ge під час рекультивації вугільних відвалів є необхідним для оцінки шляхів підвищення їх комплексного відпрацювання.

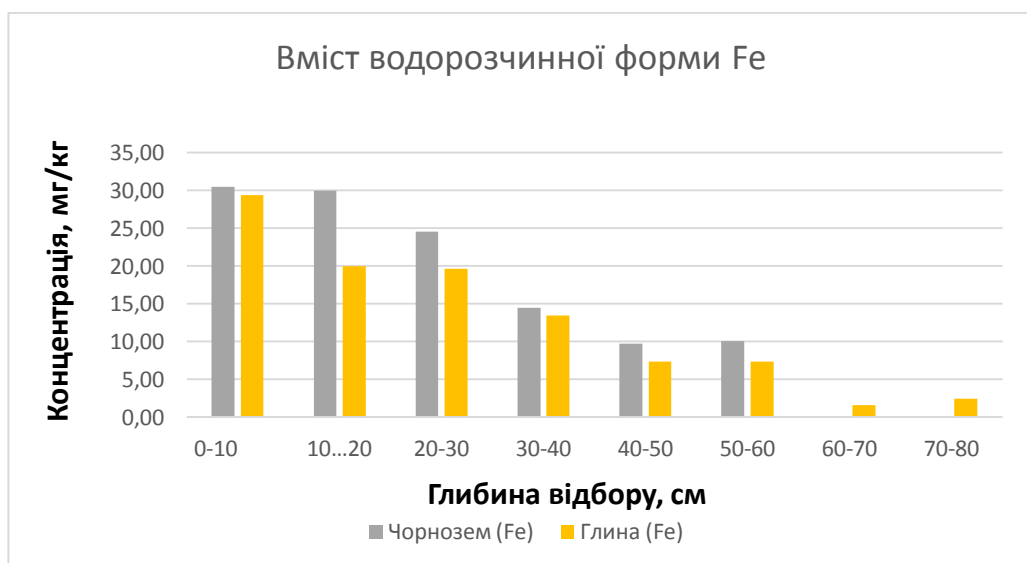
Також, досить важливим фактором є валовий вміст S, як елементу що впливає на кислотність ґрунту. Елементарна сірка (90-99% S) повільно окислюється в ґрунті з утворенням сірчаної кислоти [51]. Валовий вміст сульфуру відображено на рис. 3.7.



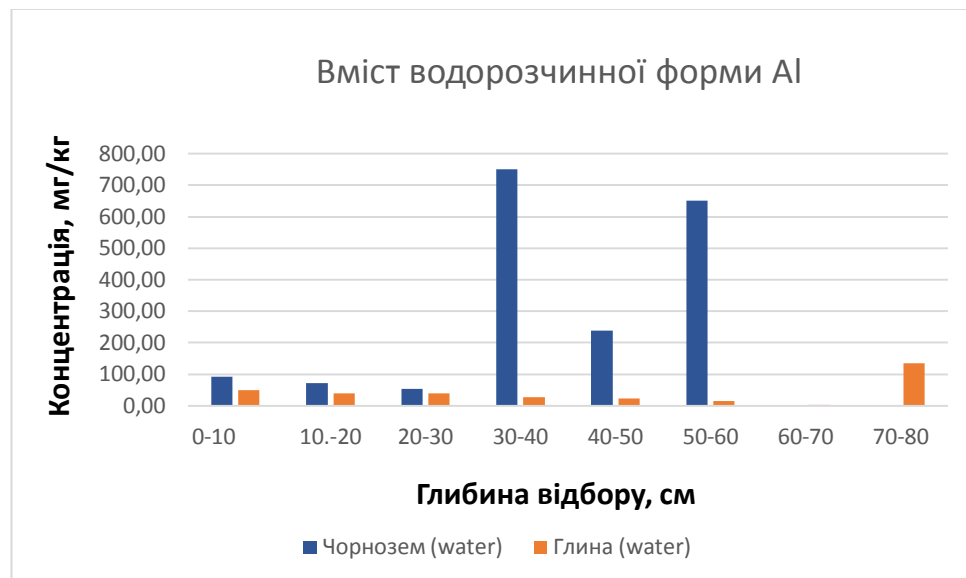
**Рисунок 3.7 – Валовий вміст S у досліджуваних зразках чорнозему та глиняної ґрунтосуміші**

Високі концентрації сірки та низькі значення рН у досліджуваних зразках чорнозему вказують на активну міграцію сполук сірки вздовж вертикального ґрунтового профілю, що і є причиною високої кислотності ґрунту.

Враховуючи, що більшу екологічну небезпеку становлять рухомі форми елементів, було проведено хімічний аналіз їх вмісту у водній витяжці ґрунту (рис. 3.8, 3.9).



**Рисунок 3.8 – Вміст водорозчинної форми Fe у досліджуваних зразках чорнозему та глиняної ґрунтової суміші**



*Рисунок 3.9 - Вміст водорозчинної форми Al у досліджуваних зразках чорнозему та глиняної ґрунтової суміші*

Також було виявлено наявність більших концентрацій водорозчинних форм хрому, мангану, кобальту, свинцю та урану у чорноземах, що може бути однією з причин інгібування росту рослин на ділянках рекультивації та викликати значні складності при озелененні відвалу, але ці факти потребують подальшого детального дослідження.

### 3.2 3D-моделювання та оцінка параметрів відвалу

При створенні 3D-моделі (рис.3.10) породного відвалу використовувалась інформація щодо висот фіксованих точок відносно місцевості, характеру складування порід та особливості їх нагромадження, а також візуальний натурний вигляд відвалу.

Важливим завданням є візуалізація інформації щодо відвалів у вигляді тривимірних зображень із зазначенням небезпечних процесів та явищ. Для вирішення цієї задачі можуть використовуватися такі програми, як AutoCAD, K-Mine, Real Time Landscaping Architect тощо [52].

На рис.4 наведена 3D модель породного відвалу, виконана за допомогою програми Real Time Landscaping Architect 2016.



*Рисунок 3.10 – Різні ракурси 3D моделі вугільного відвалу ш. Павлоградська*

Оцінка параметрів відвалу та розрахунок санітарно-захисних зон проводилася за допомогою програми SAS Планета. Результати дослідження площі озеленення вугільного відвалу ш. Павлоградська представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок елементів санітарно-захисної зони та площі зелених насаджень

Параметр	Вугільний відвал ш. Павлоградська
Площа відвалу, м <sup>2</sup>	737719
Площа санітарно-захисної зони, м <sup>2</sup>	388663
Площа реальної зеленої зони, м <sup>2</sup>	174208
Озеленення СЗЗ – реальний показник, %	44,8
Площа зеленої зони за нормативом, м <sup>2</sup>	194331,5
Озеленення СЗЗ – за нормативом [53], %	50
Перспективна зелена зона, м <sup>2</sup>	20123,5
Перспективне озеленення СЗЗ, %	5,2

Як видно з таблиці, площа СЗЗ вугільного відвалу ш. Павлоградська дорівнює 365381 м<sup>2</sup>, а реальна площа всіх зелених насаджень в СЗЗ становить 173154 м<sup>2</sup>, тобто 44,8 % від площі СЗЗ. Відповідно до вимог нормативного документу [53], для підприємств IV класу небезпеки СЗЗ повинна бути озелененою не менше ніж на 50 %. В нашому випадку зелені насадження повинні займати площу 194331,5 м<sup>2</sup>. Слід зазначити, що площа зелених насаджень не відповідає нормативним вимогам і тому необхідно ще озеленити не менше 20123,5 м<sup>2</sup> СЗЗ, тобто 5,2%.

### 3.3. Технологічне рішення

При відновленні порушених територій виділяють два основні етапи рекультивації: технічний і біологічний.

