

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та
екології**

**Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту
довкілля**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти магістр

НА ТЕМУ: Формування комплексної системи відновлення техногенно забруднених агроценозів на локальному рівні (на прикладі Сенчанської СТГ)

**Виконав: здобувач вищої освіти
СВО Магістр за
ОПП Агроекологія
спеціальності 101 – Екологія
Шуть Захар Ігорович**

**Керівник: Диченко Оксана Юріївна, кандидат
сільськогосподарських наук, доцент
Рецензент: Поспелова Ганна Дмитрівна, канди-
дат сільськогосподарських наук, доцент**

Полтава – 2023 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля

Освітньо-професійна програма Агроекологія

Спеціальність 101 Екологія

Ступінь вищої освіти Магістр

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри екології,
збалансованого природокористування
та захисту довкілля,

д.с.-г.н., проф. Писаренко П.В.

« ____ » _____ 20 __ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Шуть Захару Ігоровичу

1. Тема роботи

Формування комплексної системи відновлення техногенно забруднених агроценозів на локальному рівні (на прикладі Сенчанської СТГ)

керівник роботи:

кандидат сільськогосподарських наук, доцент Диченко Оксана Юріївна

затверджено наказом вищого навчального закладу

від « ____ » _____ 20 __ року № ____

2. Строк подання здобувачем роботи

« ____ » _____ 20 __ р.

3. Вихідні дані до роботи

Дані щодо проведення досліджень звалища твердих побутових відходів на території Сенчанської СТГ у період 2020-2023 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) аналіз сфери поводження з твердими побутовими відходами на території Сенчанської СТГ. Розробка заходів з технічної та біологічної рекультивациі звалища ТПВ. Обґрунтування потреби в інженерно-технологічному обладнанні місця видалення відходів, обґрунтування шляхів і засобів розв'язання проблеми, очікувані показники реалізації запропонованих заходів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна ефективність	За потреби		

7. Дата видачі завдання « ____ » _____ 20 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1.	Вивчення методик дослідження	
2.	Вивчення об'єкту дослідження	
3.	Існуючий стан санкціонованих та несанкціонованих звалищ на території Сенчанської сільської ради	
4.	Проведення лабораторних досліджень.	
5.	Розробка заходів технічної рекультивації звалищ на території Сенчанської сільської ради	
6.	Розробка заходів біологічної рекультивації звалищ на території Сенчанської сільської ради	
7.	Проведення експерименту	
8.	Характеристика умов проведення дослідження	
9.	Еколого-економічна оцінка	
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи.	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Шуть З.І.

Керівник роботи

_____ (підпис)

Диченко О.Ю.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Розділ 1. Характеристика ґрунту, який зазнає впливу важкими металами (огляд літератури).....	7
Розділ 2. Програма і методика	11
Розділ 3 Результати хіміко-токсикологічних досліджень зразків ґрунту та води у районі розміщення несанкціонованого звалища ТПВ (на відстані 1,4 км від с. Сенча).....	13
Розділ 4. Проект рекультивації та ремедіації несанкціонованого звалища ТПВ.....	18
4.1 Загальні положення.....	18
4.2 Рекультивація несанкціонованого звалища ТПВ третьої категорії. Рекультивація звалища ТПВ за межами с. Сенча Миргородського району Полтавської області із здійсненням заходів фіторемердіації з насадженням сільськогосподарських культур.....	
4.4 Рекультивація несанкціонованих звалищ ТПВ першої категорії....	47
Розділ 5. Економічне обґрунтування пропонуванних заходів.....	39
5.1 Обсяги робіт і витрат на рекультивацію	39
5.2 Витрати на рекультивацію.....	41
Висновки.....	43
Список використаної літератури.....	45

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Завдання даної магістерської роботи полягало у визначенні і оцінці лісорослинних умов на даній території на основі результатів наукових досліджень і пошукових робіт з метою надання рекомендацій і розробки проекту щодо рекультивації та фіторемедіації техногенно забруднених земель (несанкціонованого звалища ТПВ) на частково засолених ґрунтах.

На основі отриманих результатів і узагальнення світового передового наукового і виробничого досвіду, за участі кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля Полтавської державної аграрної академії та лабораторії агроекологічного моніторингу ПДАУ, були опрацьовані рекомендації по рекультивації та фіторемедіації (з опрацюванням проекту лісових культур) вказаної території, на базі яких була розроблена проектна частина звіту. Згідно Закону України «Про охорону земель» рекультивація порушених земель - це комплекс організаційних, технічних і біотехнологічних заходів, спрямованих на відновлення ґрунтового покриву, поліпшення стану та продуктивності порушених земель.

У даній роботі передбачається технічна і біологічна рекультивація несанкціонованого звалища ТПВ в межах Сенчанської сільської ради, а також враховуючи необхідність очищення території від забруднення, передбачаються заходи з ремедіації, зокрема фіторемедіації.

У магістерській кваліфікаційній роботі передбачено розробку:

1) Технічна рекультивація території з включенням заходів ремедіації, а також умови та порядок підготовки території звалища ТПВ для проведення фіторемедіації з насадженням лісових культур. При цьому технічна рекультивація включає комплекс інженерних робіт, спрямованих на відновлення ґрунтового покриву, поліпшення стану та продуктивності порушених земель. Враховуючи попередні дослідження, виконані лабораторією агроекологічного моніторингу ПДАА, технічна рекультивація території має включати комплекс заходів з ремедіації.

2) Біологічна рекультивація з включенням заходів фіторемедіації з на-

садженням лісових культур на даній території. Біологічна рекультивация включає комплекс заходів щодо створення сприятливого водно-повітряного та поживного режимів ґрунту для лісових культур. Заходи фітореMediaції передбачають комплекс методів очищення стічних вод, ґрунтів і атмосферного повітря з використанням зелених рослин (у даному випадку – лісових культур).

Об'єкт дослідження – несанкціоноване звалище твердих побутових відходів (ТПВ).

Предмет дослідження: практичні рекомендації щодо рекультивации та реMediaції несанкціонованого звалища ТПВ.

Методи досліджень: В основу методології дослідження покладено такі наукові методи: ресурсного та цільового підходів (у процесі розробки стратегії управління сферою поводження з відходами); метод економіко-математичного моделювання (для побудови оптимізаційних та імітаційних еколого-економічних моделей управління сферою поводження з відходами); метод експертних оцінок (у ході розробки методики оцінки ефективності заходів); економіко-статистичні методи, методи факторного та кластерного аналізу, прогнозування, картографування (для аналізу та оцінювання ефективності управління сферою поводження з відходами); евристичні методи.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота виконана на 45 сторінках машинописного тексту і складається із загальної характеристики, 5 розділів, висновків. Список використаної літератури налічує 41 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТУ, ЯКИЙ ЗАЗНАЄ ВПЛИВУ ВАЖКИ- МИ МЕТАЛАМИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Стабільність і продуктивність техногенно забруднених ґрунтів залежить, окрім дії антропогенного фактора і наявності в них достатніх кількостей життєво необхідних рослинні рухомих форм макро- і мікроелементів, також від інтенсивності біологічних процесів, відображенням активності яких є інтенсивність виділення CO₂, якісний і кількісний склад мікробного угруповання та активність ґрунтових ферментів. Досить динамічними і швидко реагуючими на токсичну дію важких металів (ВМ) компонентами є мікроорганізми. Забруднення ВМ призводить до зменшення загальної чисельності та видового різноманіття мікроорганізмів. Характер токсичної дії ВМ на активність ґрунтових ферментів залежить, насамперед, від виду металу, його валентності, форми внесених сполук (оксиди, солі), їх розчинності і тривалості впливу, а також визначається типом ґрунту, вмістом гумусу й механічним складом.

Проведені дослідження [5] дозволили встановити, що за умови додавання пробіотика «Sviteco-PBG» (10 % розведення) і гіпсу у стічні води звалища ТПВ досягається їх максимальне очищення від важких металів, фітотоксичний ефект оцінюється як слабка токсичність (згідно ДСТУ ISO 11269-2:2002). Загалом досить багато досліджень вказують, що прискорити процес зменшення фітотоксичності ґрунту можливо шляхом інокуляції мікроорганізмів різних трофічних рівнів, використання бактеріальних препаратів, використання технологій компостних систем, внесенням мінеральних добавок або створенню оптимальних умов для розвитку мікрофлори і підвищення її біологічної активності агротехнічними заходами.

Перспективним методом вилучення важких металів з ґрунтів, на думку багатьох дослідників, є біологічний метод фіторемедіації. З наведеного літературного догляду слідує, що створення зелених насаджень являється дієвим способом покращення екологічного стану довкілля в умовах промислової емісії. Воно дає можливість локалізувати негативний вплив джерел забруднення довкілля і

завдяки фітонцидним властивостям і іншим хімічним процесам, які супроводжують життєдіяльність деревної і чагарникової рослинності, прискорити розклад шкідливих забруднювачів.

Проведені дослідження забруднення важкими металами у районі розміщення несанкціонованого звалища ТПВ [6] дозволили розробити загальну плеяду кореляційних залежностей вмісту важких металів у різних органах рослин (рис. 1.10)

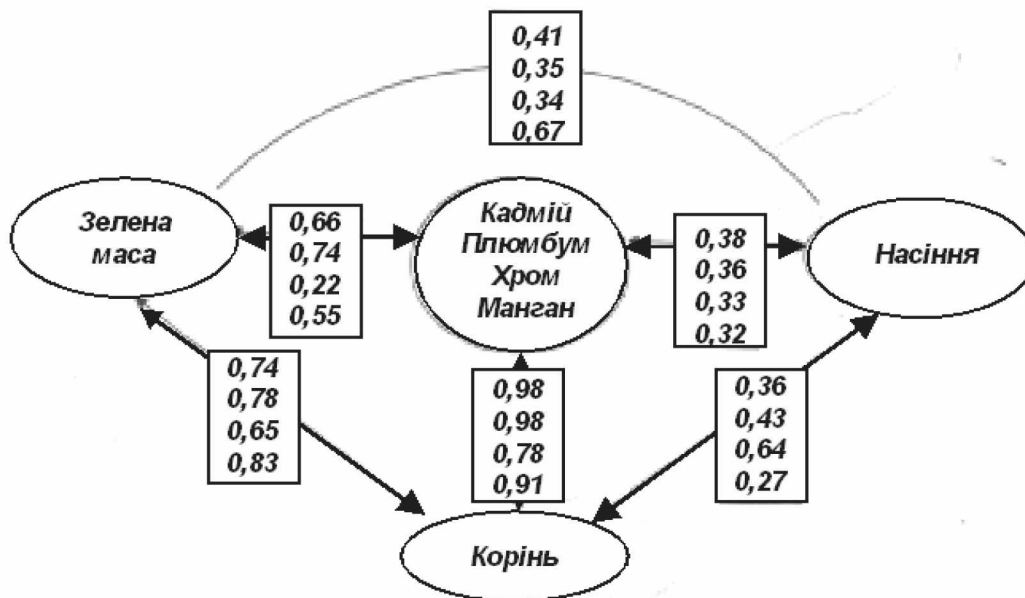


Рис. 1.1 Мультиколеніальний зв'язок між забрудненням насіння, зеленої маси та коріння важкими металами

Плеяди кореляційного зв'язку відображають накопичення Cd, Pb, Cr та Mn в органах рослин (на прикладі представників родів Poaceae, Fabaceae та Brassicaceae), які було висаджено на поліелементно забруднених ґрунтах територій в районі впливу несанкціонованого звалища ТПВ. Дослідження [5] показали здатність до акумуляції важких металів у рослин різних видів, які належать щонайменше до 34 родин. Понад 450 видів, що представляють близько 0,2% покритонасінних, ідентифіковано як природні акумулятори металів (Zn, Ni, Mn, Co, Cd, Cu), металоїдів (As), неметалів (Se). Більшість цих видів є представниками родини хрестоцвітих.

За допомогою проведення лабораторних дослідів визначені чутливі і ток-

сикотолерантні представники різних ботанічних родин [6]. За отриманими даними побудовані ранжовані ряди стійкості рослин до моно- та поліелементного забруднення ґрунту важкими металами.

В умовах одночасної дії ряду негативних факторів на рослинність: засоленості ґрунтів, забруднення повітря звалищним газом (у т.ч. метаном, аміаком, діоксидом сірки й ін.), забруднення ґрунтів і ґрунтових вод важкими металами, завдання по створенню зелених насаджень ускладнюється. Необхідно виділяти основний лімітуючий фактор від якого залежатиме успіх у вирішенні завдання. У даних умовах це токсичність ґрунтів.

Властивості важких металів (ВМ) у системі «ґрунт – рослина», що є достатньо динамічною, обумовлені дією кожного її компонента. Детальні дослідження цих процесів дозволяють пояснити механізми толерантності до дії важких металів та розробити методи біоіндикації та моніторингу довкілля.

