

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет машинобудування, екології та хімічних технологій
Кафедра природоохоронної діяльності

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Віктор КОСТЕНКО

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” 20__ р.

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
БАКАЛАВРА**

**на тему: «Вторинне використання побутових та промислових відходів як
компоненту раціонального природокористування»**

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕКО-19

напряму підготовки: 101 Екологія

Коломієць Катерина

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник доц.каф. ПД, Олексій КУТНЯШЕНКО

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Нормоконтроль:

Олексій КУТНЯШЕНКО

(підпис)

*Засвідчую, що у цій дипломній
роботі немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.*

Студент _____

(підпис)

Луцьк - 2023

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Гірничий факультет

Кафедра «Природоохоронна діяльність»

Освітньо-кваліфікаційний рівень - бакалавр

Напрямок підготовки 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри, д.т.н., проф. _____ Віктор КОСТЕНКО
_____. _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на випускню кваліфікаційну роботу бакалавра
Катерини КОЛОМІЄЦЬ

1. Тема роботи: «Вторинне використання побутових та промислових відходів як компоненту раціонального природокористування»

керівник роботи Кутняшенко Олексій Ігоревич доц.каф. _____

затверджені наказом вищого навчального закладу від _____

2. Строк подання студентом роботи. _____

3. Вихідні дані до проекту: відомості про технології та методи вторинного використання, законодавство та нормативно-правова база, матеріали дослідження та ін.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Оцінка значущості вторинного використання відходів для раціонального природокористування 2. Побутові та промислові відходи як компонент раціонального природокористування 3. Економічні та екологічні аспекти вторинного використання відходів 4. Аналіз даних та результати дослідження 5. Охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): презентація на форматі А4

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Олексій КУТНЯШЕНКО		
Розділ 2	Олексій КУТНЯШЕНКО		
Розділ 3	Олексій КУТНЯШЕНКО		
Розділ 4	Олексій КУТНЯШЕНКО		
Розділ 5			
Нормоконтроль	Олексій КУТНЯШЕНКО		

7. Дата видачі завдання 03.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Найменування видів робіт	Термін виконання	Форма звітності	Відмітка наукового керівника
Розділ 1	05.05.2023	Рукопис	
Розділ 2	15.05.2023	Рукопис	
Розділ 3	23.05.2023	Рукопис	
Розділ 4	31.05.2023	Рукопис	
Розділ 5 Охорона праці	07.06.2023	Рукопис	
Оформлення пояснювальної записки	16.06.2023	Рукопис	
Підготовка презентації	20.06.2023	Рукопис	

Науковий керівник

Олексій КУТНЯШЕНКО

Студент

Катерина КОЛОМІЄЦЬ

АНОТАЦІЯ

Катерина КОЛОМІЄЦЬ Вторинне використання побутових та промислових відходів як компоненту раціонального природокористування. Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за напрямом підготовки 101 Екологія. – ДВНЗ ДонНТУ, Луцьк, 2023.

Сторінок: 55, 7 ілюстрацій, 8 таблиць, 32 посилання.

Об'єкт дослідження – процес вторинного використання побутових та промислових відходів.

Предмет дослідження – компонент раціонального природокористування.

Мета роботи – дослідити можливості вторинного використання побутових та промислових відходів як компонента раціонального природокористування, визначити ефективні методи та технології для їх переробки та повторного використання.

Методи досліджень: аналіз наукової літератури та наявних досліджень в галузі вторинного використання відходів; збір первинних даних про різні види побутових та промислових відходів, їх склад, обсяг та потенціал для вторинного використання; визначення екологічного впливу вторинного використання відходів на довкілля та зменшення використання природних ресурсів; вивчення технологій та методів вторинного використання відходів, їх ефективності та обмежень.

Відповідно до поставленого завдання в роботі проводяться дослідження різних видів побутових та промислових відходів, їх потенціалу для вторинного використання, аналізується законодавча база, розглядаються економічні та екологічні аспекти. Застосовуються методи аналізу літературних джерел, збору первинних даних, вивчення законодавства, оцінки економічної доцільності та аналізу впливу на довкілля.

ВТОРИННЕ ВИКОРИСТАННЯ, ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, ПРОМИСЛОВІ ВІДХОДИ, РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ, МЕТОДИ, ТЕХНОЛОГІЇ, ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ, ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ, ЗАКОНОДАВСТВО.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ОЦІНКА ЗНАЧУЩОСТІ ВТОРИННОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ	8
1.1 Склад та характеристика побутових відходів	8
1.2 Фізичні властивості твердих побутових відходів	11
1.3 Хімічний склад твердих побутових відходів	14
1.4 Прогнози розвитку промисловості та вторинного використання відходів в Україні	18
1.5 Промислові та побутові відходи в Україні та їх вторинне використання	21
2 ПОБУТОВІ ТА ПРОМИСЛОВІ ВІДХОДИ ЯК КОМПОНЕНТ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ	25
2.1 Проблеми управління побутовими та промисловими відходами	25
2.2 Раціональне природокористування та управління відходами на прикладі національної стратегії Фінляндії	29
3 ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВТОРИННОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ	35
3.1 Економічні переваги вторинного використання відходів	35
3.1 Екологічні переваги вторинного використання відходів	37
3.3 Економіка замкнутого циклу	39
4 АНАЛІЗ ДАНИХ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	43
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52

ВСТУП

У сучасному світі, коли проблеми екології та збереження природних ресурсів набувають все більшої актуальності, питання вторинного використання побутових та промислових відходів стає необхідністю. Це викликано зростаючим обсягом відходів, що утворюються, а також потребою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Запровадження ефективних методів та технологій вторинного використання є важливим кроком у досягненні сталого розвитку.