Технічний етап рекультивації — це комплекс інженерних робіт, до складу якого входять:

- знімання та складування родючого шару ґрунту і потенційно родючих порід;

- формування відвалів шахт, кар'єрів, а також гідровідвалів;
- вирівнювання поверхні, виположування, терасування та закріплення укосів відвалів, бортів і кар'єрів, засипання шахтних провалів, закріплення їхніх бортів;
- хімічна меліорація токсичних ґрунтів;
- покриття вирівняної поверхні шаром родючого ґрунту або потенційно родючих порід;
- інженерне впорядкування рекультивованої території (дренажна мережа, дороги, виїзди тощо);

Обсяг робіт технічного етапу рекультивації залежить від стану порушених земель і виду запланованого використання. Ділянки, підготовлені до стану придатності для несільськогосподарського використання (під парки, водойми, промислове та комунальне будівництво тощо) передаються відповідним організаціям у встановленому порядку. Ділянки, призначені для сільського і лісового господарства, після технічного етапу рекультивації повертаються або передаються відповідним сільськогосподарським чи несільськогосподарським підприємствам для здійснення заходів біологічної рекультивації й подальшого використання за призначенням.

У проекті рекультивації земель сільськогосподарського та лісогосподарського призначення нормативні вимоги зводяться до створення біологічно продуктивних ділянок земної поверхні з необхідними умовами для росту і розвитку рослин.

При сільськогосподарському напрямку рекультивації потужність насипного родючого шару ґрунту після усадки не менше 0,3-0,4 м. Потужність насипного шару потенційно-родючих порід після усадки не менше 0,5 метра для відвалів, поверхня яких складена непридатними за хімічним складом породами і 1,0 метра для відвалів, поверхня яких складена непридатними породами (розташованих в чорноземній зоні). Глибина поверхневого шару порід відвалу, який зазнає хімічної меліорації не менше

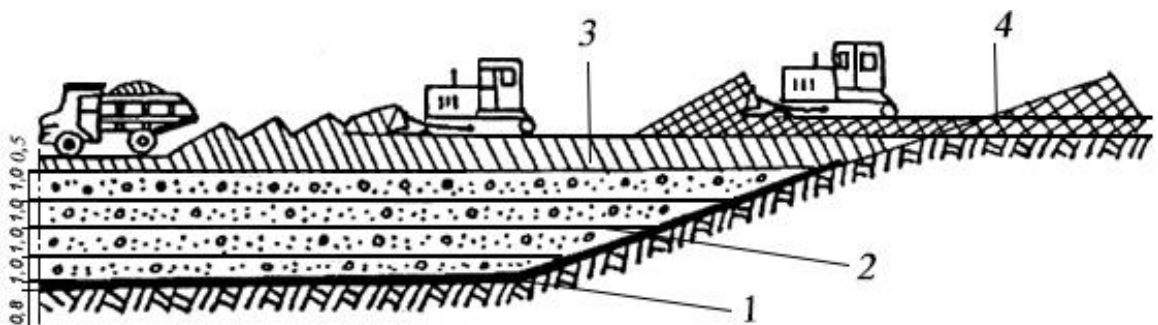


0,3 метра. Потужність насипного екрануючого шару визначається проектом [8].

При лісогосподарському напрямку рекультивації потужність насипного шару потенційно-родючих порід після усадки не менше 2,0 метра для відвалів, поверхня яких складена непридатними за хімічним складом породами.

При рекреаційному напрямі рекультивації нормативні вимоги зводяться до виконання вимог, необхідних для створення зон відпочинку і консервації порушених земель. Потужність насипного родючого шару ґрунту після усадки не менше 0,2 – 0,3 м. Потужність насипного шару потенційно-родючих порід після усадки не менше 1,0 метра для зелених зон відвалів, поверхня яких складена непридатними за хімічним складом породами [8].

Так об'єктом дослідження слугували ґрунти двох експериментальних рекультивованих ділянок вугільного відвалу ш. Павлоградська з нанесенням на шахтну породу 50 см насипного шару чорнозему та 50 см червоно-бурої глини відповідно (рис. 3.11).



1 - глиняний екран; 2 – шар шахтної породи; 3 – потенційно родючі породи; 4 – родючий шар ґрунту.

**Рисунок 3.11 – Схема нанесення ґрунтової суміші та шахтної породи при заходах рекультивації**

## **4 РОЗДІЛ «ОХРАНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ»**

Даний розділ, який стосується дотримання вимог безпеки при нанесенні ґрунтових сумішей на вугільні відвали, базується на дотриманні наступних базових документів:

а) Конституція України, ст. 16 "Забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України ... є обов'язок держави", Ст. 50 "Кожен має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на компенсацію шкоди, заподіяної порушенням цього права";

б) Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища" Ст. 9 "Кожен громадянин України має право на безпечне для його життя та здоров'я навколишнє природне середовище";

в) Закону України про охорону праці, Ст. 4 "Державна політика в галузі охорони праці базується на принципах пріоритету життя і здоров'я працівників щодо результатів виробничої діяльності підприємства, повної відповідальності власника за створення безпечних і нешкідливих умов праці".

### **4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при рекультивациі земель**

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів виконаний відповідно до вимог ГОСТ 12.0.003-74 [54].

#### **4.1.1 Небезпечні виробничі фактори**

До числа таких факторів належать:

- падіння людей при пішому пересуванні на похилих поверхнях відвалу і на вузьких мікротеррасах;

- обвалення окремих шматків породи або сповзання ділянок відвалу з його верхньої частини;
- наявність джерел горіння і прихованих порожнеч з високою температурою, які становлять небезпеку при початковому обстеженні відвалу, при проведенні температурної зйомки, при гасінні водою, при розбиранні породи;
- наявність обертових і рухомих частин обладнання, що становлять підвищену небезпеку на обмеженому просторі;
- наїзд гусеницями бульдозера або його сповзання і падіння під укіс;
- наявність високонапірного струменя води з гідромонітора, що створює можливість травмування, як водою, так і шматками розмивної породи;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини.

#### **4.1.2 Шкідливі виробничі фактори**

До числа таких факторів в конкретних умовах дипломної роботи відносяться наступні:

- висока температура повітря в літній час у відвалі, що досягає  $+ 30^{\circ} \text{C}$ , що створює умови перегріву організму працівників на відкритому повітрі в результаті сонячної інсоляції, а також від нагрітих порід над ділянками внутрішнього самозаймання відвалу;
- підвищена температура середовища на відкритому повітрі, в кабінах гірничо-транспортних машин (бульдозерів, автосамоскидів) в літній час;
- низька температура зовнішнього повітря, що опускається нижче  $-30^{\circ} \text{C}$  в зимовий час, що створює умови для переохолодження організму працівників і небезпеки обмороження. Жорсткість погоди посилюється значною швидкістю вітру в степовій частині Донбасу, а також роботами на вершині відвалів в окремі зимові дні;

- підвищена запиленість повітря на робочих місцях на схилах відвалу внаслідок здування пилу при розбиранні породи бульдозером, мікротеррасером. Породний і вугільний пил містить домішки  $\text{SiO}_2$  і є сілікатонебезпечною;

- виділення газів, диму, сажі з місць видобутку вугілля, породної маси, особливо  $\text{SO}_2$  і  $\text{CO}$ ;

- значне забруднення атмосферних опадів, що стікають з відвалу, сірчистими сполуками, важкими металами, мінеральними розчинами, і вторинне забруднення прилеглих земель і водних об'єктів, а також водоносних горизонтів;

- виробничий шум при роботі відбійних молотків, бульдозера, мікротеррасера, що впливає на здоров'я операторів, обслуговуючого персоналу;

- виробнича вібрація при роботі на відбійних молотках, в кабіні бульдозера, на рукоятках мікротеррасера, при управлінні гідромонітором.

- атмосферні опади у вигляді туману, дощу, снігу, ожеледь. У поєднанні з високою вологістю при роботі гідромонітора створюють несприятливі кліматичні умови, що сприяють переохолодження організму персоналу, є також несприятливими і небезпечними чинниками при роботі на схилах відвалу, при роботі бульдозера і гідромонітора, а також сприяють зсувам на схилах відвалу.

При плануванні та організації робіт на відвалі необхідно зважати на несприятливі кліматичні і погодні умови, вживати додаткових заходів безпеки, аж до припинення небезпечних робіт.