Забруднення ґрунтів ВМ у концентраціях 5-10 ГДК як за моно, так і за полі елементного впливу пригнічують ріст і розвиток рослин, інколи викликають їх повну загибель. Концентрації на рівні 1 ГДК фактично не мають негативних наслідків, а інколи навіть стимулюють ріст деяких видів рослин (рис. 1.2-1.3).

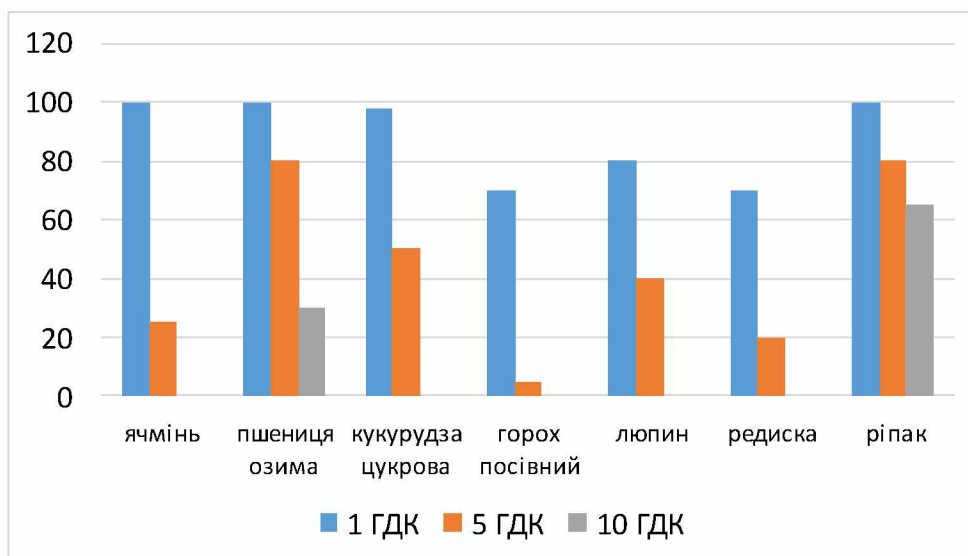


Рис. 1.2 - Вплив поліметалічного забруднення на довжину пагонів рослин

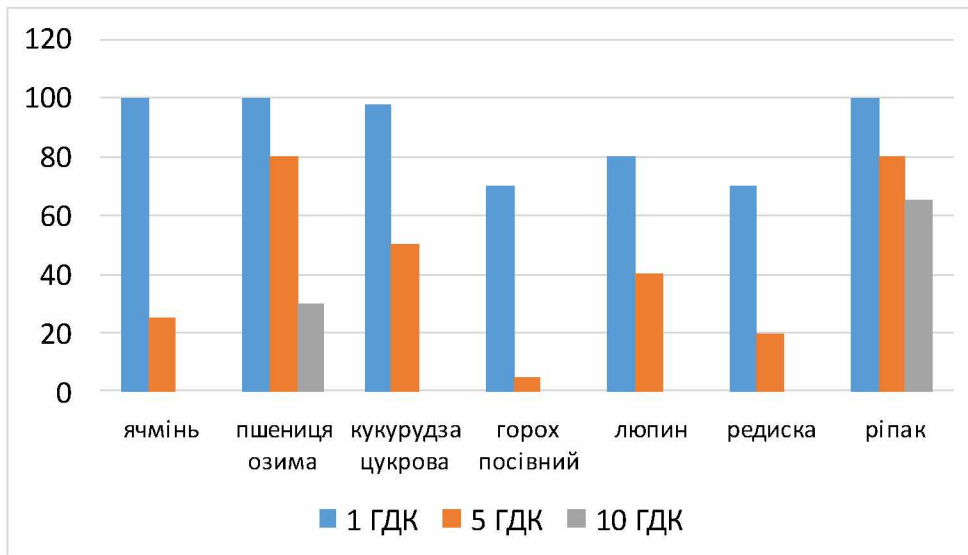


Рис. 1.3 - Вплив поліметалічного забруднення на довжину коренів рослин

Найтоксичнішими елементами для всіх досліджуваних видів рослин виявились кукпрум і цинк, тоді як плумбум інколи навіть викликав стимуляцію росту. Толерантність стосовно до купруму й цинку проявили лише такі рослини як пшениця і ріпак.

Таким чином, в умовах техногенного забруднення довкілля, на грунтах із середньою та високою токсичністю, створення зелених насаджень (посів с/г культур) можливе лише після проведення очищення території від ТПВ та меліораційних заходів (у даному випадку найкращим є гіпс). Також бажано провести вирівнювання поверхні на ділянках, де є значні перепади рельєфу (більше 1 м). Попередньо перед посівом с/г культур грунт необхідно знешкодити токсичний вплив мікробіологічними препаратами, що дозволить також знизити токсичність ґрунту. Також в ґрунт необхідно внести мінеральні та органічні добрива (які необхідні для даних ґрунтів), провести глибоку оранку. Культури, які будуть вирощуватися при фіторе mediaції заборонено використовувати для споживання, їх необхідно заробляти в ґрунт при дискуванні території.

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА І МЕТОДИКА

За період з 2019- 2020 рр. були опрацьовані такі питання:

1. Вивчення і оцінка умов для вирощування с/г культур на землях не-санкціонованого звалища ТПВ (на захід від села Сенча на відстані 1,4 км площею 1,7 га) – розділ 3.
2. Складання рекомендацій щодо очищення територій в зоні негативного впливу несанкціонованих звалищ ТПВ Сенчанської сільської ради (розділ 4).
3. Опрацювання проекту рекультивації та ремедіації несанкціонованого звалища ТПВ (на захід від села Сенча на відстані 1,4 км площею 1,7 га) (розділ 4-5).

Робота виконувалася шляхом узагальнення і аналізу наукового і виробничого досвіду, проробкою літературних, фондових і картографічних матеріалів, проведенням польових і пошукових досліджень, лабораторних аналізів і камеральних робіт з використанням ЕОМ для обробки і аналізу отриманих результатів. Було обстежено територію навколо несанкціонованого звалища ТПВ площею 1,7 га в масштабі 1:500 і 1:2000, ґрунтові дослідження проводилися згідно загальноприйнятих методик [7]. Було відібрано та проаналізовано 18 ґрунтових зразків на 6 ділянках, а також проби поверхневих вод (місце збору поверхневих вод).

У переважній більшості землі, які знаходилися під несанкціонованим звалищем ТПВ, були представлені *чорноземами типовими малогумусними середньосуглинковими переважно на лесових породах*. Тому основну увагу при лабораторному аналізі ґрунтових зразків і проб води було приділено аналізу водної витяжки та рН середовища. Встановлено, що ґрунти є лужними. Крім того, дослідження включали в себе визначення механічного складу твердої фази ґрунту – по Н.А. Качинському, загального гумусу по І.В. Тюріну в модифікації Симакова, суму обмінних основ по Каппену-Гільковицу, рН сольової суспензії - електрометрично на потенціометрі «рН - 340», азот легкогідролізований - по Тюріну-Кононовій, рухомий фосфор - у витяжці по Кірсановому з фотоколориметричним закінченням [13].

Методики хіміко-токсикологічного аналізу ґрунту:

1. Відбір проб.

Проби ґрунту та води відібрані у відповідності до [1-12]

2. Методики досліджень.

Визначення вмісту важких металів у наданих зразках ґрунту та води виконували методом атомно-адсорбційної полум'яної спектрофотометрії на спектрофотометрі С115 ПК (Свідоцтво про повірку ЗВТ №13-Р/0186 від 4 березня 2019 року).

Згідно Гідрологічного щорічника «Стан підземних вод України» (2018 р.) дана територія віднесена до Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. Згідно аналізу водопункту №254000033 (найближчий до ділянки дослідження) підземні води даної зони за хімічним складом сульфатні магнієво-натрієві з підвищеною мінералізацією 3800-12000 мг/дм³, за рахунок високого вмісту хлоридів та сульфатів.

Ґрунти, які знаходяться під несанкціонованим звалищем ТПВ (3 категорія небезпеки), за ступенем і глибиною солончакуватості з урахуванням сумарного ефекту токсичних іонів та умов місцезростання, є частково солонцюваті. Розроблено схеми відводу земель під засіяння с/г культурами після попередньої меліорації (розділ 4).

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ХІМІКО-ТОКСИКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗРАЗКІВ ҐРУНТУ ТА ВОДИ У РАЙОНІ РОЗМІЩЕННЯ НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ЗВАЛИЩЕ ТПВ (НА ВІДСТАНІ 1,4 КМ ВІД С. СЕНЧА).

Загальні висновки хіміко-токсикологічного аналізу:

1. Оцінка результатів кількісного хімічного аналізу шифрованих проб води показала завищений вміст важких металів, що значно перевищує встановлені норми СанПіН 4630-88*. Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення (додаток 2). Також встановлено завищений вміст нафтопродуктів майже у 8-10 разів. Загальна жорсткість води складає близько 6,5 мг-екв/ дм³, що перевищує значення ГДК. У деяких зразках є перевищення ГДК по сірководню, фосфатам, азоту.

2. Оцінка результатів кількісного хімічного аналізу шифрованих проб ґрунту показала завищений вміст важких металів, що значно перевищує встановлені норми СанПіН 2264-80* *Гранично допустимі концентрації хімічних речовин у ґрунті (ГДК) – рис. 3.1-3.3* (додаток 2).

3. На підставі отриманих результатів біотестування відібраних зразків ґрунту, відповідно до Шкали токсичності ґрунтів *Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. ГОСТ 17.4.1.02-83*** (утв. Постановлением госстандарта СССР от 17.12.83 N 6107) ґрунтові проби, за ступенем негативного впливу на навколишнє природне середовище слід віднести, переважно, до середньотоксичних - III клас токсичності згідно протоколу дослідження (додаток 2). У якості тест-культур для ґрунтової діагностики використовували *Triticum aestivum L.* та *Hordeum vulgare L.* Для біотестування зразків води використовували мікробіологічну культуру *Chlorella vulgaris Beijer* і *Scenedesmus quadricauda* (рис.3.4).

Дослідження токсичних властивостей зразків води за атестованими методиками токсикологічного аналізу згідно «Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» характеризуються як середньо токсичні (додаток 2).