Проблема вторинного використання побутових та промислових відходів полягає у неефективному використанні цих ресурсів та недостатній утилізації їх потенціалу. Багато відходів, які потрапляють до сміття або заводів з утилізації, мають значний потенціал для подальшого використання. Проте, без належного аналізу, розробки ефективних технологій та встановлення відповідного законодавства, цей потенціал залишається невикористаним.

Метою даного дослідження є вивчення можливостей вторинного використання побутових та промислових відходів як компонента раціонального природокористування. Основною метою є розробка ефективних методів та технологій для переробки, рециклінгу, повторного використання або енергетичної утилізації цих відходів з метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та оптимізації використання природних ресурсів.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю забезпечення сталого розвитку суспільства та збереження природних ресурсів. Враховуючи зростаючий обсяг відходів, використання новаторських підходів та розвиток технологій вторинного використання стають критичними завданнями.

Предметом дослідження є компонент раціонального природокористування - вторинне використання побутових та промислових

відходів. Об'єктом дослідження є процес вторинного використання цих відходів, а також законодавча база, регулююча цей процес, та економічні та екологічні аспекти.

Завданням дослідження є:

1. Аналіз літературних джерел та наявних досліджень щодо вторинного використання побутових та промислових відходів.
2. Вивчення законодавства та стандартів, що регулюють вторинне використання відходів.
3. Визначення різних видів побутових та промислових відходів, їх характеристик та потенціалу для вторинного використання.
4. Розробка ефективних методів та технологій для переробки та повторного використання відходів.
5. Оцінка економічної доцільності вторинного використання відходів та визначення потенційних ринків збуту.
6. Вивчення екологічного впливу вторинного використання відходів на довкілля та зменшення використання природних ресурсів.

Шляхом виконання зазначених завдань та досягнення поставленої мети будуть виявлені ефективні шляхи вторинного використання побутових та промислових відходів, що сприятимуть сталому розвитку та збереженню природних ресурсів.

1 ОЦІНКА ЗНАЧУЩОСТІ ВТОРИННОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

1.1 Склад та характеристика побутових відходів

Тверді побутові відходи (ТПВ) є однією з важливих проблем навколишнього середовища. Відповідальність за поводження з відходами покладена на місцеві влади, які повинні забезпечити ефективну систему обробки для мешканців. Однак, вони часто зіштовхуються з фінансовими, організаційними та технічними проблемами [2][3].

Склад ТПВ значно варіюється від муніципалітету до муніципалітету та від країни до країни. Це залежить від способу життя, економічної ситуації, правил поводження з відходами та промислової структури. Кількість та склад ТПВ мають велике значення для правильної обробки та управління ними. Ця інформація є важливою для розміщення установок з використання ТПВ у містах. На основі теплової потужності та хімічного складу ТПВ можна приймати рішення про використання їх як палива. Проте, важливо враховувати наявність небезпечних речовин у залишках після обробки [4]. Інформація про склад відходів може бути корисною для компостування або виробництва біогазу як палива шляхом біологічної конверсії [5].

Побутові або муніципальні відходи зазвичай утворюються з різних джерел, де зустрічаються різні види людської діяльності. Декілька досліджень повідомляють, що тверді побутові відходи, які утворюються в країнах, що розвиваються, в основному походять від домашніх господарств (55-80%), за якими йдуть ринки або комерційні райони (10-30%). Останні складаються з змінних величин, що генеруються виробництвами, вулицями, установами та багатьма іншими факторами [6]. Зазвичай, тверді відходи з цих джерел сильно

забруднені та гетерогенні за своєю природою. Тому вони мають різні фізичні та хімічні характеристики, залежно від їх початкового джерела, які зазначені в таблиці 1.1

Фізичні характеристики відносяться до властивостей твердих побутових відходів, які можна спостерігати без зміни їх хімічного складу. Основні фізичні характеристики включають:

1. Розмір і форма: відходи можуть мати різні розміри та форми - малі чи великі, круглі чи прямокутні.
2. Маса: визначається вагою відходів і може бути легко виміряна.
3. Щільність: відображає ступінь компактності відходів і визначає, скільки вони займають місця.
4. Колір: відходи можуть мати різні кольори, що залежать від складу і початкового джерела.

Основні хімічні характеристики включають:

1. Органічні речовини: можуть містити органічні сполуки, такі як їжа, рослинні залишки або харчові продукти.
2. Хімічні речовини: домашні хімікати, розчинники або інші хімічні продукти.
3. Токсичні речовини: деякі відходи можуть містити токсичні речовини, які можуть бути небезпечними для здоров'я людей і навколишнього середовища.

Ці характеристики важливі для визначення належного управління твердими побутовими відходами та вибору відповідних методів їх обробки та утилізації.