## **4.2 Розробка інженерних заходів по охороні праці**

### **4.2.1 Організаційні питання охорони праці**

Відповідно до "Системи управління охорони праці у вугільній промисловості України" (типові положення) в дипломній роботі передбачено ряд заходів щодо безпеки гірника на робочому місці, в тому числі:

Перед початком роботи робітник повинен дізнатися у змінника про стан обладнання, механізмів, про помічені небезпеки, і вжити заходів для їх усунення.

Після закінчення зміни робітник повинен передати наступнику своє робоче місце в безпечному стані, а механізми - в справному, або повідомити про це особу нагляду.

Протягом зміни робітник повинен бути у відповідній справному спецодязі і взутті. Робочий персонал зобов'язаний знати і виконувати вимоги встановленої сигналізації при обслуговуванні машин і механізмів. Забороняється включати механізми при знятих або несправних огорожах обертових частин, а також чистити і ремонтувати під час їх роботи.

При виявленні ознак небезпеки, що вказують на ненормальний стан робочого місця (поява диму, підвищення температури, порушення стійкості укосу відвалу, сповзання шматків порід з верхньої частини відвалу, погіршення видимості, зволоження або ожеледь на мікро-терасах) персонал повинен припинити роботу, попередити інших працівників бригади або зміни, вжити невідкладних доступних заходів безпеки, повідомивши про це особу нагляду або диспетчера по шахті, і беззаперечно виконати їх розпорядження.

Без відома нагляду персоналу забороняється перебувати на дільницях території шахти (на схилах відвалу і в межах механічно-захисної зони), які пов'язані з їхньою роботою. Персоналу, який не має відношення до працюючих механізмів, забороняється перебувати в зоні їх дії. Персонал

повинен знати сигнали безпеки як за своїм робочим місцем, так і суспільного значення, дбати про особисту безпеку. Не допускається ризикі інші дії, що містять небезпечні прийоми підвищення аварійності або травматизму [55].

#### **4.2.2 Заходи безпеки при роботі автотранспорту**

До роботи на автосамосвалах і бульдозерах допускаються особи не молодше 18 років, навчені безпечним умовам праці та мають посвідчення на право керувати цими машинами.

Не допускається залишати без нагляду машини з працюючими (включеними) двигунами. Ремонт машин повинен здійснюватися тільки після зупинки двигуна і зняття тиску в гідравлічній і пневматичній системах.

При виконанні навантажувальних і розвантажувальних робіт пов'язаних з використанням автомобільного транспорту слід дотримуватися "Правил техніки безпеки для підприємств автомобільного транспорту".

Цей вид транспорту надзвичайно чутливий до атмосферних умов, для нього характерні бічні замети, що може призводити до лобових зіткнень. Крім того, автомобілі, при задовільній якості доріг, мають значно менший шлях гальмування.

План і профіль автодоріг повинен відповідати СНіП II-Д5-72 [56]. Земельне покриття доріг повинно відсипатися зі стійких порід на стійких ґрунтах.

Ширина автодороги визначається, виходячи з ширини найбільших автомобілів, які експлуатуються, кількість смуг руху, відстані між автомобілями та ширини узбіччя. Поперечний профіль автодороги на прямих ділянках дороги повинен бути двосхилим з нахилом 0,02, що забезпечить стік води з полотна дороги.

Проїжджа частина дороги, на з'їздах повинна бути захищена від призми обвалу валом або захисною стіною. Висота огорожі повинна бути не менше

ніж  $1/3$  діаметра колеса найпотужнішого автомобіля, а ширина - не менше як 1,5 його висоти.

При низьких температурах різко погіршується якість полотна дороги, зменшується коефіцієнт зчеплення, а це може привести до заметів або зіткнень з іншими автомобілями або перешкодами. При цьому також вірогідні наїзди на людей. З урахуванням цього, взимку автодороги треба чистити від льоду і снігу за допомогою бульдозерів або грейдерів. Після чого полотно дороги посипається дрібним щебнем.

Перед початком зміни механік автогосподарства повинен письмово затвердити справність автомобіля. У разі вимушеної зупинки на ухилі, поставивши автомобіль на гальма, водій повинен підкласти під колеса опори.

Інструктаж водіїв за правилами безпеки проводить адміністрація автогосподарства. Водіям, які влаштовуються на роботу, видається посвідчення на право працювати на автомобілі.

З'їзд автосамосвала для завантаження дозволяється за сигналом машиніста екскаватора, а під час очікування перед завантаженням, автомобіль повинен бути за радіусом контуру дії ковша. На час завантаження автомобіль гальмують. Автомобіль, який знаходиться під завантаженням, повинен перебувати в полі зору машиніста екскаватора. Завантаження повинна проводитися без перенесення ковша через кабіну автомобіля. Рух після завантаження дозволяється після відповідного сигналу машиніста екскаватора. Кабіна автосамосвала повинна мати захисний козирок, який захищає кабіну від шматків породи, які можуть впасти з ковша. Якщо захисний козирок відсутній, водій повинен на час завантаження автомобіля перебувати за межами зони дії екскаватора.

Рух автомобіля заднім ходом дозволяється не більше ніж 30 м, при цьому повинен подаватися сигнал. Усі автосамоскиди повинні мати фару, яка освітлює шлях під час руху заднім ходом. На випадок аварійної зупинки автомобіля на ухилі під колеса повинні бути укладені надійні упори.

Перед початком зміни водії повинні обов'язково пройти медогляд насамперед на наявність в крові алкоголю або наркотичних речовин. Якщо водій відчуває втому і може заснути, він повинен зупинити автомобіль на горизонтальній площадці, в безпечному місці і відпочити. Всі машини, використовувані на відвалі не повинні мати витоків горючих і мастильних матеріалів.

При плануванні території використовується бульдозер. Максимальний кут укосу, на якому допускається робота бульдозера, визначається інструкцією по експлуатації заводу-виготовлювача.

Бульдозер повинен бути оснащений двома вогнегасниками, а з нижньої сторони має бути прикритий азбестовим листом.

Основними причинами травматизму при обслуговуванні екскаваторів є обвали, знаходження людей в зоні дії екскаватора, падіння шматків породи з стріли, кузова, ковша, підйом на екскаватор або спуск з нього під час роботи.

Переміщення екскаватора дозволяється з письмового дозволу начальника, в якому передбачаються заходи безпеки, а також вказується посадова особа. Машиніст екскаватора повинен перевірити трасу перегону на предмет габаритів і якості шляху. Перегін екскаватора під діючої ЛЕП дозволяється енергетиком відповідної ділянки за умови, якщо зазор між нижнім проводом і найвищою точкою екскаватора буде не менше 2 м. При наявності атмосферних опадів перегін екскаватора під діючої ЛЕП забороняється.

Не допускається наявність людей в зоні дії екскаватора, яка приймається рівною 1,5 максимального радіуса розвантаження. Таку відстань прийнято бо, на максимальній відстані ковша від центру повороту з нього може вилетіти шматок породи, який внаслідок дії відцентрової сили може переміститися, навіть перекопитися ще на деяку відстань.

Під час вивантаження ковша в транспортну посудину, його необхідно опустити якнайнижче, але не зачепити дно. Не допускається переміщати думпкар або автомобіль за допомогою ковша. Якщо через зону дії



екскаватора проходить автодорога, помічник машиніста повинен попереджати машиніста про наближення транспорту. Вирівнювання ґрунту бульдозером в відбої екскаватора повинно проводитись з дозволу машиніста екскаватора при його зупинці.

#### **4.2.3 Заходи безпеки при роботі механізмів**

Під час роботи механізмів, задіяних в процесі рекультивації необхідно виконати умови, що наведені нижче.

При роботі гідромонітора ГПД12-5:

- 1) забороняється виконання будь-яких робіт з присутністю людей під час роботи гідромонітора;
- 2) забороняється ремонт трубопроводів, що знаходяться під тиском;
- 3) забороняється користуватися трубопроводом з порушеною герметичністю;
- 4) нарощування труб, приєднання шлангів проводиться при відключених насосах.