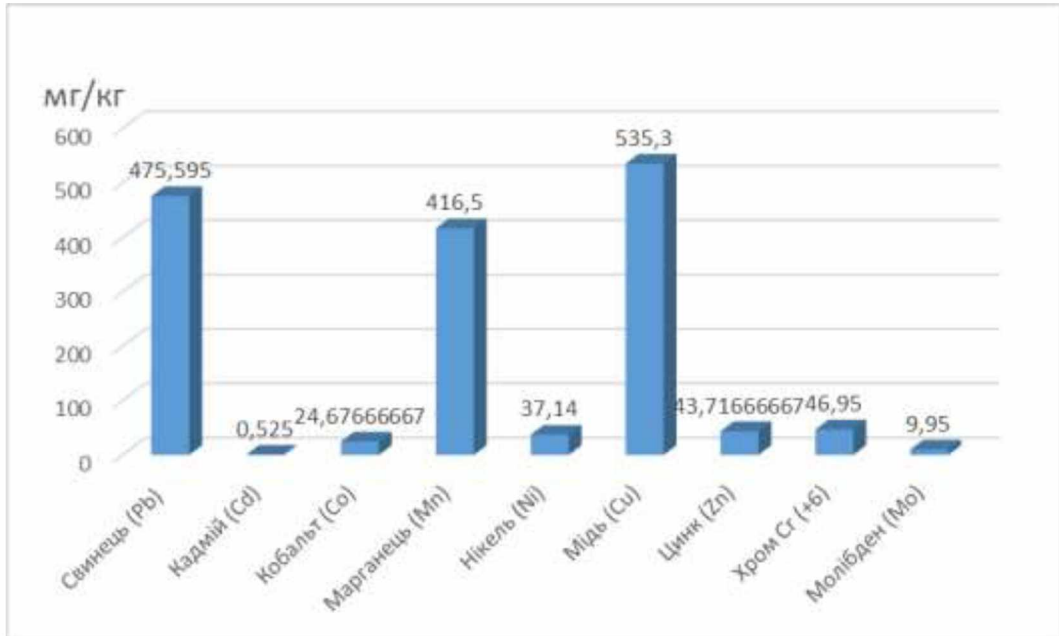


Рис. 3.1 - Валовий вміст важких металів у ґрунті несанкціонованого звалища ТПВ

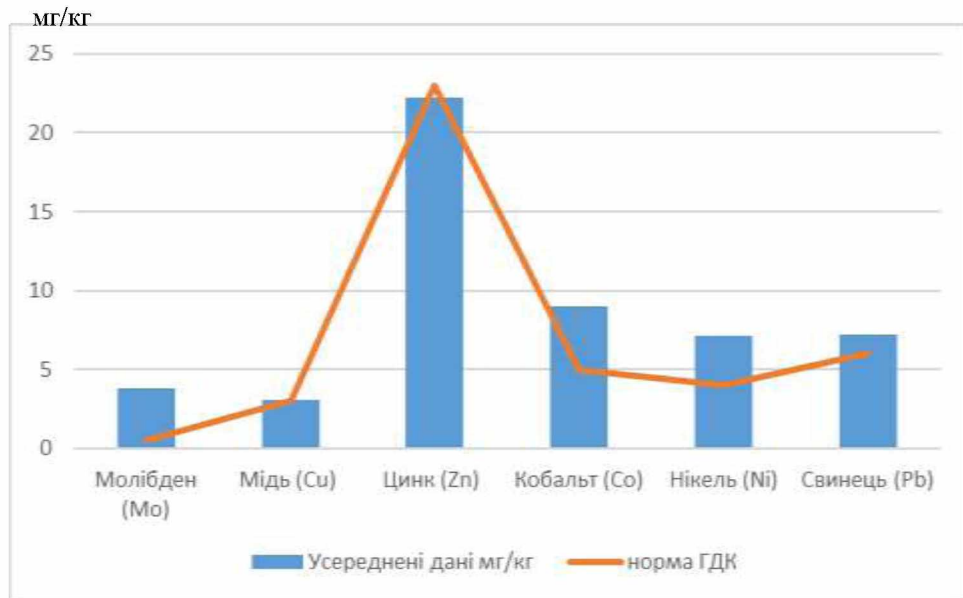


Рис. 3.2 - Вміст рухових форм металів у ґрунті несанкціонованого звалища ТПВ

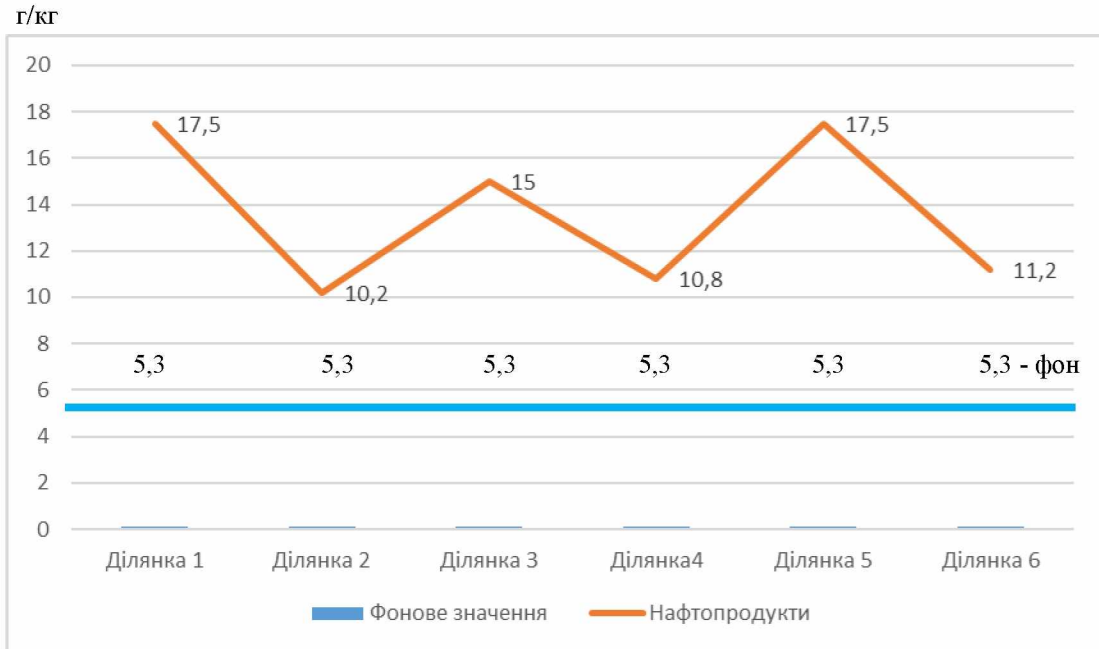


Рис. 3.3 - Вміст нафтопродуктів у ґрунті несанкціонованого звалища ТПВ



Рис. 3.4 – Ступінь токсичності ґрунту несанкціонованого звалища ТПВ

Таким чином, за результатами загальної оцінки лабораторії агроекологічного моніторингу ПДАА визначена необхідність у проведенні відповідних інженерно-технологічних та біологічних заходів для рекультивації та ремедіації техногенно забрудненої території, що знаходиться під несанкціонованим звалищем ТПВ, що розташоване на захід від села Сенча на відстані 1,4 км площею 1,7 га.

Результати радіаційних досліджень у районі розміщення несанкціонованого звалища ТПВ (площею 1,7 га на відстані 1,4 км від с. Сенча).

Результати дослідження стану радіаційної безпеки території несанкціонованого звалища ТПВ Сенчанської сільської ради фахівцями Полтавської державної аграрної академії приведено на рис. 3.5. Дослідження проводилося за допомогою дозиметру 01 м SOEKS Prime. Найбільш безпечний рівень – до 0,2 мкЗв/год. На даній території найбільше значення складає 0,15 мкЗв/год, що відповідає допустимій межі. Середнє значення радіаційного фону у районі звалища не перевищує допустимі норми - 0,14 (рис. 3.5).

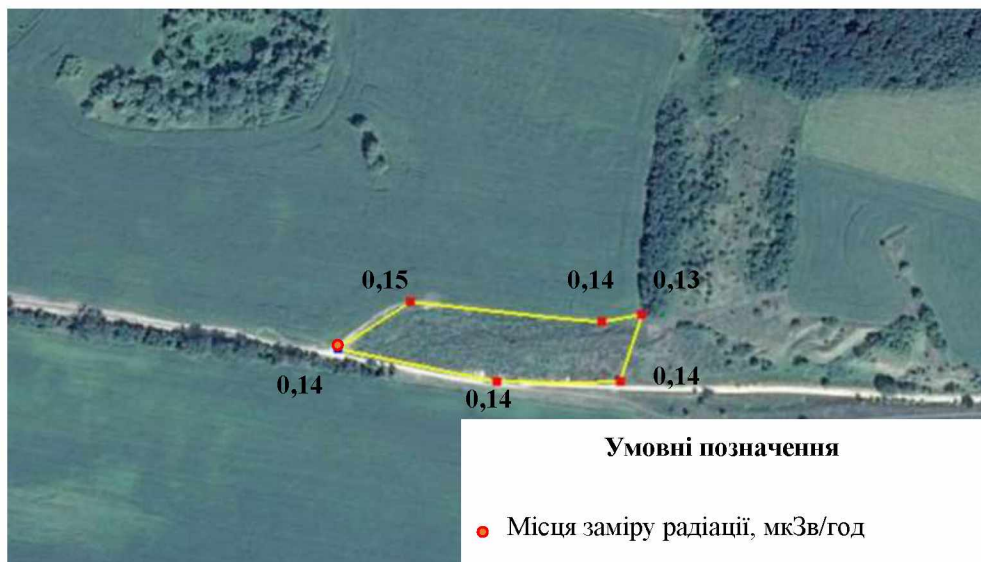


Рис. 3.5 – Рівень радіаційного фону у районі розміщення несанкціонованого звалища ТПВ

Результати досліджень якості атмосферного повітря у районі розміщення несанкціонованого звалища ТПВ (площею 1,7 га на відстані 1,4 км від с. Сенча).

Концентрація хімічних речовин у повітрі у районі розміщення несанкціонованого звалища ТПВ за даними лабораторії агроекологічного моніторингу ПДАА (додаток 2) складає: азоту діоксид – 0,01 мг/м³; вуглецю оксид – 1,5 мг/м³; аміак – відсутній, сірководень – 0,001 мг/м³; метан - 0,05 мг/м³, що не перевищує гранично допустимих концентрацій по кожному із забруднювачів. У той же час є незначне перевищення по оксиду вуглецю та метану фоновому значення.

Особливу екологічною проблемою є горіння ТПВ на територіях несанкціонованих звалищ, внаслідок чого створюється негативний вплив для довкілля та

здоров'я населення. Дослідження, проведені лабораторією агроекологічного моніторингу ПДАА (додаток 3) дозволили встановити, що під час горіння відбувається миттєвий токсичний вплив на людей діоксинами, формальдегідом навіть на відстані 100 м від джерела. Також фактичні концентрації СО та NH₃ перевищують гранично допустимі концентрації у джерелі викиду. Результати досліджень процесу горіння несанкціонованих звалищ у Сенчанській сільській раді на різних відстанях від джерела приведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Визначення ризику прояву миттєвих токсичних ефектів при неконтрольованому спалюванні відходів

Забруднююча речовина	Клас небезпеки	ГДК _{мг/м³}	Маса речовини, яка надходить в атмосферу г/с	Концентрація забруднюючих речовин в атмосферному повітрі від джерела викиду, мг/м ³ *			Значення ризику проявлення миттєвих токсичних ефектів у залежності від відстані від джерела викиду**		
				32,4 м	50 м	100 м	32,4 м	50 м	100 м
				C _{max} мг/м ₃	Коефіцієнт перерахунку S ₁				
					S ₁ =0,76	S ₁ =0,45			
СО	4	5	0,46	2,3	1,75	1,035	0,02	0,006	0,001
SO ₂	3	0,5	0,12	0,6	0,46	0,27	0,023	0,007	0,004
NO	3	0,4	0,62	3,1	2,36	1,395	0,82	0,69	0,55
Аміак	4	0,2	0,02	0,1	0,076	0,045	0,023	0,007	0,004
Формальдегід	2	0,035	0,05	0,25	0,19	0,11	0,81	0,55	0,4
Вуглеводні по етану			0,21	1,05	0,798	0,472	0	0	0
Діоксини	1	0,1*10 ⁻⁹	102*10 ⁻⁹	0,51*10 ⁻⁶	0,388*10 ⁻⁶	0,229*10 ⁻⁶	9,2	7	4

* з використанням даних лабораторії Агроекологічного моніторингу ПДАА (додаток 3)

** з використанням ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» з використанням програмного комплексу ЕОЛ 2000 в. 3.1, з улітою «Ризик», допустима межа – 0,1.

РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ТА РЕМЕДІАЦІЇ НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ЗВАЛИЩА ТПВ

4.1 Загальні положення.

У даному розділі приведений план заходів по технічній і біологічній рекультивациі несанкціонованих звалищ ТПВ, розміщених на території Сенчанської СТГ Миргородського району Полтавської області, а також враховуючи необхідність очищення території від забруднення, передбачаються заходи з ремедіації, зокрема фіторемедіації.

На території Сенчанської сільської ради виділено три типи техногенно забруднених земель, які знаходяться під несанкціонованими звалищами ТПВ:

1 – відносно забруднені території невеликої площі (з невеликим обсягом видалених ТПВ – до 10 м³).

2 – забруднені території в межах населеного пункту, на яких накопичено до 100 м³ ТПВ.

3 – сильно забруднені території за межами села, на землях сільськогосподарського призначення, з обсягом накопичення ТПВ більше 1000 м³ та площею більше 1 га.

До першої категорії відносяться 17 несанкціонованих звалищ в межах с. Сенча, 3 несанкціонованих звалищ у межах с. Лучка та 1 несанкціоноване звалище ТПВ у межах с. Рудка.

До другої категорії відносяться 3 несанкціонованих звалища в межах с. Сенча.

До третьої категорії відноситься 1 звалище за межами с. Сенча, на відстані 1,4 км площею 1,7 га, де видалено близько 6700 м³ ТПВ

4.2 Рекультивациа несанкціонованого звалища ТПВ третьої категорії. Рекультивациа звалища ТПВ за межами с. Сенча Миргородського району Полтавської області із здійсненням заходів фіторемедіації з насадженням сільськогосподарських культур.

План заходів з рекультивациі та ремедіації території (ділянка за межами

с. Сенча на відстані 1,4 км площею 1,7 га) приведено на рис.3.1.