Таблиця 1.1 – Фізичні та хімічні характеристики початкових джерел

Початкове джерело	Фізичні характеристики	Хімічні характеристики
Домашні господарства	різноманітність розмірів та форм, різна маса, щільність та кольори.	змішані органічні речовини, побутові хімікати, харчові відходи, можлива наявність токсичних речовин.
Ринки та комерційні райони	великі обсяги відходів, різноманітність розмірів та форм, масивність, різна щільність.	паковувальні матеріали, харчові відходи, можлива наявність токсичних речовин, відходи від торгівлі.
Виробництва	великі обсяги відходів, різноманітність розмірів та форм, масивність, різна щільність.	відходи від виробничих процесів, хімічні речовини, можлива наявність токсичних речовин, паковувальні матеріали.
Вулиці та громадські місця	різноманітність розмірів та форм, різна маса, щільність та кольори.	папір, пластик, скло, харчові відходи, можлива наявність токсичних речовин.
Установи та організації	залежить від типу установи (наприклад, офіси, школи, лікарні), різноманітність розмірів та форм, різна маса, різноманітна щільність.	папір, пластик, харчові відходи, можлива наявність токсичних речовин залежно від типу установи.

В Україні побутові відходи формуються внаслідок діяльності населення, включаючи побутові господарства, установи, офіси та інші місця проживання та роботи. Основні компоненти побутових відходів включають органічні речовини (наприклад, їжа, рослинні залишки), папір, картон, пластик, скло, текстиль, метал та інші матеріали. Домашні відходи в Україні часто мають високий вміст органічних речовин через значну кількість непереробленої їжі.

Промислові відходи в Україні утворюються в процесі виробничої діяльності різних галузей промисловості. Вони можуть містити різноманітні матеріали, такі як відходи виробництва хімічних речовин, металургійні

відходи, відходи виробництва електроніки тощо. Деякі промислові відходи можуть бути небезпечними, містити токсичні речовини або вимагати спеціального підходу до їх обробки та утилізації.

1.2 Фізичні властивості твердих побутових відходів

Щільність побутових відходів в містах України змінюється залежно від якості житлового фонду та пори року. У добре облаштованих житлових комплексах щільність у весняно-літній період (в контейнерах) становить 0,18-0,22 тонни на кубічний метр; для недбало обслуговуваних житлових будинків з пічним опаленням цей показник піднімається до 0,3-0,6 тонни на кубічний метр, а в осінньо-зимовий період він коливається між 0,2 та 0,25 тонни на кубічний метр [7].

Зростання кількості паперових та пластикових упаковок призводить до зменшення щільності твердих побутових відходів. На сьогоднішній день, через поширення різноманітних упаковок, спостерігається зниження щільності ТПВ у містах України, що наближається до показника 0,1 тонни на кубічний метр [7]. Характеристика компонентів ТПВ відображена в таблиці

1.2

Таблиця 1.2 – Характеристика компонентів твердих побутових відходів по параметрам

Найменування та структура компонентів ТПВ	Утримання до загальної маси, %	Густина, кг/м ³	Вологість, %
Харчові відходи (залишки фруктів, хліба, овочів, м'ясні та рибні відходи, зіпсовані продукти рослинного та тваринного походження)	29-39,5	450-500	60-80
Макулатура (обгортковий папір, пакети, уривки газет, картонна тара, недопалки)	25-60	40-75	20-30
Метал чорний	1-6	280	1-2
Метал кольоровий	0,5-1	220	1-2
Кістки	0,3-2	360-500	20-30
Полімерні відходи (тара, пакети, посуд разового користування, кульки, уривки плівки, іграшки, вироби з пластмаси)	6-12	60-100	5-10
Скло (посуд, побите скло, склотара та ін.)	5-9	340-450	12-15
Деревина (тирса, шматки дерева, стружка, сірники)	1-5	220	15-25
Текстиль (старий одяг, ганчір'я, мотузки, взуття)	3-6	120-160	40-60
Шкура, гума (зношене взуття, відходи гуми, автошини)	1,2-3	220-250	15-35
Рослинні, садово-городні відходи (листя, гулки, квіти, суччя, трава)	1-3,2	160-220	15-25
Каміння, кераміка, будівельні відходи (цегла, штукатурка, асфаль, бітум)	0,5-3	360-520	20-30
Відсів менше 16 мм (сміт дворовий та вуличний)	8-12	770	70-90
Інше (важко класифіковані частини відходів)	0,5-2	250	60-70

Тверді побутові відходи проявляють механічну (структурну) сполучність завдяки наявності волокнистих складових, таких як текстильні матеріали, дріт та інші. Зчеплення ТПВ відбувається за рахунок наявності вологих липких компонентів, що можуть прилипати до металевих поверхонь під кутом нахилу до 6570 градусів за Цельсієм.

Тверді побутові відходи також мають здатність до сплінування, що означає, що при тривалій нерухомості вони втрачають свою розсипчастість та ущільнюються (іноді з виокремленням фільтрату) без зовнішнього впливу. При тривалому контакті ТПВ спричиняють корозійну дію на металеві матеріали через високу вологість та присутність розчинів різних солей у фільтраті.

Коли ми проектуємо установки для пресування ТПВ, нам потрібно знати компресійні властивості цього матеріалу, тобто залежність між ступенем ущільнення ТПВ та тиском, що діє на нього [7]. Властивості ТПВ змінюються в залежності від навантаження:

- При збільшенні тиску до 0,3-0,5 МПа відбувається ламання коробок та контейнерів різних видів. Об'єм ТПВ, залежно від його складу та вологості, зменшується в 5-8 разів, а щільність зростає до 0,8-1 тонни на кубічний метр. Для збору та утилізації ТБО використовуються прес-пристрої, які функціонують на цьому етапі.

- Залежно від початкової вологості та умов пресування, виштовхування вологи починається при тиску 0,4-1 МПа, що слід враховувати при розробці пристроїв для формування брикетів з ТБО.