При роботі террасера МТТ-03:

- 1) роботи по нарізці мікротеррас повинні виконуватися ланкою з двох чоловік;
- 2) помічник машиніста повинен за допомогою мотузки прикріпленою до террасера та забезпечувати його страховку на крутих схилах ( $> 30^\circ$ ), переміщаючись по вже підготовленої терасі;
- 3) необхідно виключити протік ПММ на поверхню відвалу.

#### **4.2.4 Заходи безпеки в умовах підвищеного шумового та вібраційного **57**вто потяги**57**чних засобів**

Одним із напрямків боротьби з шумом є розробка державних стандартів на засоби пересування, інженерне обладнання, побутові прилади,

в основу яких покладені гігієнічні вимоги щодо забезпечення акустичного комфорту у ГОСТ 27435-87 [57].

В якості основної характеристики зовнішнього шуму прийнято рівень звуку, який не повинен перевищувати для вантажних автомобілів 85-92 Дб. Для внутрішнього шуму наведені орієнтовні значення допустимих рівнів звукового тиску в октавних смугах частот (табл. 4.1) [57].

Таблиця 4.1 – Допустимі рівні шуму базових моделей автомобілів

Тип автомобіля	Рівні звуку Дб А, автомобілів, виробництво яких розпочато	
	До 01.01.91	З 01.01.91
Легкові та вантажно-пасажирські автомобілі	80	78
Вантажні автомобілі та авто потяги для міжнародних та міжміських перевозок	82	80
Інші вантажні автомобілі та автопотяги	84	82
Кабіна або робочі місця водіїв вантажних автомобілів, автобусів	85	85

Санітарні норми допустимого шуму обумовлюють необхідність розробки технічних, архітектурно-планувальних та адміністративних заходів, спрямованих на створення відповідних гігієнічним вимогам шумового режиму.

Заходи боротьби з шумом:

1. заміна гучних процесів безшумними або менш гучними;
2. поліпшення якості виготовлення і монтажу обладнання;
3. укриття джерел шуму;
4. вивід працюючих людей зі сфери шуму;
5. застосування індивідуальних захисних засобів.

Вплив виробничої вібрації на організм людини нормується відповідно до ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 [58].

Для захисту від вібрації застосовують такі методи: зниження віброактивності машин; відбудова від резонансних частот; віброізоляція; віброгашення, а також індивідуальні засоби захисту. Зниження віброактивності машин досягається зміною технологічного процесу, застосуванням машин з такими кінематичними схемами, при яких динамічні процеси, викликані ударами, прискореннями і т. п. були б виключені або гранично знижені, наприклад, заміною клепки зварюванням; якісним динамічним та статичним балансуванням механізмів, мастилом і чистотою обробки взаємодіючих поверхонь; застосуванням кінематичних зачеплень зниженої віброактивності, наприклад, шевронних і косозубих зубчастих коліс замість прямозубих; заміною підшипників кочення на підшипники ковзання; застосуванням конструкційних матеріалів з підвищеним внутрішнім тертям.

### **4.3 Пожежна безпека**

На діючих породних відвалах повинні застосовуватися ефективні заходи щодо попередження їх займання та вітрової ерозії.

Не дозволяється складування відвальної маси на осередки горіння. Осередки горіння підлягають обов'язковому гасінню.

Усі породні відвали підлягають озелененню. На діючих плоских породних відвалах озеленення повинно здійснюватися з відставанням не більше ніж на один ярус.

Закладання нових та експлуатація діючих породних відвалів, а також їх гасіння, розробка та розбирання здійснюються відповідно до проектів або розділів проектів будівництва (реконструкції, ліквідації) шахт та збагачувальних фабрик.

Визначення теплового стану породних відвалів та заходів щодо гасіння осередків горіння здійснюється згідно з вимогами чинного законодавства.

Усі підприємства повинні бути забезпечені пожежною технікою, інвентарем та спорядженням, а також первинними і стаціонарними засобами

пожежогасіння, які мають відповідати вимогам стандартів або технічних умов та утримуватися відповідно до вимог ГОСТ 12.4.009-83, ГОСТ 12.4.026-76, бути в справному стані і постійній готовності до використання [59].

Відповідальність за збереження та працездатність засобів пожежогасіння покладається на керівника підприємства або призначену наказом відповідальну особу з числа технічного персоналу підприємства.

Для забезпечення безпеки людей, збереження споруд та устаткування від руйнувань, пожеж та вибухів, які можливі від дії блискавки, на підприємствах повинні бути розроблені заходи відповідно до вимог РД 34.21.122-87 [60].

На всіх підприємствах повинні бути заземлені металеві частини електротехнічних пристроїв, які не перебувають під напругою, але які можуть опинитися під напругою у разі ушкодження ізоляції, а також трубопроводи, сигнальні троси, які розташовані у виробках та у яких є електричні установки та проводки [60].

## 5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

У дипломній роботі проводиться дослідження екологічного стану територій розміщення відходів вуглевидобутку шахти «Павлоградська» з метою зниження негативного впливу одного з видів відходів, а саме породних відвалів, на навколишнє середовище. Оскільки породний відвал шахти «Павлоградська» не був рекультивований, було запропоновано технологію його рекультивації за допомогою глиняної ґрунтової суміші (98% глина та 2 % пісок) в якості верхнього родючого шару.

Виходячи з вище наведених даних, розрахунок економічного ефекту зводиться до визначення капітальних витрат на проведення технічного етапу рекультивації, експлуатаційних витрат на обслуговування, економії екологічного податку за рахунок зниження обсягів забруднення [61, 62].

Породний відвал ш. Павлоградська є об'єктом впровадження заходів щодо рекультивації. Параметри відвалу занесені до табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Параметри породного відвалу ш. Павлоградська

Параметр відвалу	Значення
Висота, м	46,6
Площа основи, м <sup>2</sup>	737719
Загальний об'єм, м <sup>3</sup>	24555503
Площа ділянки рекультивації, м <sup>2</sup>	123705
Об'єм суміші, необхідний для рекультивації, м <sup>3</sup>	61853

### 5.1 Розрахунок вартості проведення робіт з рекультивації відвалу

Для рекультивації породного відвалу використовується суміш червоно-бурої глини та піску. Закупка необхідних матеріалів можлива на кар'єрі вогнестійкої глини м. П'ятихатки. Витрати суміші для рекультивації 123705 м<sup>2</sup> площі відвалу та забезпечення 50 см родючого шару становить

61853 м<sup>3</sup>. Для надання сипучості суміш готують складом: 98% глини (60616 м<sup>3</sup>), 2% піску (1237 м<sup>3</sup>) [63].

Маса червоно-бурої глини ( $m_{заг.г}$ ) розраховуються за формулою:

$$m_{заг.г} = V_{гл} * \rho_{гл}; \quad (5.1)$$

де  $V_{гл}$  – об'єм червоно-бурої глини;

$\rho$  – щільність червоно-бурої глини (1,61 г/см<sup>3</sup>) [64]

Витрати червоно-бурої глини для формування 50 см родючого шару сягатимуть:

$$m_{заг.г} = 60616 \text{ м}^3 * 1610 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 97591760 \text{ кг} = 97591,76 \text{ т}$$

Маса піску ( $m_{заг.п}$ ) розраховуються за формулою:

$$m_{заг.п} = V_{п} * \rho_{п}; \quad (5.2)$$

$V_{п}$  – об'єм піску;

$\rho_{п}$  – щільність піску (1,3 г/см<sup>3</sup>).

Витрати піску для формування 50 см родючого шару сягатимуть:

$$m_{заг.п} = 1237 \text{ м}^3 * 1300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 1608100 \text{ кг} = 1608,1 \text{ т}$$

Вартість 1 т глини складає 130 грн (з урахуванням доставки), 1 т піску складає 120 грн (з урахуванням доставки). Вартість необхідної кількості матеріалу для рекультивації породного відвалу ( $B_p$ ) розраховується за формулою:

$$B_p = K_{гл} * B_{гл} + K_{п} * B_{п}; \quad (5.3)$$

де  $B_{гл}$  – вартість 1 т глини;  $B_{п}$  – вартість 1 т піску.

$$B_p = 97591,76 \text{ т} * 130 \text{ грн.} + 1608,1 \text{ т} * 120 \text{ грн.} = 12686929 + 192972 = \\ = \mathbf{12\ 879\ 901 \text{ грн.}}$$

Для порівняння розрахуємо витрати на проведення рекультивації при використанні суміші чорнозему (98%) та піску (2%).