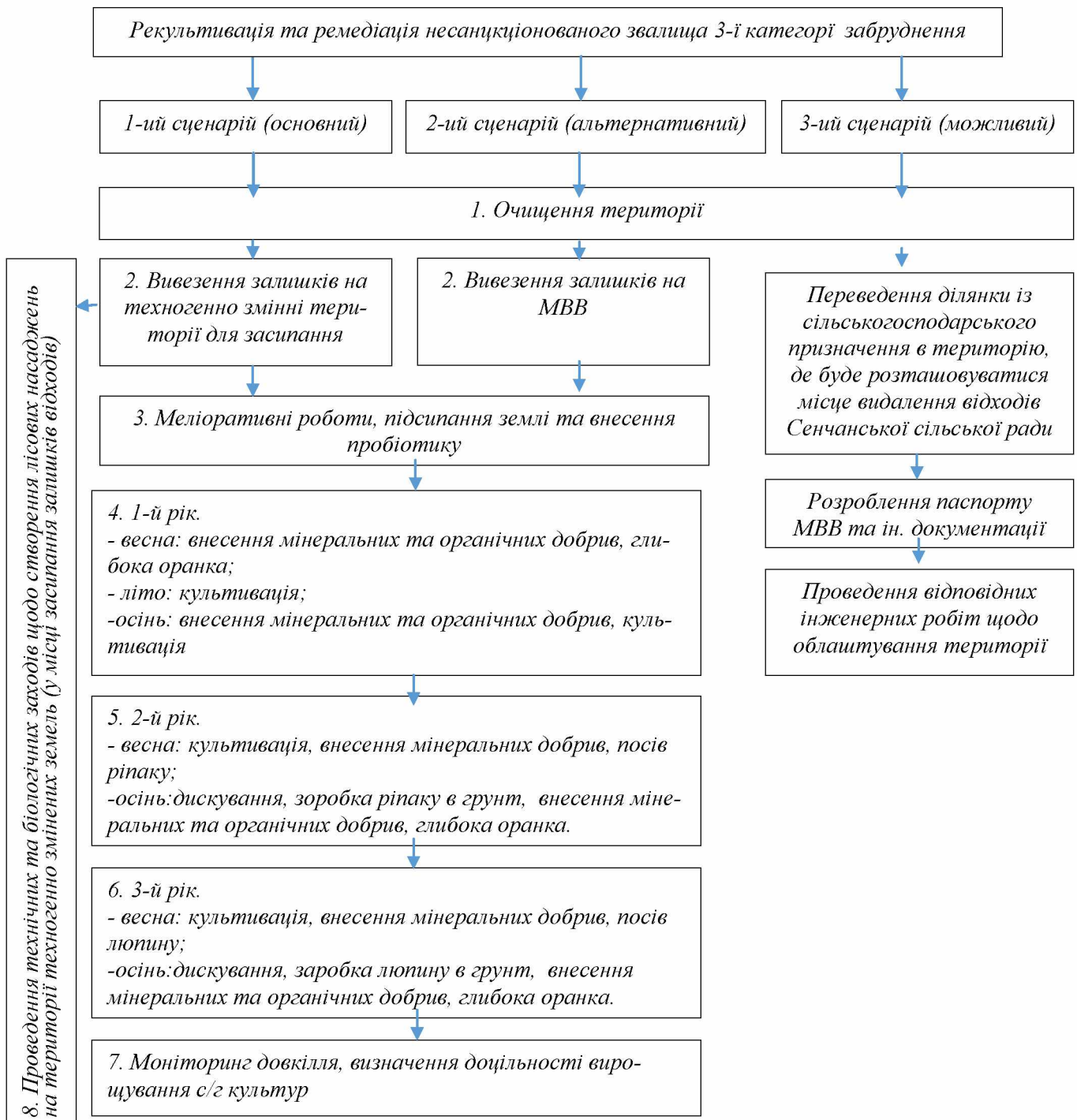


Рис. 4.1 – Можливі варіанти рекультивациі та подальшого використання даної ділянки

Для даної техногенно зміненої території пропонується 3 сценарії щодо рекультивациі та ремедіації даної території:

1 варіант (основний). Даний сценарій передбачає очищення даної території від накопичених ТПВ (з попереднім відділенням можливих ресурсоцінних фракцій). Проведені роботи щодо дослідження токсичності залишків відходів на

даній ділянці (розділ 2-3) дозволили встановити, що відходи віднесені до 3-4 класу небезпеки, тобто їх можливо використовувати як насипний ґрунт (технозем). Тому рекомендовано вивезення залишку даних відходів для використання їх як пересипного ґрунту (для засипання техногенно змінених територій (ТЗТ), де штучно вилучений ґрунт - біля цегляного заводу в північно-західній частині Сенчанської СТГ, рис. 4.2). Дану територію у подальшому передбачається також рекультивувати із створенням паркової зони (з насадженням лісових культур).



Рис.4.2 – Ділянка техногенно зміненої території (ТЗТ), де можливо провести пересипання шаром залишків ТПВ із ділянки, що рекультивується за межами с. Сенча із створенням у подальшому паркової зони із лісовими насадженнями.

Рекомендовано зняття поверхневого шару землі на глибину 10 см, з метою прискорення ремедіації даної території. Далі територія засипається меліорантом (для передбачення можливого токсичного забруднення) та засипається чистим ґрунтом на висоту 10 см і ущільнюється.

Потім проводяться заходи з залученням території у сільськогосподарський обіг, але з включенням заходів із ремедіації: вносяться мінеральні та органічні добрива, проводиться глибока оранка, вносяться мікробіологічні препарати (для біологічного очищення); проводиться культивування землі.

Для вилучення із ґрунту важких металів передбачається посів ріпаку, після чого можливо територію засівати люпином або продовжувати сівозміну з куль-

турами, які вилучають важкі метали, наприклад горох, ріпак тощо.

Через 3 роки обов'язково проводиться моніторинг ділянки та визначається доцільність вирощування сільськогосподарських культур.

2 сценарій (альтернативний). Даний варіант є аналогічним першому, але у ньому не передбачається використання залишку відсортованих ТПВ для пересипання техногенно змінених територій (як технозему). Усі невідсортовані ТПВ із ділянки вивозяться на звалище ТПВ (місце видалення відходів) у м. Заводське або м. Лохвицю (відповідно договору). Рекультивація даної ділянки проводиться так як у першому випадку з використанням сільськогосподарських культур.

3 сценарій (можливий). Даний варіант передбачає переведення ділянки із сільськогосподарського призначення в територію, де буде розташовуватися місце видалення відходів Сенчанської сільської ради (у даному випадку передбачається розчищення території, проведення відповідних інженерних робіт щодо облаштування території – створення ізолюючого донного екрану; обвалування; прокладення дренажу і трубопроводів для відбору фільтрата, а також насосна станція для його відкачки (на очисні споруди); встановлення трубопроводів для відбору біогазу; створення робочих карт; прокладання доріг та ділянок для розвантаження спецтранспорту; проведення освітлення; створення господарської зони тощо).

Варіанти рекультивації несанкціонованого звалища ТПВ приведені нижче.

4.2.1 ВАРІАНТ 1.

Таблиця 4.1

Технологічна карта варіанту 1.

План заходів рекультивації та фіторе mediaції несанкціонованого звалища за межами с. Сенча на відстані 1,4 км площею 1,7 га з насадженням сільськогосподарських культур

<i>№ п/п</i>	<i>Захід</i>	<i>1 рік, період</i>	<i>2 рік, період</i>	<i>3 рік, період</i>
<i>1</i>	<i>Очищення території. Відсортування ресурсоцінних фракцій (по можливості) та вивезення їх на переробку.</i>	<i>березень</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>2</i>	<i>Зняття забрудненого ґрунту на глибину 10 см.</i>	<i>квітень</i>		

3	Вивезення залишків відходів для засипання техногенно змінених територій (ТЗТ)	березень-квітень		
4	Проведення меліоративних робіт. Внесення меліоранту (напр. гіпс).	квітень		
5	Засипання землею території висотою 10 см та її ущільнення	квітень		
6	Внесення мікробіологічних препаратів – пробіотику (напр. пробіотик «Sviteco-PBG», розбавлення проводять: 1 г розчину на 7 т води).	квітень		
7	Внесення мінеральних добрив (найкраще використовувати нітроамфоску з співвідношенням N:P:K: – 16:16:16 по всій території, для даних умов внесення складає 25 г нітроамфоски на 1 м ²).	квітень		
8	Внесення органічних добрив	квітень		
9	Глибока оранка	квітень-травень		
10	Культивація землі	червень-вересень		
11	Внесення мінеральних добрив (найкраще використовувати нітроамфоску з співвідношенням N:P:K: – 16:16:16 по всій території, для даних умов внесення складає 25 г нітроамфоски на 1 м ²).	вересень-жовтень		
	Внесення органічних добрив			
	Культивація землі			
12	Культивація землі	-	квітень	
13	Внесення мінеральних добрив N:P:K: – 10:10:10 по всій території			
14	Посів ріпаку (для вилучення забруднень)			
15	Дискування, заробка ріпаку у ґрунт		вересень	
16	Внесення органічних добрив			
17	Внесення мінеральних добрив (найкраще використовувати нітроамфоску з співвідношенням N:P:K: – 16:16:16 по всій території, для даних умов внесення складає 25 г нітроамфоски на 1 м ²).			
18	Глибока оранка			
19	Культивація землі			
20	Внесення мінеральних добрив N:P:K: – 10:10:10 по всій території			
21	Посів лютину		-	квітень

22	Дискування, заробка лютину у ґрунт			вересень
23	Внесення органічних добрив			
24	Глибока оранка			
25	Проведення технічних та біологічних заходів щодо створення лісових насаджень на території техногенно змінених земель (у місці засипання залишків відходів)	Проведення технічної та біологічної рекультивациі ТЗТ із створенням лісових насаджень		
26	Моніторинг території за допомогою сертифікованої лабораторії (ґрунти, атмосферне повітря, поверхневі та підземні води).	постійно		

Етапність робіт по даному сценарію рекультивациі (технічній та біологічній) проводиться в наступній послідовності.

1 РІК

1. Очищення території. Відсорткування ресурсоцінних фракцій (по можливості) та вивезення їх на переробку.

Для очищення території використовують механізми - погрузчик (напр. фронтальний погрузчик), КАМАЗ (грузовик для вивезення ТПВ і їх залишків), мобільну сортувальну установку (напр. типу Nordberg ST356 або ін. сортувальну станцію), та праця робітників.

Несанкціоновані ТПВ ковшом погрузчика погружають на сортувальну установку, яка включає сито з отворами, через які просипається ґрунт і подібні залишки, а крупні відходи зостаються зверху. Робітники відбирають крупні фракції, які можливо утилізувати (скло, пластик, поліетилен тощо). Далі невідсортовані залишки за допомогою погрузчика засипаються на грузовик (типу КАМАЗ) і транспортуються до ділянки (рис.4.3), де планується їх пересипання.

Відсортовані фракції поділяються і окремо транспортуються (грузовиком типу ГАЗ) до пунктів їх прийому (приймаються відповідно договору).

Технічні показники:

1. Обсяг ТПВ, що планується зібрати з даної ділянки – 6700 м³.
2. Обсяг відсортованих ТПВ (по результатам передпроектних робіт встановлено морфологічний склад відходів, що знаходиться на території несанкціонованого звалища, що дозволяє орієнтовно визначити вміст ресурсоцінних фракцій):

- полімери (у т.ч. пластик, поліетилен) – можливо відібрати до 150 кг;
- скло – до 500 кг.

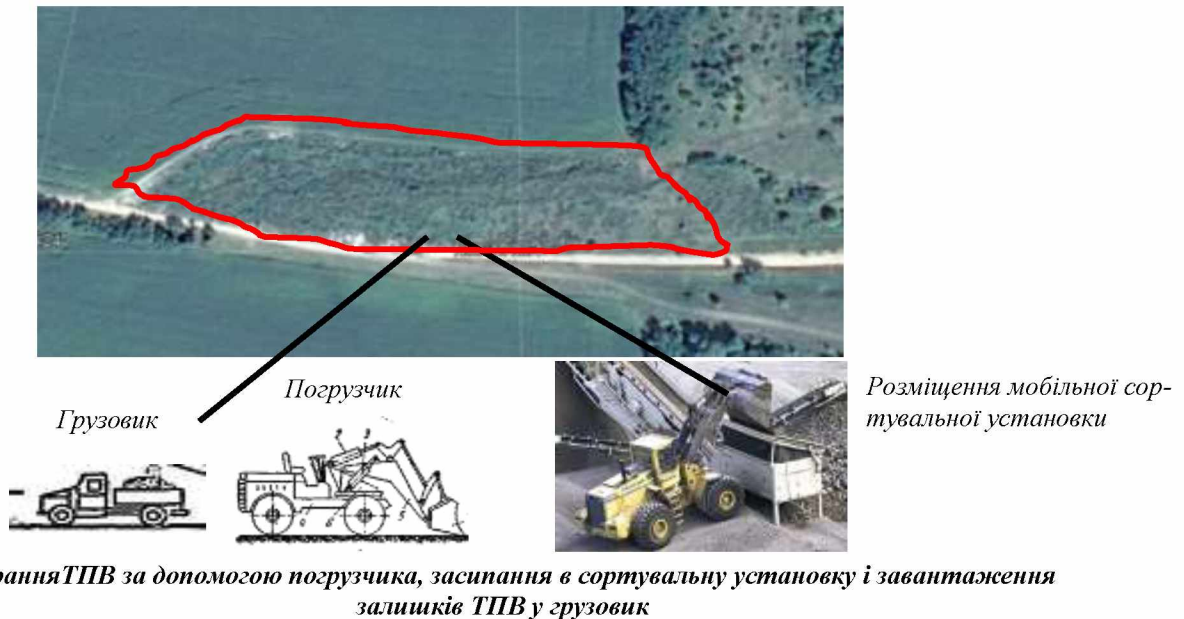


Рис.4.3 – Операції з технічної рекультивації ділянки несанкціонованого звалища

Можливо відібрати і інші фракції, зокрема дерево – до 1400 кг; картон, макулатура – не більше 150 кг; органічні відходи (для компосту) – до 10 т.