- При збільшенні тиску до 10-20 МПа відбувається інтенсивне виділення вологи (до 80-90% всього вмісту води у твердих побутових відходах). Об'єм ТПВ зменшується в 2-2,5 рази, а щільність збільшується в 1,3-

1,7 рази. Стиснутий матеріал стабілізується на певний час, оскільки вмістуваному недостатньо для активної діяльності мікроорганізмів. Доступ кисню до маси ускладнений.

- При подальшому збільшенні тиску до 60 МПа відбувається незначне зменшення об'єму (переважно через виділення вологи), а щільність ТПВ практично не збільшується.

1.3 Хімічний склад твердих побутових відходів

Аналіз хімічного складу ТПВ є важливим для техніко-економічного обґрунтування методів їх утилізації та використання, а також для ефективної організації експлуатації переробних споруд.

Якість одержуваних органічних добрив або біопалива в процесі переробки ТПВ визначається хімічним складом вихідних матеріалів, який зазначено в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – Хімічний склад твердих побутових відходів, що утворюються в різних кліматичних зонах, % мас.

Показник	Кліматична зона		
	Середня	Південна	Північна
Органічна речовина	56...72	56...80	55...60
Зольність	28...44	20...44	40...45
Загальний азот	0,9-1,9	1,2...2,7	1,2...1,6
Кальцій	2...3	4...5,7	2,1...4,8
Вуглець	30...35	28...39	28...30
Фосфор	0,5...0,8	0,5...0,8	0,4...0,5
Загальний калій	0,5...1	0,5...1,1	0,4...0,5
Сіра	0,2...0,3	0,2...0,3	0,2...0,3
Водневий показник	5...6,5	5...6,5	5...6,5
Вологість (від загальної маси)	40...50	40...70	43...48

Полігон все частіше порівнюють з унікальним біологічним реактором, де відбувається природне розкладання органічних речовин [8].

Тверді побутові відходи в проміжку 70–80% складаються з органічних складників, які підлягають розкладанню протягом тривалого періоду умовами знешкодження через хімічні та біологічні процеси, які досі не були повністю вивчені.

Екологічна система полігону та сміттєзвалища є динамічною та змінюється з плином часу. Основні процеси розкладання органічних відходів, що відбуваються в тілі полігону, складу фільтрату та утворених продуктів, представлені на рисунку.1.1 [8].

Внаслідок гідролізу відбувається утворення низькомолекулярних органічних сполук, які протягом кількох тижнів проходять стадію окиснення за умов наявності кисню та нітратів, розкладаючись у аеробних умовах на воду, вуглекислий газ та азот. Ці процеси супроводжуються збільшенням температури в тілі полігону. Для анаеробних умов характерна стадія розкладу продуктів гідролізу, де можна виділити дві фази (стадії) - I (кислотну) та II (метаногенну).

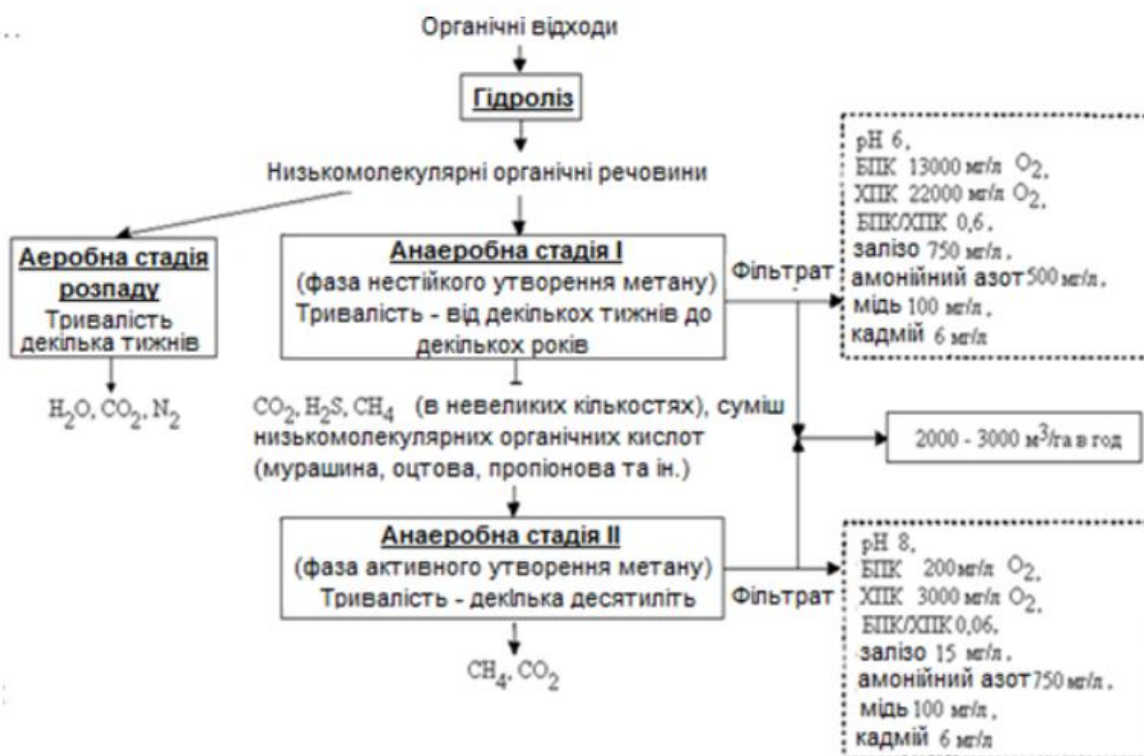


Рисунок 1.1 – Процеси розкладання органічних речовин при захороненні ТПВ на полігоні

Тривалість першої фази розпаду органічних речовин, яка може тривати від 1 до 6 місяців, характеризується процесами ферментації та відновлення сульфатів. Під дією цих процесів, органічні речовини розкладаються на низькомолекулярні кислоти, такі як мурашина, оцтова та пропіонова кислоти, а також діоксид вуглецю і сульфід водню. У невеликих кількостях також виділяється метан. У цьому процесі утворюються проміжні продукти, такі як карбонові кислоти та спирти.