Маса чорнозему ( $m_{заг.ч}$ ) розраховуються за формулою:

$$m_{заг.ч} = V_{ч} * \rho_{ч}; \quad (5.4)$$

де  $V_{ч}$  – об'єм чорнозему;

$\rho$  – щільність чорнозему (1,35 гр/см<sup>3</sup>)

Витрати чорнозему для забезпечення 50 см родючого шару сягатимуть:

$$m_{\text{заг.с}} = 60616 \text{ м}^3 * 1350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 81831600 \text{ кг} = 81831,6 \text{ т}$$

Вартість 1 т чорнозему складає 230 грн (з урахуванням доставки), 1 т піску складає 120 грн (з урахуванням доставки). Вартість необхідної кількості матеріалу для рекультивації породного відвалу ( $B_p$ ) розраховується за формулою:

$$B_p = K_{\text{гл}} * B_{\text{гл}} + K_{\text{п}} * B_{\text{п}}; \quad (5.5)$$

де  $B_{\text{гл}}$  – вартість 1 т чорнозему;  $B_{\text{п}}$  – вартість 1 т піску.

$$\begin{aligned} B_p &= 81831,6 \text{ т} * 230 \text{ грн.} + 1608,1 \text{ т} * 120 \text{ грн.} = \\ &= 18821268 + 192972 = \mathbf{19\ 014\ 240 \text{ грн.}} \end{aligned}$$

Для приготування  $1 \text{ м}^3$  розчину необхідно  $0,2 \text{ м}^3$  води. Для приготування необхідної кількості суміші необхідна кількість води ( $V_e$ ) розраховується за формулою:

$$V_{\text{в}} = V_{\text{заг.с}} * V_{\text{в1}}; \quad (5.6)$$

де  $V_{\text{в1}}$  – необхідна кількість води для приготування  $1 \text{ м}^3$  розчину.

$$V_{\text{в}} = 61853 \text{ м}^3 * 0,2 \text{ м}^3 = 12370,6 \text{ м}^3$$

Вартість  $1 \text{ м}^3$  води в Дніпропетровській області складає 5,052 грн.

Витрати за воду ( $B_e$ ) розраховуються за формулою:

$$B_{\text{в}} = B_{\text{в1}} * V_{\text{в}}; \quad (5.7)$$

де  $B_{\text{в1}}$  – вартість  $1 \text{ м}^3$  води в Дніпропетровській області.

Витрати за воду складатимуть:

$$B_e = 5,052 \text{ грн.} \cdot 12370,6 \text{ м}^3 = \mathbf{62\ 496 \text{ грн.}}$$

Загальна вартість приготування глиняної суміші для заходів з рекультивації породного відвалу ( $B_{\text{заг}}$ ) складатиме:

$$B_{\text{заг}} = B_p + B_{\text{в}}; \quad (5.8)$$

$$B_{\text{заг}} = 12\ 879\ 901 \text{ грн.} + 62\ 496 \text{ грн.} = \mathbf{12\ 942\ 397 \text{ грн.}}$$

Виконання запропонованих заходів планується протягом 3 місяців, тобто витрати на рекультивацію породного відвалу будуть складати 4 314 132,3 грн. щомісячно.

Результати розрахунків представлені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Вартість проведення робіт з рекультивації породного відвалу

Тип витрат	Глиняна суміш	Суміш чорнозему
Витрати на основний матеріал, грн	12 879 901	19 014 240
Витрати на пісок, грн	192 972	-
Витрати за воду, грн	62 496	-
Загальні витрати, грн	<b>12 942 397</b>	<b>19 014 240</b>
Витрати за місяць, грн	4 314 132	6 338 080

### 5.2 Розрахунок капітальних затрат

Капітальні витрати на впровадження рекультиваційних заходів включають у себе витрати на придбання та монтаж необхідної техніки та розраховуються за формулою:

$$K = C_{\text{обл.}} + V_{\text{м.}}, \text{ грн.}, \quad (5.9)$$

де  $C_{\text{обл.}}$  – ціна одиниці технічного засобу;

$V_{\text{м.}}$  – витрати на монтаж.

Результати розрахунку капітальних витрат наведені в таблиці 5.3.

В подальшому, всі технічні засоби, які будуть закуплені для реалізації рекультивації, можливо використовувати для подальших проектів рекультивації.



Таблиця 5.3- Капітальні витрати при впровадженні рекультиваційних заходів.

№	Назва	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Ціна всього, грн.
1	Бульдозер Caterpillar DD76	1,00	972 300,00	972 300,00
2	Екскаватор FiatHitachi FH	1,00	675 840,75	675 840,75
3	Сумішозмішувач примусового типу БСП – 400 (400 л)	2,00	34 000,00	68 000,00
4	Гідроманітор ГПД12-5 з дистанційним керуванням	2,00	18 210,80	36 421,60
5	Комплект трубопровідного обладнання для гідроманіторів	1,00	22450,40	22450,40
<i>Всього по обладнанню:</i>				1 775 012,75
<b>Установка та налагодження обладнання</b>				
6	Установка гідроманіторів на бульдозери	1,00	4250,00	4250,00
7	Підключення трубопровідної системи	1,00	3370,00	3370,00
<i>Всього по встановленню обладнання:</i>			7620,00	
<i>Всього по капітальним витратам:</i>			1 782 632,75	

### 5.3. Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати включають у себе витрати на електроенергію, на заробітну плату працівникам, які обслуговують обладнання, єдиного соціального внеску на заробітну плату, амортизаційні відрахування.

1) Витрати на електроенергію:

$$V_{e.} = P_{об.} \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot N_4 \cdot C_e \cdot K_{в.}, \text{ грн.} \quad (5.10)$$

де  $P_{об.}$  – потужність обладнання, кВт /год;

$N_1$  – тривалість робочої зміни,  $N_1 = 8$  годин;

$N_2$  – кількість змін на добу,  $N_2=1$  зміна;

$N_3$ – число робочих днів у місяць, в середньому  $N_3=24$ ;

$N_4$  – число місяців,  $N_4=3$ ;

$C_e$ – ціна електроенергії, грн./кВт;

Кв. – коефіцієнт використання робочого часу, Кв. = 0,75.

$$V_{\text{генератор}}=40*8*1*24*3*1,8*0,75=31\,104 \text{ грн}$$

$$V_{\text{гідромонітор}}=7*8*1*24*3*1,8*0,75=5\,443,2 \text{ грн}$$

$$V_{\text{змішувач}}=7*8*1*24*3*1,8*0,75=5\,443,2 \text{ грн}$$

$$V_e = V_{\text{генератор}} + V_{\text{гідроманітор}} + V_{\text{змішувач}}, \quad (5.11)$$

$$V_e = 31\,104 + 5\,443,2 + 5\,443,2 = 41\,990,4 \text{ грн}$$

Так як проект рекультивації розрахований на 3 місяці, то місячні витрати будуть становити 13 996,8 грн, а загальні 41 990,4 грн.