Скло, полімери, макулатуру ущільнюють (бажано за допомогою пресу, встановлення якого передбачено Схемою санітарної очистки Сенчанської сільської ради) транспортують до пунктів прийому вторсировини на переробку. Для цього можливо використовувати наявну техніку Сенчанської сільської ради ГАЗ-53.

Органічні відходи (у т.ч. дерево, гілки тощо) завантажують у компостер для отримання компосту. У даному випадку можливо використовувати компостери (на 1600 л.) або транспортувати на станцію компостування, що запроектована відповідно Схеми санітарної очистки Сенчанської сільської ради. Необхідно 6 рейсів ГАЗ-53 для вивезення органічних відходів до станції компостування.

3. Загальний м обсяг залишків ТПВ для вивезення на ділянку для засипання - 6600 м³, по масі – 2 000 т.

4. Кількість необхідних ресурсів грузовика при вантажопідйомності:
- КАМАЗ - 10 т складе 200 рейсів (орієнтовно 200 год. з завантаженням та ро-

звантаженням),

- ГАЗ 53 - 4,5 т складе 440 рейсів.

Відстань від несанкціонованого звалища до місця засипання землі – 4,5 км (рис. 4.4).



Рис. 4.4 - Відстань від несанкціонованого звалища ТПВ до місця висипання залишків.

Відповідно Наказу Міністерства з питань житлово-комунального господарства України №72 від 16.03.2010 р. Про затвердження Норм часу на прибирання об'єктів благоустрою населених пунктів при роботі 2 КАМАЗів та кількості рейсів за добу - 8 разів (норма 10 км за 1 год) кількість днів для вивезення залишків ТПВ – 13 днів (1 КАМАЗ – 25 днів, 2 ГАЗ 2,5 – 28 днів).

2. Зняття забрудненого ґрунту на глибину 10 см.

Для даного етапу використовують механізми: грейдер.

За допомогою грейдера відбирається 10 см ґрунту із даної ділянки несанкціонованого звалища і теж відвозяться для засипання на техногенно змінену ділянку. Загальний обсяг відібраного ґрунту – 1700 м³ (1870 т). Відповідно до Наказу Міністерства з питань житлово-комунального господарства України №72 від 16.03.2010 р. Про затвердження Норм часу на прибирання об'єктів благоустрою населених пунктів максимальна норма роботи грейдера на даній ділянці – 6 год (8 км).

3. Вивезення залишків відходів для засипання техногенно змінених земель.

Для даного етапу використовують механізми: грузовик (типу КАМАЗ), погрузчик.

Дані відходи використовуються для засипання техногенно зміненої ділянки (рис.3.2). Кількість рейсів КАМАЗ при вантажопідйомності 10 т відповідно Наказу Міністерства з питань житлово-комунального господарства

України №72 від 16.03.2010 р. складе 167 рейсів. Відстань від несанкціонованого звалища до місця засипання землі – 4,5 км (рис.3.2). При роботі 2 КАМАЗів та кількості рейсів за добу - 8 разів, кількість днів для вивезення залишків ТПВ – 11 днів. Кількість днів роботи погрузчика (4 год в день) - 11 днів.

4. Проведення меліоративних робіт.

Необхідні механізми: трактор МТЗ-80, розкидач мінеральних добрив.

Для гіпсування ґрунтів застосовують в основному сиро-мелений гіпс (з природних покладів). Внесення меліоранту – гіпса розраховують виходячи із ступеня засоленості (визначений на стадії передпроектних робіт):

$$D = 0,086 \cdot h \cdot d \cdot N_a,$$

де D- доза гіпсу для повного витіснення обмінного натрію, т/га;

h – глибина меліорованого шару, см;

d – об'ємна маса меліорованого шару ґрунту, г/см³;

N_a – загальний вміст обмінного натрію, мг-екв./100 г ґрунту.

Ділянка 1: $0,086 \cdot 100 \cdot 1,3 \cdot 0,6 = 6,71$ т/га;

Ділянка 2: $0,086 \cdot 100 \cdot 1,3 \cdot 0,5 = 5,59$ т/га.

Всього для ділянки 1 (площа 13554 м²) необхідно 9 т гіпса, для ділянки 2 (площа 3446 м²) – 1,9 т гіпса. Таким чином, внесення гіпсу здійснюється в середньому в розрахунку 6 т/га. Площа території, на яку необхідно внести меліорант для нейтралізації впливу важких металів – 17000 м² (1,7 га). Витрата меліоранту на дану територію – 10,9 т. Внесення меліоранту здійснюється за допомогою розкидача мінеральних добрив та трактору (рис. 4.5).



Рис.4.5 – Внесення меліоранту на території несанкціонованого звалища

Кількість днів роботи трактору (МТЗ-80) і розкидача складає 3 год (в 1 день).

5. Засипання землею території висотою 10 см та її ущільнення.

Для даного етапу використовують механізми: грузовик (типу КАМАЗ), грейдер.

Засипання землею території здійснюється за допомогою самоскидів КАМАЗ. Висота насипного ґрунту – 10 см. Найкращим період для засипання є квітень – травень. Засипання проводять наступним чином. Грузовик висипає землю, яку розрівнюють та ущільнюють за допомогою грейдера.

Необхідна кількість ґрунту – 1700 м³. Необхідно 167 рейсів. При роботі двох КАМАЗів та кількості рейсів за добу - 8 разів, кількість днів для вивезення залишків ТПВ – 11 днів. Вирівнювання землі по даній території здійснюється за допомогою грейдера. Кількість днів роботи грейдера – 1 день (4 год. З урахуванням специфіки території).

6. Внесення мікробіологічних препаратів – пробіотику

Для даного етапу використовують механізми: трактор МТЗ-80, прицеп з оприскувачем.

Враховуючи, що дана територія зазнає техногенного впливу від несанкціоновано виділених ТПВ, зокрема фільтрату та звалищного газу, які виділяється в процесі розкладання відходів, постає необхідність у знезараженні (зокрема мікробіологічному) даної території. Як показали дослідження [5], для цього найкраще використовувати пробіотик «Sviteco-PBG». Розбавлення проводять: 1 г розчину на 7 т води. Даний захід проводять в періоди квітень-травень. Орієнтовний обсяг внесення розчину на дану територію – 5-6 м³. Загальна кількість необхідного пробіотику на дану територію складає 1 г.

Для обрискування території розчином пробіотику використовується трактор МТЗ-80 та оприскувач (обсяг орієнтовно 1200 л). Час роботи механізму з урахуванням особливостей території та заправкою оприскувача – 5 год (1 день).

7. Внесення мінеральних та органічних добрив

Для даного етапу використовують механізми: трактор МТЗ-80, розкидач мінеральних добрив, розкидач органічних добрив, плуг ПЛН-5-35.

По результатам досліджень (розділ 2-3) встановлено, що ґрунт даної ділянки - чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий. Враховуючи особливості ґрунтів на даній території найкраще використовувати нітроамофоску з співвідношенням N:P:K: – 16:16:16 по всій території. Нітроамофоска універсальне добриво, застосовується у всіх ґрунтово-кліматичних зонах при передпосівному удобренні, для прикореневого підживлення. Добриво гранульоване, мало гігроскопічне, не злежується, елементи мінерального живлення містяться в формі водорозчинних та легкодоступних сполук: $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, NH_4NO_3 , NH_4Cl , KCl , KNO_3 , CaHPO_4 . Норми внесення добрива встановлюються за результатами аналізів ґрунту і для даних умов складають 25 г нітроамофоски на 1 м². Загальний обсяг на дану територію – 0,427 т.

Внесення мінеральних добрив здійснюється за допомогою розкидача мінеральних добрив та трактору МТЗ-80. Час роботи трактору з урахуванням особливостей території – 2 год (1 день).

Внесення органічних добрив здійснюється за допомогою розкидача органічних добрив та трактору. Норми внесення добрива встановлюються за резуль-

татами аналізів ґрунту і для даних умов складають 5 тон на га. Загальний обсяг на дану територію – 8,5 т. Час роботи трактору – 5 год (1 день).

Після внесення добрив проводять глибоку оранку (24-32 см) за допомогою трактору та плугу ПЛН-5-35. Орієнтовний час роботи трактору – 7 год.

8. Культивуація землі.

Необхідні механізми: культиватор КПС-4, трактор МТЗ-80.

Культивуацію ділянки проводять протягом червня-вересня по мірі відростання бур'янів. Орієнтовно культивуацію потрібно проводити 3-5 разів. Орієнтовний час культивуації даної ділянки – 5 год.

2РІК. 1. Культивуація землі та внесення добрив на території даної ділянки.

Необхідні механізми: культиватор КПС-4, трактор МТЗ-80, розкидач мінеральних добрив. Період – квітень (весняний).

Культивуацію ділянки проводять в квітні для підготовки території до засівання ріпаку. Орієнтовний час культивуації даної ділянки – 5 год.

Внесення мінеральних добрив здійснюється за допомогою розкидача мінеральних добрив та трактору МТЗ-80. Час роботи трактору з урахуванням особливостей території – 2 год (1 день). Найкраще використовувати добрива з співвідношенням N:P 10-10 по всій території. Загальний обсяг мінеральних добрив на дану територію складає:

- азот (34% N) 30 кг на 1 га, відповідно на дану територію – 51 кг;
- фосфор (40% P) 25 кг на 1 га, відповідно на дану територію – 42,5 кг.

2. Посів ріпаку.

Необхідні механізми: трактор МТЗ-80, сівалка. Період – квітень (весняний).

Як показують дослідження [11] одними із найбільш стійких до токсичного забруднення (зокрема важкими металами) сільськогосподарських культур є рослини ріпаку. Саме рослини ріпаку ярого здані виводити важкі метали з ґрунту та очищати територію з метою подальшого використання даної ділянки для вирощування с/г культур.

Норма висіву ріпака – 6-8 кг. Відповідна маса ріпаку для посіву на даній ділянці - 13,6 кг. Орієнтовний час для сівби ріпака – 2 год.

3. Дискування, заробка ріпаку в ґрунт

Необхідні механізми: трактор МТЗ-80, дискова борона БДТ 7. Період – вересень (осінній).

Дискування – це захід основного обробітку ґрунту на глибину до 20 см, яким виконується розпушування, кришіння, часткове перемішування ґрунту та підрізання бур'янів. Для дискування ґрунту застосовують дискові борони й дискові луцильники. Робочими органами дискових ґрунтообробних агрегатів є плоскосферичні чи плоскі диски із загостреною різальною крайкою. Більшість дискових борін і луцильників оснащені вирізними дисками типу «ромашка». Під час роботи диски розміщуються під кутом до напрямку руху агрегату. Завдяки зчепленню із ґрунтом диски обертаються і вирізують скибу у вигляді сегмента, яка розпушується, кришиться й частково перекидається та переміщується. Залежно від кута атаки, ваги знаряддя і стану ґрунту глибина обробітку може змінюватися.

У даному випадку найкраще використовувати дискову борону БДТ 7, яка приєднується до трактору. Відбувається часткове перемішування ґрунту та підрізання ріпаку та бур'янів, заробка їх у ґрунт. Час дискування – орієнтовно 5 год (з урахуванням особливостей території).

4. Внесення мінеральних та органічних добрив

Для даного етапу використовують механізми: трактор МТЗ-80, розкидач мінеральних добрив, розкидач органічних добрив, плуг ПЛН-5-35. Період – вересень (осінній).

Враховуючи особливості ґрунтів на даній території на даному етапі найкраще використовувати нітроамофоску із співвідношенням N:P:K: – 16:16:16 по всій території. Норми внесення добрива для даного етапу складають 15 г нітроамофоски на 1 м². Загальний обсяг на дану територію – 0,255 т.

Внесення мінеральних добрив здійснюється за допомогою розкидача мінеральних добрив та трактору МТЗ-80. Час роботи трактору з урахуванням особ-

ливостей території – 2 год (1 день).