У другій фазі розпаду органічних речовин, відомій як метаногенез, жирні кислоти, які утворилися на попередньому етапі, використовуються метаноутворюючими бактеріями для виробництва метану. Ця анаеробна фаза розпаду органічних речовин триває впродовж довгого періоду, від 8 до 40

років, причому впродовж перших 3 років процес утворення метану протікає швидкими темпами.

Активність біологічного розпаду в анаеробних умовах залежить від вмісту води. Чим вищий вміст води, тим більш інтенсивно відбувається біологічний розпад відходів. Зниження вмісту води до менше 20% суттєво знижує активність анаеробних процесів. Сучасні технології захоронення ТПВ на полігонах спрямовані на повільний розпад відходів, шляхом ускладнення проникнення води в масив полігону. Це особливо актуально для полігонів, розташованих у посушливих регіонах.

По мірі зниження виходу біогазу, настає остання фаза розпаду органічних відходів, відома як формування гумусу. Ця фаза може тривати до 40 років. Різні етапи активних процесів розкладання органічних відходів, без зазначення конкретних часових рамок, які показані на рисунку 1.2 [8].

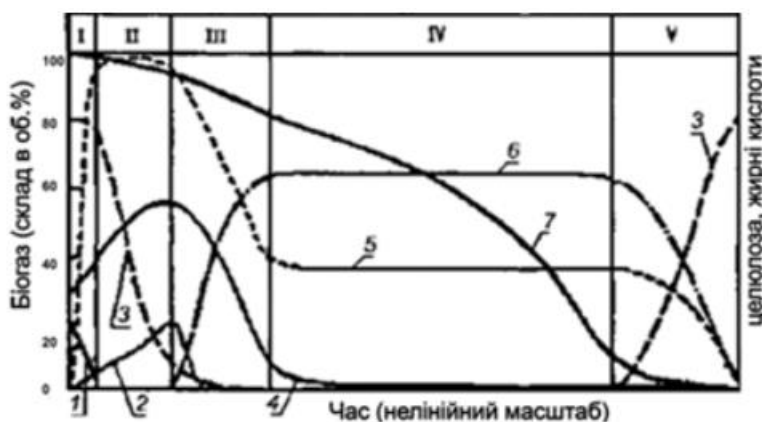


Рисунок 1.2 – Стадії розпаду органічних відходів:

I – стадія окислення в аеробних умовах (декілька тижнів); II – стадія розпаду продуктів гідролізу в анаеробних умовах (приблизно 1-6 місяців); III – стадія нестійкого утворення метану (приблизно 1-8 років); IV – стадія утворення метану (8-40 років); V – стадія утворення гумусу (до 40 років); 1 – кисень; 2 – водень; 3 – азот; 4 – жирні кислоти; 5 – діоксид вуглецю; 6 – метан; 7 – целюлоза.

Довгий період, протягом якого відбуваються біохімічні процеси у звалищі, робить накопичення побутових відходів серйозною екологічною загрозою для природного середовища України. Це проблема, яка з кожним роком набуває все більшої актуальності, тому виникає необхідність впровадження широкомасштабного індустріального перероблення накопичених відходів, особливо на старих полігонах побутових відходів.

1.4 Прогнози розвитку промисловості та вторинного використання відходів в Україні

Промисловість є однією з провідних галузей української економіки, яка охоплює підприємства, що виробляють різноманітні товари та послуги. У 2019 році добувна та переробна промисловість внесла понад 16% до загального ВВП [1]. Значна увага приділяється переробній галузі, зокрема виробництву харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів, яка виступає ключовим сектором серед усіх видів промислової діяльності [1].

За даними рисунку 1.3, обсяг реалізованої продукції у цій сфері становив 530,5 млрд грн або 21,4% від загального обсягу в промисловості. Для оцінки динаміки виробництва використовується індекс промислової продукції (ІПП), який базується на даних виробництва різних видів продукції за постійним набором товарів-представників [1]. Аналіз індексу промислової продукції за видами діяльності показує, що протягом періоду з 2016 року переробна галузь зберігала відносне зростання, зростаючи в середньому на 3-4% щорічно [1].



Рисунок 1.3 – Загальний обсяг промисловості

Окремі промислові групи товарів, зокрема споживчі товари тривалого використання, показують відносну стабільність та тенденцію до зростання з 2016 по 2019 роки. Індекс цих товарів можна спостерігати на рисунку 1.4 [1]. Ці дані свідчать про потенціал вторинного використання побутових та промислових відходів у сфері споживчих товарів тривалого використання, що може сприяти раціональному природокористуванню та збереженню навколишнього середовища.