2) Витрати на витратні матеріали, які необхідні для обслуговування обладнання – глина, пісок, технічна вода.

$$V_{\text{в.м.}} = V_{\text{глина}} + V_{\text{пісок}} + V_{\text{H}_2\text{O тех.}}; \text{ грн}, \quad (5.12)$$

де  $V_{\text{глина}}$  – витрати на глину, грн;

$V_{\text{пісок}}$  – витрати на пісок, грн;

$V_{\text{H}_2\text{O тех.}}$  – витрати на воду технічну, грн;

$$V_{\text{в.м.}} = 12\,686\,929 \text{ грн} + 192\,972 + 62\,496 = 12\,942\,397 \text{ грн.}$$

3) Витрати на оплату праці:

$$Z_{\text{о.п.}} = 3 * K_{\text{о.т.}} * C_{\text{з.п.}}, \text{ грн. /період} \quad (5.13)$$

де  $K_{\text{о.т.}}$  – кількість обслуговуючого персоналу;

$C_{\text{з.п.}}$  - ставка заробітної плати

$$V_{\text{оператор.}} = 3 * 5 * 5000 = 75\,000 \text{ грн./період}$$

$$V_{\text{нач.зміни}} = 3 * 2 * 8000 = 48\,000 \text{ грн./період}$$

$$V_{\text{ремонт.бригада}} = 3 * 2 * 7000 = 42\,000 \text{ грн./період}$$

4) Єдиний соціальний внесок:

$$V_{\text{н.}} = Z_{\text{о.п.}} * C_{\text{Тн}}, \text{ грн.} \quad (5.14)$$

де  $C_{\text{Тн}}$  - ставка ЄСВ,  $C_{\text{Тн}} = 22\%$ .

$$Z_{\text{н.}} = 165\,000 * 0,22\% = 36\,300 \text{ грн.}$$

б) Амортизаційні відрахування на обладнання (розраховуються обов'язково) визначаються за формулою:

$$V_a = K \cdot A_p, \text{ грн./рік}, \quad (5.15)$$

де  $A_p$  – річні амортизаційні відрахування,  $A_p = 6,7\%$ .

$$Z_a = 1\,782\,632,75 \cdot 0,067 = 119\,436,39 \text{ грн. / рік.}$$

Таким чином, загальна сума експлуатаційних витрат на утримування вибраного обладнання розраховується за формулою:

$$V_{\text{експл.}} = V_e + V_{p.m} + V_{o.p.} + V_n + V_a, \text{ грн./період.} \quad (5.16)$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{експл.}} &= 41\,990,4 + 12\,942\,397 + 165\,000 + 36\,300 + 119\,436,39 = \\ &= 13\,305\,123,7 \text{ грн./період.} \end{aligned}$$

#### 5.4 Розрахунок економії екологічного податку за забруднення навколишнього середовища

Економію витрат можна розрахувати шляхом порівняння витрат шахти за забруднення навколишнього середовища до та після впровадження запропонованих заходів щодо рекультивації відвалу.

До впровадження заходів з рекультивації сума податку за викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря складала:

- пил вуглепородний – 83,07 грн./рік;

Результати розрахунків екологічного податку представлені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Розмір екологічних податків на ш. Павлоградська

Назва речовини	Ставка податку за 1 т, грн/т	Загальний викид забрудника, т/рік	Загальна сума податку за забруднення, грн
Пил вуглепородний	83,07	32602,46	2 708 286, 35

Згідно до вищенаведених розрахунків зрозуміло, що на реалізацію

проекту рекультивації породного відвалу ш. Павлоградська з використання червоно-бурої глини в якості родючого шару може бути витрачено 15 087 756 грн. Отримана сума складається з капітальних витрат у розмірі 1 782 632,75, експлуатаційних витрат - 13 305 123,7 грн. на період проекту, який складає 3 місяці.

Цей спосіб є досить рентабельним, так як глина є дешевшою за чорнозем. До того ж щорічний екологічний податок, в розрахунку на площу відвалу, знизяться на 2 708 286 грн., а, отже, термін окупності робіт приблизно складе 6 років.

## ВИСНОВКИ

Виходячи з наведених фактів негативного впливу вугільного відвалу на навколишнє середовище, ми переконалися в необхідності проведення рекультивації даного об'єкта.

Рекультивацію породного відвалу запропоновано проводити з використанням глиняної ґрунтової суміші в якості верхнього родючого шару. Отримані результати свідчать про можливість її використання. Глина інгібує процеси вертикального солепереносу, а також її лужні умови пригнічують роботу ацидофільних бактерій, що відповідно підтримує рН на незмінному рівні на відміну від чорноземів, типовою характеристикою яких є накопичення сірчаної кислоти. Також постає необхідність подальшого дослідження фізико-хімічних показників забруднення ґрунтів з метою більш детального дослідження вертикального солепереносу та визначення перспектив регуляції і використання цього процесу.

Наведені в технологічному розділі результати фізико-хімічного аналізу та розрахунки дозволяють судити про рекультивацію з використанням даної ґрунтової суміші як про досить ефективну, і можливе виконання силами і ресурсами самого підприємства.

Згідно з розрахунками, наведеними в економічному розділі зрозуміло, що на реалізацію даного способу рекультивації буде витрачено 15 087 756 грн. Цей спосіб є досить рентабельним, так як глина є дешевшою за чорнозем. До того ж щорічні платежі за забруднення природи знизяться на 2 708 286, 35 грн., а, отже, термін окупності робіт складе 6 років.

Виконання вимог, викладених в розділі охорони праці, забезпечить безпечне виконання процесу рекультивації вугільного відвалу.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році [Текст]. – К. : Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K. – 2012. – С. 258
2. Gorova, A. Ecological problems of post-industrial mining areas. Geomechanical processes during underground mining [Text] / A. Gorova, A. Pavlychenko, S. Kulyna // Leiden, The Netherlands : CRC Press / Balkema. 2012. – P. 35 -40.
3. Баранник Л. П. Лесная рекультивация отвалов угольных карьеров в Южном Кузбассе [Текст] / Л. П. Баранник // Рекультивация в Сибири и на Урале. – 121 Новосибирск : Наука, 1970. – С. 125-129.
4. Баранник Л. П. Экологическое обоснование и опыт лесной рекультивации на техногенных территориях в Кузбассе [Текст] / Л. П. Баранник // Программа и методика изучения техногенных биоценозов. – М. : Лесная промышленность, 1978. – С. 159-165.
5. Баранник Л. П. Лесовозобновление на породных отвалах угольных разрезов Южного Кузбасса [Текст] / Л. П. Баранник, Е. Р. Кандрашин // Почвообразование в техногенных ландшафтах. – Новосибирск, 1979. – С. 172-179.
6. Грешта Я. Укрепление склонов бросовых земель, образованных в результате промышленной эксплуатации недр земли, при помощи растительности (Польша) [Текст] / Я. Грешта // Охрана природы на Урале. Свердловск, 1970. – Вып. 7. – С. 63-71.
7. Bradshaw A. Restoration of mined lands – using natural processes [Text] / A. Bradshaw // Ecol. Eng. –1997. – 8. – P. 255-269 .
8. ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.
9. Баранов В. І. Очерет звичайний – фіторемедіант важких металів у дренажних канавах породних відвалів вугільних шахт [Текст]/ В. І. Баранов,

I. М. Книш, I. А. Блайда та ін. // Біологічні студії / *StudiaBiologica*. – 2012. – Т. 6, № 1. – С. 93-100.

10. Новицкий М. Л. Гранулометрический состав мелкоземасульфидной горной породы и техногенных субстратов шахтных отвалов [Текст]/ М. Л. Новицкий // Бюллетень Никитского ботанического сада. Агроэкологія. – 2011. – Вып. 103. – С. 85-89.

11. Кучерявий В. П. Рекультивация та фітомеліорація: навч.-метод [Текст]. Посіб / В. П. Кучерявий, Я. В. Генік, А. П. Дида та ін.. – Львів: Вид-во НЛТУ України, 2006. – С. 116

12. Панов Б.С. Некоторые вопросы экологической минералогии Донецкого бассейна [Текст] // Минерал, журн. — 1993. -15, №6. - С.43-50.

13. Сребродольский Б. И. Минеральные ассоциации самородной серы в угленосных толщах [Текст]// Минерал, сб. Львов, ун-та - 1973. -№ 27, вып. 3. - С. 287-296.

14. Харитонов М.М. Оцінка екологічної безпеки варіантів сільськогосподарської рекультивациі у Західному Донбасі [Текст] / М.М. Харитонов, М.І. Жиленко // Вісник Харків. нац. аграр. ун-ту. – 2006. – № 6. – С.210-212.