Внесення органічних добрив здійснюється за допомогою розкидача органічних добрив та трактору. Норми внесення добрива встановлюються за результатами аналізів ґрунту і для даних умов складають 5 тон на га. Загальний обсяг на дану територію – 8,5 т. Час роботи трактору – 5 год (1 день).

Після внесення добрив проводять глибоку оранку (24-32 см) за допомогою трактору та плугу ПЛН-5-35. Орієнтовний час роботи трактору – 7 год.

3 РІК

1. Культивуація землі та внесення добрив на території даної ділянки.

Необхідні механізми: культиватор КПС-4, трактор МТЗ-80, розкидач мінеральних добрив. Період – квітень (весняний).

Культивуацію ділянки проводять в квітні для підготовки території до посіву люпину. Орієнтовний час культивуації даної ділянки – 5 год.

Внесення мінеральних добрив здійснюється за допомогою розкидача мінеральних добрив та трактору МТЗ-80. Час роботи трактору з урахуванням особливостей території – 2 год (1 день). Найкраще використовувати добрива з співвідношенням N:P 10-10 по всій території. Загальний обсяг мінеральних добрив на дану територію складає:

- азот (34% N) 30 кг на 1 га, відповідно на дану територію – 51 кг;
- фосфор (40% P) 25 кг на 1 га, відповідно на дану територію – 42,5 кг.

2. Посів люпину.

Необхідні механізми: трактор МТЗ-80, сівалка. Період – квітень (весняний).

Рослини люпину також є одними із найбільш стійких до токсичного забруднення. Норма висіву люпину – 160 кг. Відповідна маса люпину для посіву на даній ділянці - 272 кг. Орієнтовний час для сівби люпину – 3 год (1 день).

3. Дискування, заробка люпину в ґрунт

Необхідні механізми: трактор МТЗ-80, дискова борона БДТ 7. Період – вересень (осінній).

У даному випадку найкраще використовувати дискову борону БДТ 7,

яка приєднується до трактору. Відбувається часткове перемішування ґрунту та підрізання люпину та бур'янів, заробка їх у ґрунт. Час дискування – орієнтовно 5 год (з урахуванням особливостей території).

4. Внесення органічних добрив

Для даного етапу використовують механізми: трактор МТЗ-80, розкидач органічних добрив, плуг ПЛН-5-35. Період – вересень (осінній).

Внесення органічних добрив здійснюється за допомогою розкидача органічних добрив та трактору. Норми внесення добрива встановлюються за результатами аналізів ґрунту і для даних умов складають 5 тон на га. Загальний обсяг на дану територію – 8,5 т. Час роботи трактору – 5 год (1 день).

Після внесення добрив проводять глибоку оранку (24-32 см) за допомогою трактору та плугу ПЛН-5-35. Орієнтовний час роботи трактору – 7 год.

1-3 РІК.

1. Проведення технічних та біологічних заходів щодо створення лісових насаджень на території техногенно змінених земель (у місці засипання технозему)

Правильна основа підготовки ґрунту під лісові культури – одна з вирішальних умов успішного вирощування деревних насаджень. Вона повинна забезпечити видалення легкорозчинних солей, значне поліпшення фізичних властивостей ґрунту. Враховуючи, що в даному випадку ґрунт насипний, найкращі результати дадуть правильне внесення добрив та культивування.

Система обробітку ґрунту ґрунтів у даних рельєфних умовах включає: внесення мінеральних добрив (за допомогою розкидача мінеральних добрив) та культивування (за допомогою культиватора пропашного).

Для того, щоб найкраще збалансувати елементи мінерального живлення, у даних умовах найкраще використовувати нітроамофоску з співвідношенням N:P:K: – 16:16:16. Дані заходи проводять в квітні.

Норми внесення добрива встановлюються за результатами аналізів ґрунту і для даних умов складають 25 г нітроамофоски на 1 м². Загальний обсяг на дану територію – 4,75 кг.

Внесення добрив здійснюється за допомогою розкидача мінеральних добрив та трактору. Після чого територію обробляються для перемішування добрив за допомогою культиватора.

Посадку дерев та чагарників проводять в періоди - або восени (після заморозків, квітень), або осінню (вересень - жовтень). Посадку можна проводити в перший рік.

Лісонасадження запроектовано на загальній площі 2400 м² (рис. 4.6).

Підготовка ґрунтів під лісові культури - одна з вирішальних умов успішного росту деревних насаджень на засолених землях. Головною метою підготовки ґрунту є забезпечення якомога більшого вимивання легкорозчинних солей і найбільшого нагромадження вологи. Враховуючи рельєф території (за допомогою грейдеру, час роботи – 3 год), попередньо необхідно максимально вирівняти територію схилу (засипати землею). Засипання землі краще проводити в період квітень-травень. На території 1 (рис. 4.6 - площа 2400 м²) планується посадка насаджень за схемою 1 або 2 (рис. 4.7-4.8).

Загальна кількість необхідних порід на дану територію: тополя Болле – 200 шт, тополя біла – 200 шт, маслинка вузьколиста – 400 шт.

Щоб виростити здорові, стійкі дерева з добре розвиненою кроною, треба чергувати в ряду дерева з чагарниками: жимолостю, бирючиною, смородиною.

Вводити в насадження чисті ряди чагарників не слід, бо тоді при широких міжряддях не утвориться зімкнутий намет. З тамариксу, смородини золотистої, бузку, акації жовтої, дроку іспанського та інших можна створювати невеликі масиви (куртини) або обсаджувати ними окремі групи дерев (бордюри).

Передбачається також озелення ділянки навколо техногенно зміненої території (ТЗТ) з метою урівноваження даної екосистеми. Проектування лісових насаджень на території 2 (площа 7800 м²) найкраще здійснювати навколо ТЗТ по периметру (у напрямку до ТЗТ): чагарник висотою до 1 м (напр. жимолость) – насадження середньої висоти до 3 м (напр. груша лісова) – дерево висотою до 5 м (напр. клен) (рис. 4.9).

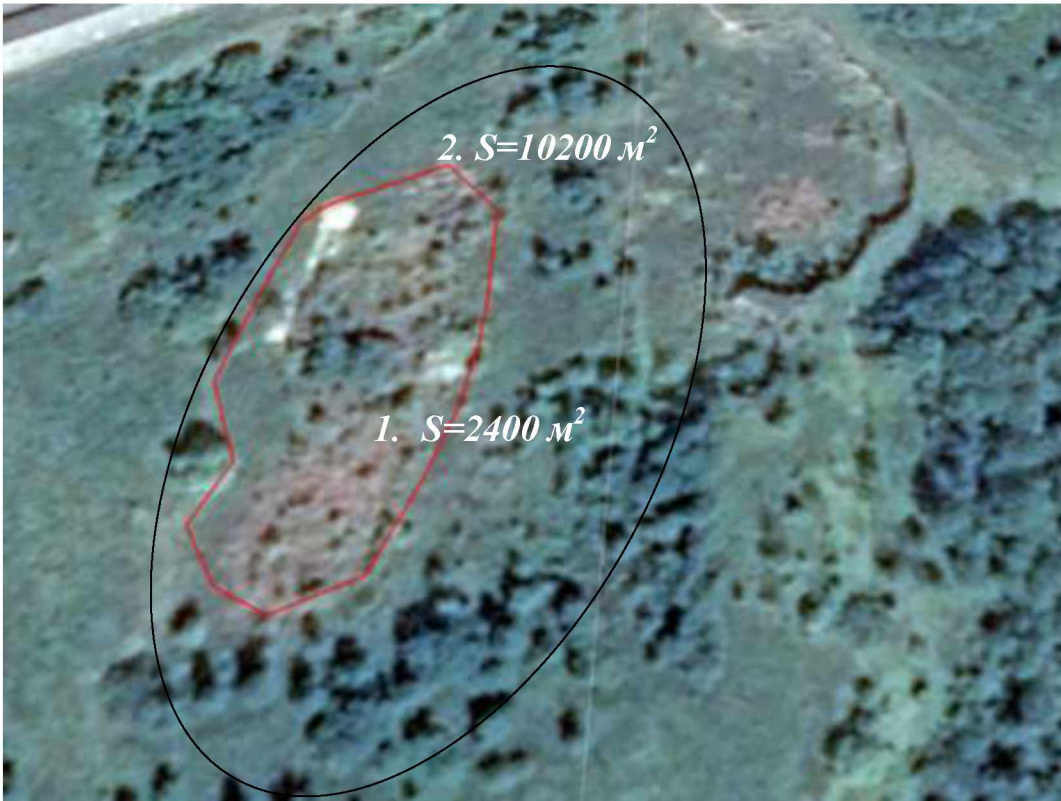
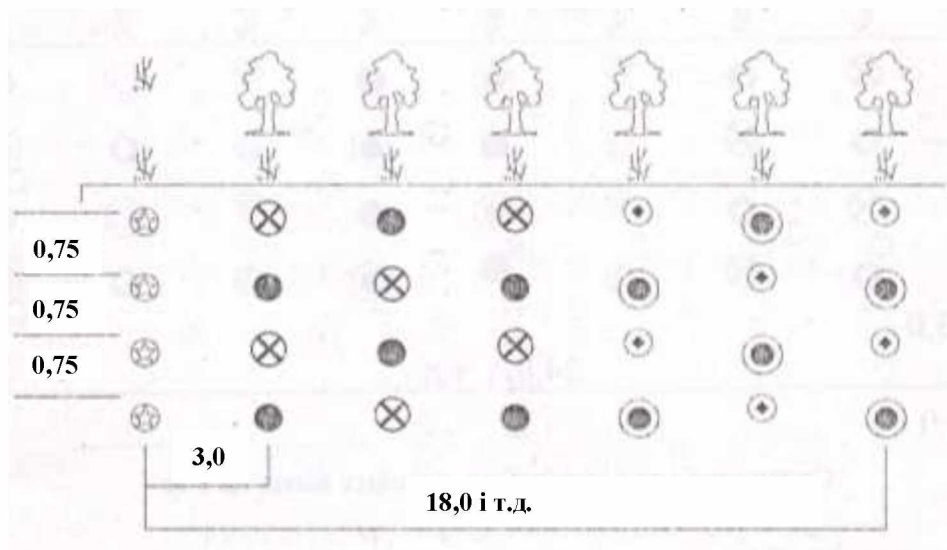


Рис 4.6 – Територія, на якій запроєктовано лісові насадження

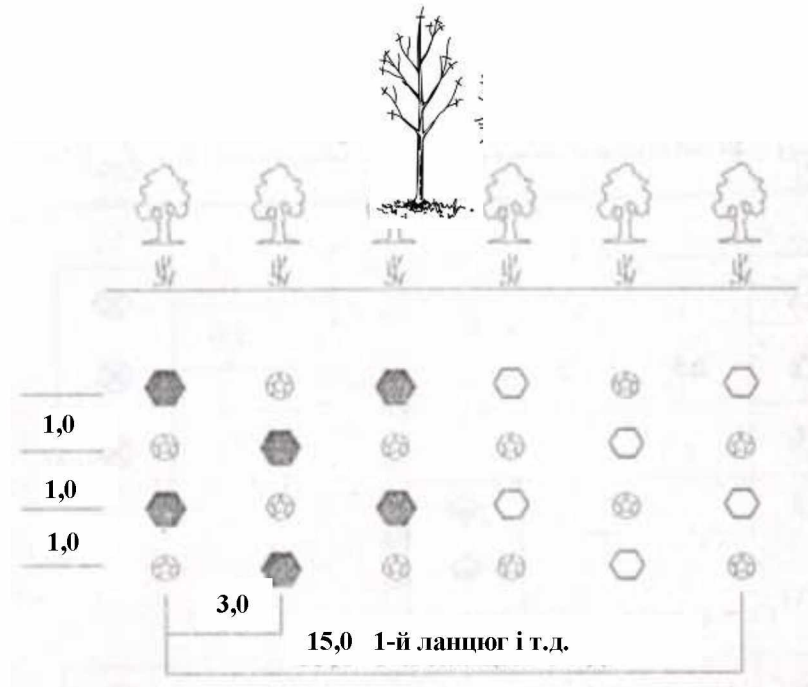


Склад порід та кількість посадкових місць на 1 га:

- ⊗ - ясен зелений – 952 шт.
- ⊙ - в'яз дрібнолистий (гладкий, низький, або ясен зелений) – 952 шт.
- - жимолость татарська – 636 шт.
- ⊕ - свидина кров'яна – 952 шт.
- ☆ - маслинка вузьколиста – 952 шт.

Розміщення посадкових місць 3,0×0,75 м

Рис. 4.7 - Схема 1. Створення лісових культур із найбільш витривалих порід на умовно-лісопридатних ґрунтах



Склад порід та кількість посадкових місць на 1 га:

● - тополя Болле – 833 шт.