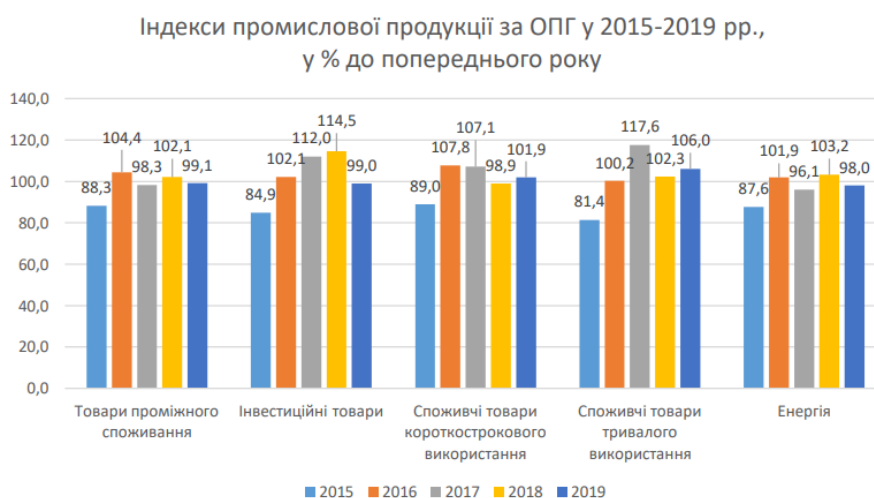


Рисунок 1.4 – Індекси промислової продукції за 2015-2019 роки

На основі цих даних можна зробити деякі прогнози на майбутні роки:

1. Продовження зростання переробної галузі.

З урахуванням стабільного зростання переробної галузі протягом розглянутого періоду і його вагомego внеску у ВВП, ймовірно, ця тенденція буде продовжуватися і в майбутньому. Промисловість в Україні буде продовжувати займати провідну позицію в економіці, зокрема в галузі переробки, що може мати позитивний вплив на створення робочих місць і економічний розвиток країни.

2. Розвиток вторинного використання та рециклінгу.

Стабільність та зростання споживчих товарів тривалого використання, ймовірно, буде збільшувати попит на вторинне використання побутових та промислових відходів. Це може призвести до розвитку індустрії вторинного сировинного матеріалу та рециклінгових підприємств, які сприятимуть більш раціональному використанню ресурсів і зменшенню відходів.

3. Зростання свідомості щодо природокористування

Оскільки промисловість є важливим гравцем в глобальних проблемах навколишнього середовища, можна очікувати збільшення уваги до раціонального природокористування. Це може привести до посилення екологічних стандартів та регулювань у сфері промисловості, спрямованих на зменшення негативного впливу на довкілля і підтримку сталого розвитку.

Враховуючи ці прогнози, можна очікувати, що промисловість буде продовжувати свій розвиток, а вторинне використання відходів та раціональне природокористування стануть важливими аспектами в економічній та екологічній стратегії України. Зазначена інформація свідчить про важливість промисловості в українській економіці, зокрема переробної галузі, яка є ключовим сектором. Виділено значну кількість ресурсів та уваги на

виробництво харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів. Аналіз показників, таких як обсяг реалізованої продукції та індекс промислової продукції, підтверджує стабільне зростання цієї галузі протягом розглянутого періоду.

Зокрема, варто звернути увагу на потенціал вторинного використання побутових та промислових відходів у сфері споживчих товарів тривалого використання. Такі товари демонструють відносну стабільність та тенденцію до зростання, що вказує на можливості їх рециклінгу та повторному використанню. Це сприяє раціональному природокористуванню та збереженню навколишнього середовища, оскільки вторинне використання відходів зменшує потребу в нових ресурсах та допомагає знизити кількість відходів, що потрапляють на сміттєзвалища.

1.5 Промислові та побутові відходи в Україні та їх вторинне використання

Як було вище зазначено, Україна, як країна з розвиненою промисловістю та значною кількістю населення, стикається з серйозною проблемою управління відходами. Промислові та побутові відходи, що накопичуються, мають потенціал для негативного впливу на довкілля та здоров'я людей. Однак, українське суспільство та уряд активно займаються пошуком раціональних шляхів вирішення цієї проблеми шляхом вторинного використання відходів.

Згідно з законодавством України, відходами визнаються матеріалами, які були використані у виробництві і втратили свої споживчі властивості, і не підлягають подальшому використанню через технічні особливості [10]. Закон також визначає побутові відходи як ті, що утворюються під час повсякденної

діяльності людей в житлових та нежитлових будівлях, включаючи тверді, крупногабаритні, ремонтні та рідкі відходи, за винятком відходів, пов'язаних з виробництвом підприємств. Прогнози Всесвітнього банку свідчать про зростання обсягів відходів у світі до 2,58 млрд тонн до 2030 року та до 3,7 млрд тонн до 2050 року [9].

У 2020 році було накопичено понад 54 млн м³ побутових відходів (більше 10 млн тонн), які були вивезені без переробки на 6 тис. полігонів загальною площею майже 9 тис. га. Ситуація з накопиченням відходів у 2021 році стала критичною, оскільки деякі полігони для твердих побутових відходів заповнені на 80-95% їх потужності. У більшості країн ЄС встановлено високі тарифи за утилізацію відходів [9]. Наприклад, у Швеції цей тариф становить близько 160 євро за тонну, у Німеччині - 140 євро, у Італії - 120 євро. У разі сортування та здачі побутових відходів на переробку громадяни не сплачують плату за утилізацію. Проте, тариф на вивіз твердих побутових відходів в Україні є досить низьким, середня вартість поводження з побутовими відходами становить майже 19,8 євро за тонну, включаючи вивіз на полігони за 6,4 євро.