15. Торохова О. Н. К вопросу фитотоксичности породы промышленных отвалов Донбаса [Текст] / О. Н. Трохова // Промышленная ботаника. Сборник научных трудов. – Донецк: Донецкий ботанический сад НАН Украины. – 2007. – Вып. 7. – С. 80-84.

16. Кондратюк Е. Н. Промышленная ботаника [Текст] / Е. Н. Кондратюк, В. П. Тарабрин, Р. И. Бурда и др. – Киев : Наук. думка, 1980. – С. 260

17. Henry D. Fundamentals of soil science [Text] // Foth.-8th ed. p. cm. Includes bibliographical references. ISBN 0-471-52279-1 - 1990. – p. 360

18. Лакин Г.Ф. Биометрия [Текст].-М.: Высшая школа,1990. –С. 352

19. Gliński J. Soil aeration and its role for plants [Text] /, W. Stepniewski, J. Gliński. CRC Press, Boca Raton. – 1985. – p. 229

20. Slessarev, E. W Water balance creates a threshold in soil pH at the global scale [Text] / E. Slessarev, Y. Lin, Y.; N. Bingham, J. Johnson; O. Chadwick // Nature. 540 (26.12.2.2016): P. 567–569.

21. Ditzler C. Soil Survey Division Staff [Text] / C. Ditzler , K. Scheffe. // Department of Agriculture Handbook 18.- 1993. – p.224

22. Демидо А.В, Пространственная агроэкология и рекультивация земель: монография [Текст] / А.А. Демидов, А.С. Кобец, Ю.И. Грицан, А.В. Жуков // Днепрпетровск : Изд-во «Свидлер А.Л.», 2013. – С. 560

23. Половников А.В. Рекультивация и мелиорация нарушенных земель [Текст] / А.В. Половников. - Пермь: изд-во Пермской ГСХА, 2016. –С. 51

24. Леонов П.А. Породные отвалы угольных шахт [Текст] / П.А. Леонов, Б. А. Сурначев - Москва: Недра. - 1970. – С. 110

25. Игожин В.М. Современное состояние породных отвалов шахт и обогатительных фабрик Минуглепрома СССР [Текст] / В.М. Игожин, А.Н. Васильев // Основные направления природоохранных мер в отрасли на 1981 – 85 гг. / Сб. научн. Трудов. / Пермь-ВНИИОС уголь - 1982. – С. 32-34.

26. Зубова Л.Г. Разработка мероприятий по улучшению лесной рекультивации терриконов угольных шахт Донбасса [Текст]. Автореф. дис. канд. с.-х. наук; 06.03.04 / Всесоюзный НИИ агролесомелиорации. – Волгоград, 1988. – С. 18

27. Зубова Л.Г. Теоретические и прикладные основы восстановления Техногенных ландшафтов до уровня природных [Текст]. Спец.21.06.01 – «Экологическая безопасность» / Дис. на соискание уч. степени доктора техн. наук. – Луганск. - 2004. – С. 200

28. Методика расчета вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей) [Текст] / Национальный научный центр горного производства. – Люберцы. - 1999г. – С. 58



29. Красавин А.П. Защита окружающей среды в угольной промышленности [Текст]/ М.: Недра, 1991. – С. 219
30. Павличенко, А. В. Розробка електронних екологічних паспортів породних відвалів вугільних шахт [Текст] / А.В. Павличенко, В.В. Федотов, Ю.В. Бучавий, А.А. Коваленко / Науковий вісник НГУ. – 2014. - №3. – С. 105 – 110.
31. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. – [Чинний від. 2005-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 10 с.
32. ДСТУ ISO 10381-1:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Ч. 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб. К.: Держспоживстандарт України, 2006
33. ДСТУ ISO 10381-2:2004. Якість ґрунту. Ч.2. Настанови з методів відбирання проб (ISO 10381-2:2002, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2006
34. ГОСТ 17.5.4.01-84. Охрана природы. Рекультивация земель. Метод определения рН водной вытяжки вскрышных и вмещающих пород.
35. ДСТУ ISO 11265:2001. Якість ґрунту. Визначання питомої електропровідності. К.: Держспоживстандарт України, 2002
36. ДСТУ Б В.2.1-16:2009. Ґрунти. Методи лабораторного визначення вмісту органічних речовин. К.: Держспоживстандарт України, 2009
37. ДСТУ ISO 14869-1:2005. Якість ґрунту. Розчинення для визначення валового вмісту елементу. Частина 1: Розчинення кислотами. — [Чинний від 2006-07-01]. — К., 2006. — IV, 5 с.
38. ISO 11464:1994 Якість ґрунту. Попередня підготовка зразків для фізико-хімічного аналізу. – [Чинний від 2003-07-01]. - К., 2003. — 25 с.
39. Лакин Г.Ф. Биометрия [Текст].-М.: Высшая школа,1990. –С. 352
40. Shahzada Munawar Mehdi et al. Adsorption Capacities and Availability of Phosphorus in Soil Solution for Rice Wheat Cropping System [Text]// World Applied Sciences Journal 2 (4): 2007. - p. 244-265.
41. Богобоящий В.В. Принципи моделювання та прогнозування в

екології [Текст] / В.В. Богобоящий, К.Р. Курбанов, П.Б. Палій, В.М. Шмандій// Підручник.-Київ:Центр навчальної літератури,2004. –С. 216

42. Кузякова И.Ф. Применение метода геостатистики при обработке результатов почвенных и агрохимических исследований [Текст] / Кузякова И.Ф., Романенков В.А., Кузяков Я.В. // Почвоведение. - 2001. – №11.- С. 1365-1376.

43. Дегтярев Ю. В. Электропроводность водных суспензий черноземов типичных под. разными фітоценозами [Текст] /Ю. В. Дегтярев// Вісник ХНАУ: Ґрунтознавство. - 2014. – №1. - С. 43-48.

44. Гамкало З.Г. Якість сірих лісових ґрунтів гемеробних екосистем та її індикація (біогеоценотичний підхід) [Текст]: Автореф. дис...докт. біол. наук: 03.00.18/Національний науковий центр “Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського” УААН. – Харків, 2006. – С. 32

45. Marx E.S. Soil Test Interpretation Guide [Text] / E.S. Marx, J. Hartand R.G. Stevens // Oregon State University Extension Service. – 1999. - р. 1478

46. Самофалова И.А. Химический состав почв и почвообразующих пород [Текст]: учебное пособие. // И.А. Самофалова, М-во с.-х. РФ, ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА». – Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2009. – С. 61

47. Самохвалова В. Еколого-геохімічні дослідження вмісту різних форм Со, Ні, Сг у ґрунтах різного генезису в Україні [Текст] / В. Самохвалова, А. Фатєєв, Є. Лучникова, О. Ликова // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. - 2012. - Випуск 60. - С. 171–181

48. Евреинова А.В. Использование показателей биологической активности для мониторинга и диагностики загрязнения почв тяжелыми металлами II класса опасности [Текст] / А.В. Евреинова, А.А. Попович, С.И. Колесников//Современные проблемы загрязнения почв. М., 2004. С. 207–208.

49. Колесников С.И. Ранжирование химических элементов по степени их экологической опасности [Текст]//Современные проблемы загрязнения почв. М.,2010. С. 362–365.