○ - тополя біла – 833 шт.

⊛ - маслинка вузьколиста – 1667 шт.

Розміщення посадкових місць 3,0×1,0 м

Рис. 4.8 - Схема 2. Створення лісових культур із найбільш витривалих порід

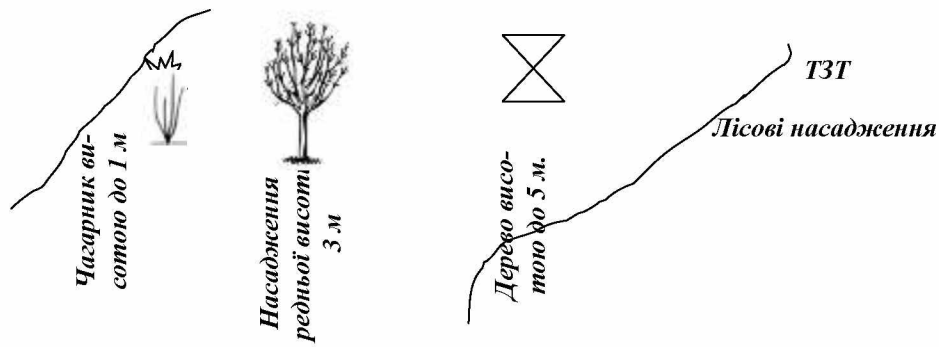


Рис. 4.9 – Насадження навколо техногенно зміненої території

Відстані між насадженнями приведені на рис. 4.10.

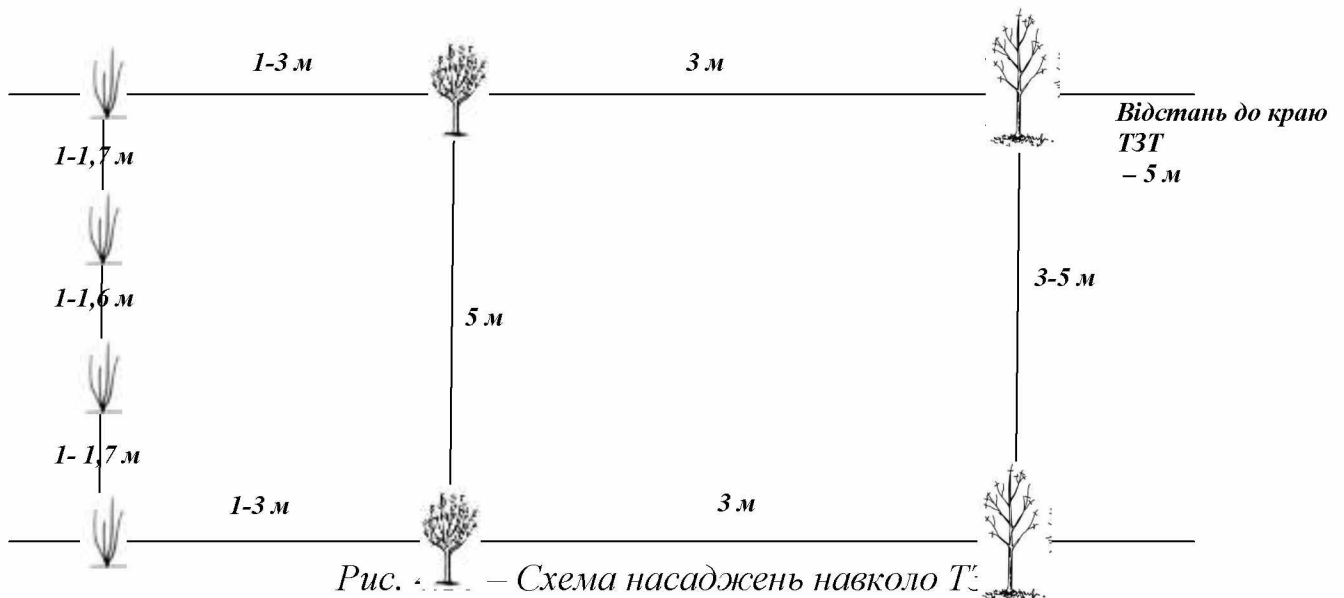


Рис. 4.10 – Схема насаджень навколо ТЗТ

Загальна кількість посадкових дерев по периметру ТЗТ 220 м:

- кленів (можуть також використовуватися ясени або тополі) – 45 шт (при посадці через 5 м),
- груша лісова (може використовуватися тамарикс або скумпія) – 45 шт (при посадці через 5 м),
- жимолость татарська (або свидина кров'яна, шипшина) – 90 шт. (при посадці через 1,7 м).

Попередньо викопуються ями розміром 70*70*70 см для високих та середніх дерев та кушів, 50*50*40 для чагарників (напр. жимолості). Для цього використовують техніку – ямокопач. Після розміщення рослин у ямах здійснюють

полив з цистерни та їх закопують. Можливо також внесення добрив при посадці дерев. У такому випадку у верхній шар ґрунту, викинутий при копанні ями, додають і добре перемішують з нею два відра гною або компосту, 1,5 кг суперфосфату, 150 г калійного добрива (сірчаноокислого хлористого калію) або 1 кг деревної золи. Не слід класти в яму свіжий гній або торф. У майбутньому проводять догляд за лісовими насадженнями на всій території.

Догляд за культурами – головна умова успішного вирощування насаджень на забруднених ґрунтах. Токсичність ґрунту значно гостріше проявляється в умовах підвищеної сухості, і навпаки, в сприятливих умовах зволоження деревні породи задовільно витримують такі концентрації речовин, які в сухих умовах призводять до їх загибелі. Найбільш доступною формою збереження і нагромадження вологи є систематичний догляд за ґрунтом, підтримування його в чистому від бур'янів і розпушеному стані.

Догляд у міжряддях (культивації) треба проводити періодично, не допускаючи розростання бур'янів, а також після великих дощів для зниження кірки на поверхні ґрунту. Крім культувації, на ґрунтах, які відзначаються незадовільною структурою, необхідно періодично (раз у 2-3 роки), а на солонцюватих ґрунтах і щорічно проводити осінню оранку міжрядь на 18-20 см і глибше для зруйнування дуже ущільненого шару, що утворюється під оброблюваним шаром ґрунту. Є позитивний досвід періодичного плантажування міжрядь.

2. Моніторинг території.

Моніторинг території проводиться щоквартально сертифікованою лабораторією. Відбираються проби ґрунту (зокрема визначається вміст важких металів), проби повітря (визначається метан, оксид азоту та вуглецю). Також перелік речовин, які будуть досліджуватися, у подальшому залежить від якості росту лісових насаджень.

ВАРІАНТ 2.

Даний варіант є аналогічним першому, але у ньому не передбачається використання залишку відсортованих ТПВ для пересипання техногенно змінених територій. Усі невідсортовані ТПВ із ділянки вивозяться на звалище ТПВ (місце

видалення відходів) у м. Заводське або м. Лохвицю (відповідно договору). Кількість рейсів у м. Заводське на МВВ при використанні 2 КАМАЗів вантажопідйомністю 10 т складе 112 разів. Орієнтована відстань до МВВ – 24 км. Максимальна кількість рейсів за добу двох КАМАЗів – 8 раз. Відповідно мінімальна кількість днів для вивезення залишків ТПВ – 14 днів.

Для завантаження ТПВ, як і в першому варіанті використовується погрузчик. Інші операції проводяться аналогічно першому варіанту. Біологічна рекультивація даної ділянки проводиться так як у першому випадку з використанням сільськогосподарських культур.

ВАРІАНТ 3.

Даний варіант передбачає переведення ділянки із сільськогосподарського призначення в територію, де буде розташовуватися місце видалення відходів Сенчанської сільської ради. У даному випадку необхідно розробити відповідну документацію – паспорт місця видалення відходів. Якщо дана територія планується під полігон, необхідно розробити проект полігону ТПВ та відповідну екологічну документацію – оцінку впливу на довкілля полігону ТПВ.

Будівництво МВВ/полігону ТПВ передбачає проведення наступних заходів: розчищення території, проведення відповідних інженерних робіт щодо облаштування території – створення ізолюючого донного екрану; обвалування; прокладення дренажу і трубопроводів для відбору фільтрата, а також встановлення насосної станції для його відкачки (на очисні споруди); встановлення трубопроводів для відбору біогазу; створення робочих карт; прокладання доріг та ділянок для розвантаження спецтранспорту; проведення освітлення; створення господарської зони тощо. Необхідні заходи, їх етапність, кошторис для будівництва МВВ/полігону ТПВ приводяться у межах розробки відповідних документів.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ

5.1 Обсяги робіт і витрат на рекультивацію

Потреба в техніці і обладнанні при проведенні робіт по рекультивації та ремедіації несанкціонованого звалища ТПВ включає:

Фронтальний погрузчик	1 шт.
Грузовик КАМАЗ (вантажопідйомність 10 т)	2 шт.
Грузовик ГАЗ-53	1 шт.
Мобільна сортувальна установка (напр. типу Nordberg S-T356 / МЛС-1 тощо)	1 шт.
Грейдер	1 шт.
Трактор (напр. МТЗ-80)	1 шт.
Розкидач мінеральних добрив	1 шт.
Оприскувач на 1200 л	1 шт.
Розкидач органічних добрив	1 шт.
Плуг ПЛН-5-35	1 шт.
Культиватор КПС-4	1 шт.
Сівалка	1 шт.
Дискова борона БДТ-7	1 шт.

Для рекультивації ТЗТ (техногенно зміненої території) біля цегляного заводу, де засипається технозем додатково необхідно:

Ямокопач	1 шт.
Водовоз	1 шт.

Потреба в робітниках при проведенні робіт по рекультивації та ремедіації несанкціонованого звалища ТПВ складає:

Головний інженер по рекультивації	1
Оператор погрузчика	1

Водій грузовика	3
Майстер технічного обладнання (по сортувальній станції)	1
Оператор грейдера	1
Водій трактору	1
Вчений агроном	1
Робітники	3

Для рекультивації ТЗТ біля цегляного заводу (техногенно зміненої території), де засипаються залишки ТПВ додатково необхідно:

Робітники для посадки дерев	5
Оператор ямокопача	1
Водій водовозу	1
Робітники	2

Розрахункова необхідна кількість дизельного палива при проведенні робіт по рекультивації та ремедіації несанкціонованого звалища ТПВ приведено в таблиці 5.1 (відповідно Наказу Міністерства транспорту України №43 від 10.02.98 р. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті):

Таблиця 5.1

Потреба в дизпаливі при рекультивації та ремедіації

№ п/п	Вид і марка	Загальний час роботи, маш*час	Витрата палива, л/год.*	Кількість палива, л
1.	Фронтальний по-грущик	109	32,2	3510
2.	КАМАЗ	552	31,0	17 111
3.	Грейдер	10	22,3	223
4.	ГАЗ-53	16	15,9	255
5.	Трактор МТЗ-80 (експлуатація з обладнанням: розкидачами мінеральних та органічних добрив, плугу, дискової борони, культиватора, сівалки, оприскувачем)	90	20,5	1845

Для рекультивациі ТЗТ (біля будівельного заводу)				
6.	Ямокопач	35	31,0	1085
7.	Водовоз	30	16,7	501
8.	Трактор МТЗ-80 (експлуатація з обладнанням)	20	20,5	410
	Грейдер	3	22,3	67
	Всього			25 007

* визначено відповідно Наказу Міністерства транспорту України №43 від 10.02.98 р. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті, ДБН В 2.8.-12-00 Типові норми витрат і змащувальних матеріалів для експлуатації техніки в будівництві, з урахуванням коефіцієнтів, що враховують особливості робіт у даних умовах.

5.2 Витрати на рекультивацию

Загальні витрати на рекультивацию та ремедіацію території несанкціонованого звалища за межами с. Сенча складає 1488,11 тис. грн. Загальні витрати на рекультивацию ТЗТ (техногенно зміненої території) біля цегляного заводу, де засипається технозем складає 221,86 тис. грн. Загальні витрати складають 1896,17 тис. грн.

При виконанні розрахунку обсягів робіт і витрат використані дані про вартість машино-години роботи обладнання та механізмів (таблиця 5.2).