Однією з основних перешкод для розвитку ринку вторинних ресурсів в Україні є складність відокремлення вторинних матеріалів від інших твердих побутових відходів та їх подальший розподіл на компоненти. Вилучення вторинних матеріалів з вже сформованого потоку твердих побутових відходів на спеціальних підприємствах є найбільш витратним та складним процесом серед існуючих технологій відокремлення вторинних матеріалів.

Біологічні відходи складають значну частку твердих побутових відходів. Правильна обробка є важливою передумовою ефективного використання побутових відходів як джерела енергії та вторинних ресурсів, яка дозволяє якісніше переробляти їх з меншими витратами енергії, часу та людських

ресурсів, а головне, отримувати високоякісну продукцію вторинного використання. Утилізація відходів поділяється на три види: первинна, вторинна і змішана, характеристика яких зазначена в таблиці 1.4

Таблиця 1.4 – Характеристика видів утилізації відходів

Первинна переробка	передбачає використання відходів у різних галузях промисловості та народного господарства без попередньої глибокої фізико-хімічної переробки (будівельні відходи та пластик)
Вторинна переробка	передбачає використання продуктів спеціальної переробки відходів, внаслідок чого утворюються продукти з іншим складом, ніж у початкових відходів (стічні води, деревні відходи).
Змішанна переробка	включає як первинне, так і вторинне захоронення

За даними Міністерства розвитку громад та територій України, у 2021 році в 29 містах України працювало 34 лінії з сортування сміття [9]. Крім того, у 11 містах будувалися сортувальні комплекси. На 54 полігонах була встановлена система збору фільтрату, на 18 - система видобутку біогазу, діють когенераційні установки та інше. У 2021 році територіальні громади України планували закупити близько 40 000 контейнерів для збору побутових відходів та понад 90 спеціально обладнаних транспортних засобів за рахунок коштів обласного та місцевих бюджетів, підприємств, спеціальних фондів.

Існуюча система відповідальності за забруднення навколишнього середовища, включаючи побутові відходи, функціонує незадовільно, оскільки обсяг утворюваних відходів зростає щороку. Причиною цього є неефективна система штрафів за утворення відходів та ухилення від їх сплати. Проблемою

також є утворення несанкціонованих сміттєзвалищ на полях, у лісах та лісосмугах. Оплата за сортовані відходи, які є джерелом дешевої та якісної сировини, може кардинально змінити ситуацію в галузі обробки побутових відходів, адже вони можуть перетворитися з проблеми на джерело доходу. Тому на державному рівні повинен бути затверджений перехід від системи штрафів за неналежну обробку побутових відходів до системи заохочень за дотримання правил правильної обробки відходів. Система стимулювання належної обробки відходів повинна органічно впроваджуватися в існуючу систему обробки побутових відходів та з часом змінювати свідомість українця щодо утворення та обробки відходів, а також сприяти їх енергетичному використанню. Виходячи з вищезазначеного матеріалу, пропоную наступну концепцію сталого розвитку управління відходами, яка відображається на рисунку 1.5

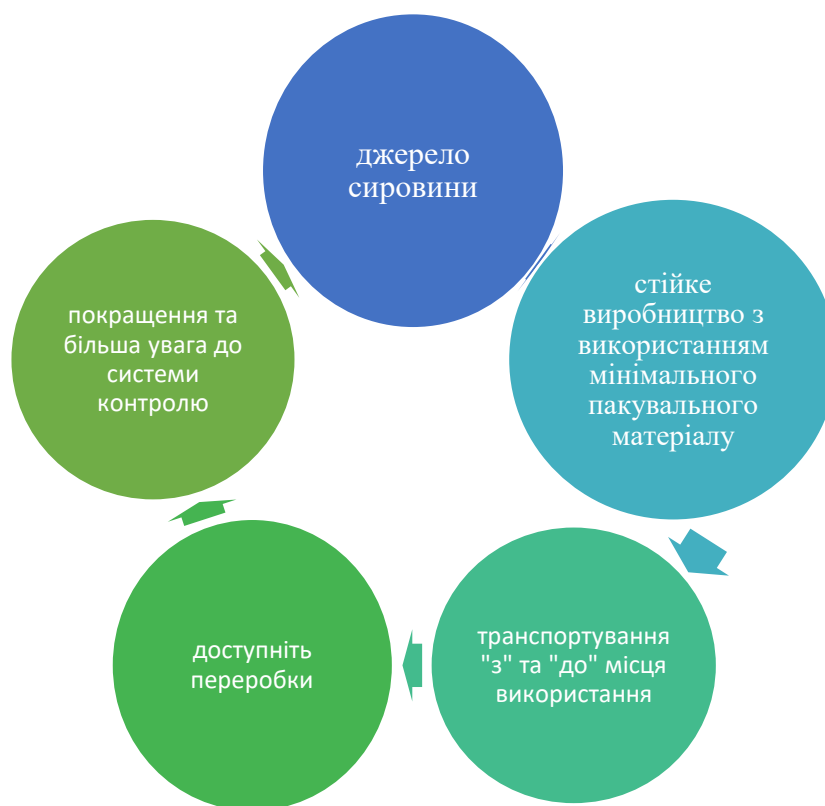


Рисунок 1.5 – Концепція сталого поводження з відходами

2 ПОБУТОВІ ТА ПРОМИСЛОВІ ВІДХОДИ ЯК КОМПОНЕНТ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

2.1 Проблеми управління побутовими та промисловими відходами

Частина побутових відходів, що включає корозійно-активні, вибухонебезпечні, легкозаймисті, токсичні, горючі або хімічно активні компоненти, визначаються як небезпечні побутові відходи. Ці відходи представляють небезпеку для здоров'я людини та навколишнього середовища через своє біологічне походження та хімічну природу, і їх утилізувати досить складно [11, 12]. З твердих побутових відходів не менше 4% можуть потенційно шкодити навколишньому середовищу та здоров'ю людини [13]. Наприклад, значна кількість забруднювачів води походить саме зі стоку побутових відходів [14].