50. Погребицкий Е.О. О некоторых закономерностях распределения германия в гулях Донецкого бассейна [Текст] / Е. О. Погребицкий // М.:Недра, 1960. – С. 362
51. Cox, Solutions to Soil Problems: II. High pH (Alkaline Soil) [Text] / Loralie and Koenig, Rich // All Current Publications. – 2010. - Paper 955.
52. Бучавий Ю.В. Алгоритм багатofакторного моделювання процесів забруднення атмосферного повітря на гірничозбагачувальних комбінатах [Текст] / Ю.В. Бучавий, А.В. Павличенко, К.В. Семеріч // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Д, 2013. – Вип. 111 . – С. 12-21.
53. ДБН Б.2.4-1-94. Планування і забудова сільських поселень з урахуванням змін №4 ч – № 10 за дозволом Держбуду України (лист від 19.03.2002 р. № 1/52-170).
54. Система управления охраной труда в угольной промышленности Украины (Типовое положение) [Текст] // К.: Основа, 2002. - С. 280.
55. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. – Взамен СНиП П.Д.5-72 и СН 449-72. – Введ. 01.01.1987, - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.-52с.
56. ГОСТ 27435-87. Внутрішній шум автотранспортних засобів. Припустимі рівні й методи вимірювань — [Текст]. – К. : Держстандарт України, 1995. – 38 с.
57. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008. Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги — [Чинний від 2008-20-10]. — К., 2008. — 20 с.
58. ГОСТ 12.4.009-83. Система стандартів безпеки праці. Пожарна техніка для захисту об'єктів. Основні види. Розміщення і обслуговування
59. ГОСТ 12.4.026-76. Система стандартів безпеки праці. Цветасигнальные и знаки безопасности.
60. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений

61. Хенс Л. Экономика природопользования [текст]: учебник. / Л. Хенс, Л. Мельник, Э. Бун. – К. : Наукова думка. – 1998. – 482 с.
62. Экология и экономика природопользования: Учебник для вузов / Под. ред. Э. В. Гарусова. – М. : Закон и право, ЮНИТИ, 1998. – 455 с.
63. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
64. Бузило В.И. Технологии ликвидации на клонных горнах выработок закрываемых угольных шахт с применением твердеющих высокодисперсных смесей. Монография. [Текст]/ В.И. Бузило, В.Д. Рябичев, С.С. Гребёнкин, А.В. Павличенко. Под общ. Ред. Рябичева В.Д. - Днепропетровск:Литограф, 2014.-С.144
65. Демидова О.А. Просторова агроекологія та рекультивация земель:монографія [Текст] / О.А. Демидова, А.С. Кобець, Ю.І. Грицан, О.В. Жуков // Дніпропетровськ: Вид-во «Свідлер А.Л.», 2013. – С. 42

## ЗВІТ ПРОГРАМИ «ГІРНИЧІ РОБОТИ»

**Расчет произведен программой «Горные работы», версия 1.1.0.4 от 12.03.2003  
Copyright © 2001-2003 ФИРМА «ИНТЕГРАЛ»**

*Расчет выбросов загрязняющих веществ при проведении горных работ в соответствии с  
«Методикой расчета вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых  
горных работ (на основе удельных показателей)»: Люберцы, 1999.*

Программа зарегистрирована на: Кафедра эколог\_і НГУ  
Регистрационный номер: 23-45-8902

*Предприятие №360, отвал ш.Павлоградская  
Источник выбросов №1, цех №1, площадка №1, вариант №1  
Отвал ш. Павлоградская*

### Результаты расчета

м/с	Код в-ва	Название вещества	Макс. выброс (г/с)	Валовый выброс (т/год)
5	2902	Взвешенные вещества	1372.1573400	32602.458398
8	2902	Взвешенные вещества	5282.0680400	
10	2902	Взвешенные вещества	10062.4871600	

### Расчетные формулы, исходные данные

#### Пыление

**Валовый выброс пыли определяется по формуле:**

$$M=86.4 \cdot Q_{\text{пыл}} \cdot S_{\text{от}} \cdot K_2 \cdot K_7 \cdot (365-T_c) \cdot 10^{-6} \text{ т/год}$$

Высота отвала=50 м

Скорость ветра = 5 м/с  $Q_{\text{пыл}}=9.3 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{с}$

Скорость ветра = 8 м/с  $Q_{\text{пыл}}=35.8 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{с}$

Скорость ветра = 10 м/с  $Q_{\text{пыл}}=68.2 \text{ мг/м}^2 \cdot \text{с}$

$S_{\text{от}}=737719 \text{ м}^2$  - площадь отвала

$K_2=1.00$  - коэффициент, учитывающий влажность материала (влажность: 5.1-7%)

$K_7=0.2$  - коэффициент, учитывающий эффективность сдувания пыли с поверхности отвала. Время, прошедшее после прекращения эксплуатации: менее трех лет.

$T_c=90$  - среднее годовое количество дней с устойчивым снежным покровом

**Максимально-разовый выброс пыли определяется по формуле:**

$$G=Q_{\text{пыл}} \cdot S \cdot K_2 \cdot K_7 \cdot 10^{-3} \text{ г/с}$$















**Перелік публікацій здобувача**

1. Подпрятова Н.О. Визначення комплексного екологічного індексу забруднення річки Самари / Н.О. Подпрятова, І.І. Клімкіна// Матеріали V-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпропетровськ, 26-27 березня 2014 року). – Д.: Державний ВНЗ “НГУ”, 2014. – Т. 10. - С.2-29 – 2-30
2. Podpriatova N. Integral Assessment of the Samara River Environmental State / N. Podpriatova, I. Klimkina//The 10<sup>th</sup> International Forum for Students and Young Researchers (Dnipropetrovsk, April 23-24, 2015). – Dnipropetrovsk, NMU, 2015. – p.94
3. Подпрятова Н.О. Оцінка рівня небезпеки забруднення ґрунтів на території заповідника «Крейдяна флора» внаслідок військових дій. / Н.О. Подпрятова, І.І. Клімкіна // Матеріали III-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпропетровськ, 2-3 грудня 2015 року). – Д.:Державний ВНЗ “НГУ”, 2015. - Т. 10. – С. 32-33
4. Podpriatova N. Assessment of the Integral Index of Soil Contamination on the Territory of National Park “Kreidiana Flora” due to Military Actions / N. Podpriatova, I. Klimkina//The 11<sup>th</sup> International Forum for Students and Young Researchers (Dnipropetrovsk, April 14-15, 2016). – Dnipropetrovsk, NMU, 2016. – V 1. - p.70
5. Подпрятова Н.О. Аналіз фізико-хімічних показників забруднення території заповідника «Крейдяна флора» внаслідок військових дій/ Н.О. Подпрятова, І.І. Клімкіна // Матеріали IV-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпропетровськ, 6-7 грудня 2016 року). – Д.:Державний ВНЗ “НГУ”, 2016. - Т. 10. – С. 97-98

6. Podpriatova N. Aussichten der Einuhrung der Ansatzye der Humanen Padagogik In Hochschulen der Ukraine / N. Podpriatova, S.E. Bartashevsky // Engineer of the Third Millennium [Text]: Students Scientific Conference – Дніпропетровськ: Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. Ім. В. Лазаряна, 2017. – р.
7. Podpriatova N. Problem and Prospects of Ecological Tourism Development on the Territories of Nature Reserves / N. Podpriatova, V. Fedotov // Engineer of the Third Millennium [Text]: Students Scientific Conference – Дніпропетровськ: Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. Ім. В. Лазаряна, 2015. – Р. 74
8. Natalia Podpriatova. Influence of the Military Actions on the Physical and Chemical Characteristics of Soil of the National Reserve “Kreidova Flora”/ N. Podpriatova, I. Klimkina//The 11<sup>th</sup> International Forum for Students and Young Researchers (Dnipro, April 20-21, 2017). – Dnipro, NMU, 2017. – V 1. - р. 66
9. Подпрятова Н.О. Дослідження поводження фосфору у крейдових ґрунтах / Н.О. Подпрятова, І.І. Клімкіна// Збірник тез доповідей XX Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 10-річчю створення екологічного факультету (Харків, 19-22 квітня 2017 року). – Х.: ХНУ ім. В.І. Каразіна, 2017. – С. 170-171
10. Подпрятова Н.О. Аналіз фізико-хімічних показників ґрунтів на території відділення «Крейдова флора» Українського степового природного заповідника НАН України внаслідок військових дій Н.О. Подпрятова, І.І. Клімкіна, О.О. Подпрятів// Наукові праці Всеукраїнської науково-практичної конференції (с. Назарівка, Донецька обл., 25-27 травня 2017 року) / Праці відділення «Кам’яні Могили» УСПЗ НАН України. – Вип. 4./Серія: «Conservation Biology in Ukraine». – Вип.4.- Запоріжжя: Дике Поле, 2017. – С. 99-107