Таблиця 5.2

Вартість машино-години роботи обладнання та механізмів

Тип і марка обладнання	Споживання палива, л/год	Вартість палива, грн/л	Заграти на паливо, грн/маш.-год.	Експлуатаційні витрати, грн/маш.-год.*	Амортизаційні відрахування, грн/маш.-год.*	Заробітна плата персоналу**	Вартість машино-години, грн.
Фронтальний погрузчик	32,2	28,15	906,4	428,2	280,1	110	1724,7
КАМАЗ	31,0		872,7	262,3	230,5	90	1455,5
Грейдер	22,3		627,7	414,1	315,8	120	1477,6
ГАЗ-53	15,9		447,6	200,1	180,4	80	908,1
Трактор МТЗ-80 (експлуатація з обладнанням)	20,5		577,1	250,9	150,5	110	1088,5
Ямокопач	31,0		872,7	245,2	170,8	110	1398,7
Водовоз	16,7		470,1	208,7	190,3	90	959,1

Витрати на механізми (ціна станом на 1.10.2021 р.):

	Орієнтовна ціна, тис.грн.	Орієнтовна ціна за оренду 1 год., грн.
Мобільна сортувальна установка (напр.типу Nordberg ST356 / МЛС-1 тощо)	1500	2000 (у м. Полтаві)

Витрати на оплату праці (ціна станом на 1.10.2019 р.):*

Головний інженер по рекультивації	90 грн. за люд.-год.
Майстер технічного обладнання (по сортувальній станції)	83 грн. за люд.-год.
Вчений агроном	90 грн. за люд.-год.
Робітники	65 грн. за люд.-год.
Робітники для посадки дерев	75 грн. за люд.-год.
Лісничий	85 грн. за люд.-год.

*Відповідно Листа Державного комітету України з будівництва та архітектури 37/8 від 16.12.2004 р. Про усереднену вартість люд.-год. За розрядами робіт, враховуючи коефіцієнти індексації та усереднених цін регіону

ВИСНОВКИ

Завдання даної магістерської роботи полягало у визначенні і оцінці лісорослинних умов на даній території на основі результатів наукових досліджень і пошукових робіт з метою надання рекомендацій і розробки проекту щодо рекультивациі та фіторемедіації техногенно забруднених земель (несанкціонованого звалища ТПВ) на частково засолених ґрунтах.

На основі отриманих результатів і узагальнення світового передового наукового і виробничого досвіду, за участі кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля Полтавської державної аграрної академії та лабораторії агроекологічного моніторингу ПДАА, магістрантом були опрацьовані рекомендації по рекультивациі та фіторемедіації (з опрацюванням проекту лісових культур) вказаної території, на базі яких була розроблена проектна частина з даної роботи

До основних завдань даної роботи можна віднести:

- дослідження об'єктів рекультивациі та їх впливу на довкілля;
- розробка плану заходів з рекультивациі та фіторемедіації несанкціонованих звалищ ТПВ;
- розробка проекту рекультивациі та фіторемедіації несанкціонованого звалища ТПВ.

Запропоновано найбільш екологічно та економічно доцільний план рекультивациі та фіторемедіації несанкціонованого звалища ТПВ. Рекомендовано зняття поверхневого шару землі на глибину 10 см, з метою прискорення ремедіації даної території. Далі територія засипається меліорантом (для передбачення можливого токсичного забруднення) та засипається чистим ґрунтом на висоту 10 см і ущільнюється. Потім проводяться заходи з фіторемедіації за допомогою агрокультур, при цьому вносяться мінеральні та органічні добрива, проводиться глибока оранка, вносяться мікробіологічні препарати (для біологічного очищення); проводиться культивация землі.

Розроблено план заходів з охорони праці під час виконання робіт з рекультивациі та ремедіації, а також визначено можливі впливи на довкілля під час ви-

конання даних робіт та напрямки їх передбачення.

Таким чином, виконання запроектованих заходів по рекультивації та ремедіації несанкціонованих звалищ ТПВ дозволить ліквідувати наслідки техногенних порушень ґрунтово-рослинного шару, створити зелені ландшафти, відновити якість довкілля в зоні впливу несанкціонованих звалищ ТПВ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. сайт URL: <http://www.uncsd2012.org/rio20/index.php?page=view&type=13&nr=50&men=46> (дата звернення: 15.11.2012).
2. Земельний кодекс України. Від 25 жовтня 2001 р. № 2768-III. 22 Відомості Верховної Ради України, 2002, №3-4, ст.27.
3. Beiseyeva G., Abuduwali J. Migration and accumulation of heavy metals in disturbed landscapes in developing ore deposits, East Kazakhstan *Arid Land*. 2013. Vol.5(2). P.180–187. doi: 10.1007/s40333-013- 0160-4 jal.xjegi.com
4. Abrahams P.W. Soils: Their implication to human health. *The Science of the Total Environment*. 2002. Vol. 291 P. 1-32.
5. The Global Partnership for Environment and Development / A Guide to Agenda 21. Geneva: UNCED, 2016. 116 p.
6. Національна екологічна політика України: оцінка і стратегія розвитку. Документ підготовлено в рамках проекту ПРООН / ГЕН «Оцінка національного потенціалу в сфері глобального екологічного управління в Україні». К.: Генеза, 2007. 186 с.
7. Статистичний збірник «Регіони України» : у 2 т. / за редакцією І. Є. Вернера. Київ : Державна служба статистики України, 2022. Т. 1. 309 с.
8. Матус С.А., Левіна Г.М., Карпюк Т.С., Денищик О.Ю. Базове дослідження стану та напрямів розвитку екологічної політики України та перспектив посилення участі організацій громадянського суспільства у розробці та впровадженні політик, дружніх до довкілля : аналітичний звіт на замовлення Міжнародного фонду «Відродження». Київ : Юнірайт, 2018. 288 с.
9. Писаренко П.В. Самойлік М.С., Цьова Ю.А., Серета М.С. Теоретико-методологічні засади управління сферою поводження з твердими відходами на регіональному рівні : монографія Полтава : Сімон, 2021. 524 с.
10. Станкевич В.В. Концептуальні підходи щодо поводження з твердими побутовими відходами // В.В. Станкевич, І.В. Какура // Проблемы сбора, переработки и утилизации отходов. – Одесса: ОЦНТЭИ, 2014. – С.374–379

11. Мельник Л.Г. Эколого-экономические основы ресурсосбережения. – Суми: Унів. книга, 2006. 229 с.
12. Методи оцінки екологічних втрат / заг. ред. Л.Г. Мельник. Суми : Університетська книга, 2010. 287с.
13. Хрутьба В. О. Передумови формування інтегральної системної методології управління проектами поводження з відходами. *Вісник Національного транспортного університету*. 2011. Вип. 23. С.101-108.
14. Генік Я. В. Еколого-біологічні основи відновлення ландшафтів, порушених звалищами та полігонами твердих побутових відходів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2009. Вип. 19.2. С. 77-82.
15. Мороз О. І. Аналіз перспектив аеробного очищення інфільтратів сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27(3). С. 83–88.
16. Снітинський В., Зеліско О. Екологічний моніторинг антропогенно порушених земель Львівського полігону твердих побутових відходів. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія : Агронімія*. 2014. № 18. С. 3-7.
17. Семененко, І. С., Супруненко О. В. Проблема твердих побутових відходів та її регіональні аспекти. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Економіка*. Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2011. Вип. 32. С. 50–55.
18. Dalemo S., Joensson B. Effects of including nitrogen emissions from soil in environmental analysis of waste management strategies. *Resources, Conservation & Recycling*. 2008. №24. P. 363-381.
19. Інформація сайту Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства. URL: http://minregion.gov.ua/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=378%3Apobutov%D1%96-v%D1%96dxodi&Itemid=170&lang=uk (дата звернення: 12.10.2020).
20. Про управління відходами : Закон України

21. ДБН В.2.4-2-2005. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення про проектування : затверджено Наказом Держбуду України від 17.06.2005 р. №101. К.: Держбуд України, 2005. 36 с.
22. Методика розроблення оцінки впливу на навколишнє природне середовище для об'єктів поводження з твердими побутовими відходами : Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10.01.2006 №8. К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. 24 с.
23. Про затвердження Інструкції про зміст і складання паспорта місць видалення відходів : Наказ Міністерства охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України від 14.01.1999 р. №12. К.: Міністерство охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України, 1999. 39 с.
24. Astel A. M., Chepanova L., Simeonov V. Soil contamination interpretation by the Use of Monitoring Data Analysis. *Water and Air Pollution*. 2011. Vol. 216. P. 375 – 390. DOI: 10.1007/s11270-010-0539-1
25. Christensen T. H., Kjeldsen P., Bjerg P. L., Jensen D. L., Christensen J. B., Baun A., Albrechtsen H.-J., Heron G. Biogeochemistry of landfill leachate plumes. *Applied Geochemistry*. 2013. Vol.16(7-8). P. 659-718. [https://doi.org/10.1016/S0883-2927\(00\)00082-2](https://doi.org/10.1016/S0883-2927(00)00082-2)
26. Proceedings of the Global Symposium on Soil Pollution 2018. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome, Italy, Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. FAO. 2018. 976 pp.
27. Galušíkova I., Borůvka L., Drábek O. Urban Soil Contamination by Potentially Risk Elements. *Soil and Water Research*. 2011. Vol. 6(2). P. 55 – 60.
28. Amos R.T., Blowes D.W., Bailey B.L., Sego D.C., Smith L., Ritchie A I.M. Waste-rock hydrogeology and geochemistry. *Applied Geochemistry*. 2015. № 57. P. 140–156. DOI:10.1016/j.apgeochem.2014.06.020.
29. Вамболь В.В. Ідентифікація джерел формування екологічної небезпеки в місцях несанкціонованого накопичення відходів. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2016. № 1 (96). С. 122–128.

30. Singh C., Kumar A., Roy S. Estimating Potential Methane Emission from Municipal Solid Waste and a Site Suitability Analysis of Existing Landfills in Delhi, India. *Technol.* 2017. № 5 (4). P. 62–68
31. Управління та поводження з відходами: підручник / Т.П. Шаніна, О.Р. Губанова, М.О. Клименко та ін. ; за ред. Т.А. Сафранова, М.О. Клименко. Одеса : Вид-во ТЕС, 2012. 272 с..
32. Yunjiang Y., Ziling Y., Peng S., Bigui L. Effects of ambient air pollution from municipal solid waste landfill on children's non-specific immunity and respiratory health. *Environmental Pollution.* 2018. № 236. P. 382–390. DOI:10.1016/j.envpol.2017.12.094.
33. Chachina, S.B., Chachina S.B., Voronkova N.A., Baklanova O.N. Biological remediation of the engine lubricant oil-contaminated soil with three kinds of earthworms, *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Dendrobena veneta*, and a mixture of microorganisms. *Procedia Engineering.* 2015. № 113. P. 113–123.
34. Макаренко Н. А., Будак О. О. Моніторинг полігонів твердих побутових відходів з врахуванням їх впливу на сільські території. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України.* 2015. № 5 (54).
35. Намазова В.Н. Романова Е.М. Сезонная динамика миграции тяжелых металлов в почвах свалок и полигонов ТБО, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения в Ульяновской области. *Известия Оренбургского Государственного аграрного университета.* 2008. Т. 4. № 20(1). С. 163–166.
36. Stankovic M. Planning and procedure in closure of existing dumps. URL: https://www.iswa.org/uploads/tx_iswaknowledgebase/s107.pdf (дата звернення: 10.05.2018)
37. Moustakas K. Sampling and Analysis Of Solid Municipal Waste In Balkan Region: The First Results And Their Significance. URL: https://www.iswa.org/uploads/tx_iswaknowledge-base/Moustakas.pdf (дата звернення 10.05.2018)

38. Pantini S., Lombardi F., Verginelli I. A new screening model for leachate production assessment at land-fill sites. *International journal of Environmental Science and Technology*. 2013. №11. P. 98-108
39. Rafizul I. M., Alamgir M., Sharif S. M. S. Analysis and Selection of Appropriate Aggregation Function for Calculating of Leachate Pollution Index of Landfill Lysimeter. *Iranica Journal of Energy & Environment*. 2012. №3. P. 370-379
40. Sarto K. Syamsiah S., Pra-setya A. Pattern of Characteristics of Leachate Generation from Municipal Solid Waste Landfill by Lysimeter Experiment. *International Journal of Environmental Science and Development*. 2016. Vol. 7. №10. P. 768-771.
41. Wolf U. Soil-Mechanical and Chemical Analysis of a Compacted Clay Liner at the Bottom of a MSW-Landfill after 30 Years of Operation. *TUV-LGA Bautechnik*. 2011. P. 12-19
42. Samojlik M.S., Pysarenko P.V. Conceptual framework for ensuring resource and environmental safety in the region. *Теоретическая и практическая экология*. 2019. №2. С. 137-142. doi: 10.25750/1995-4301-2019-2-137-142.
43. Pisarenko P.V., Korchagin O.P., Samojlik M.S. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. Vol. 341. P. 456-492. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/341/1/012002/pdf>
44. Снітинський В., Зеліско О. Екологічний моніторинг антропогенно порушених земель Львівського полігону твердих побутових відходів. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія : Агронія*. 2014. № 18. С. 3-7.