Зареєстровано безліч проблем зі здоров'ям у робітників сміттєвих майданчиків, які спричинені небезпечними побутовими відходами або неправильним поводженням з ними. У збирачів сміття по всьому світу були виявлені розлади та травми, пов'язані з роботою, такі як проблеми з диханням, інфекційні захворювання, розлади шлунково-кишкового тракту, м'язові болі, лихоманка, головний біль, стомленість, подразнення очей та шкіри, механічні травми, проблеми з легенями, хронічний бронхіт, ураження опорно-рухового апарату та втрата слуху, погане емоційне самопочуття та інші конкретні види травм [15].

Якщо побутові відходи змішуються з медичними відходами, це може спричинити серйозні інфекційні захворювання, включаючи зараження гепатитом В [16] серед осіб, які мають контакт з цими відходами. Дослідження свідчать, що серед працівників, які займаються побутовими відходами,

частіше виявляється вірус гепатиту А (+), порівняно з групою, яка не має взаємодії з відходами [17]. Аналіз проблем гігієни праці та їх можливих причин показує, що проблеми зі здоров'ям можуть виникати внаслідок впливу біоаерозолей (наприклад, мікроорганізмів) та летких сполук (метаболітів та токсинів цих мікроорганізмів) на збирачів відходів під час їхньої роботи з відходами [15]. Небезпечні побутові відходи мають не тільки прямий вплив на здоров'я людини, але й спричиняють забруднення ґрунтових вод і збільшують ризик забруднення місць проживання диких тварин [15]. Забруднюючі речовини можуть виділятися зі сміття у землю, що призводить до забруднення ґрунту.

Серед осіб, які піддаються ризику, пов'язаному з побутовими відходами, включаються працівники, які займаються збиранням муніципальних і приватних відходів, торговці відходами та, можливо, мешканці [18]. Проте збирачі сміття є найбільш численною та вразливою групою через недостатній рівень захисту та відсутність заходів безпеки при роботі з відходами [19]. Вплив глюкану може становити небезпеку для здоров'я, особливо серйозну для працівників, які займаються збиранням несорттованих небезпечних побутових відходів [20]. Таким чином, збирачі побутових відходів та сміття належать до групи з підвищеним ризиком розвитку хронічних респіраторних симптомів, таких як кашель, мокротиння, свистяче дихання та хронічний бронхіт [21].

Зростаючою глобальною проблемою є вплив відходів, зокрема електронних, на вразливі групи населення, включаючи дітей [18]. Недавні дослідження розглядають негативні наслідки для здоров'я дітей та вагітних жінок, пов'язані з експозицією електронних відходів [18]. Операції з утилізації електронних відходів можуть призвести до підвищення рівня поліхлорованих дибензо-п-діоксинів та дибензофуранів, що може негативно вплинути навіть

на наступні покоління. Діти, які проживають у неформальних зонах утилізації відходів або поруч з ними, піддаються впливу поліциклічних ароматичних вуглеводнів з вищим вмістом, що має негативний вплив на їх рост та розвиток грудної клітки [22]. Концентрація оксиду азоту (NO) і діоксиду азоту (NO₂) в повітрі на звалищах та їхній навколишній території перевищує стандартні граничні значення, встановлені відповідно Агентством з охорони навколишнього середовища США та Всесвітньою організацією охорони здоров'я, що створює небезпеку для здоров'я мешканців цих районів [23]. Дослідження показали, що працівники, які займаються утилізацією відходів, також мають підвищену кількість нещасних випадків та проблем з опорно-руховим апаратом [24]. Нарешті, мішки зі сміттям можуть містити небезпечні речовини, які становлять загрозу для збирачів сміття. Так, ще у 1987 році кілька збирачів сміття в Гоянії, Бразилія, постраждали, коли вони відокремлювали вторинну сировину від медичних відходів, які містили радіоактивні речовини. Інші члени спільноти також заразилися через контакт з цими працівниками. Ця аварія з радіоактивним забрудненням стала найбільшою в Бразилії і має послугувати цінним досвідом для інших країн.[23].

Більшість факторів ризику, виявлених у групах, що займаються переробкою сміття в Бразилії, є загальними і для інших країн з низьким та середнім рівнем доходу, включаючи Україну, яка також стикається з війною, що триває з 2014 року, та повномасштабним вторгненням Росії у 2022 році. Всю цю інформацію можна знайти на рисунку 2.1, який відображає вищезгадані дані.



Рисунок 2.1 - Сприйняття факторів ризику для людей, які контактують із відходами

2.2 Раціональне природокористування та управління відходами на прикладі національної стратегії Фінляндії

Головною метою стратегії управління відходами є зниження негативного впливу відходів на здоров'я та довкілля. Для досягнення цієї мети важливо враховувати наступні аспекти:

- Запобігати утворенню відходів.
- Поширювати практику повторного використання відходів.
- Сприяти біологічному розкладанню та переробці матеріалів.
- Використовувати енергію, отриману з відходів, якщо вони не підлягають вторинній переробці.
- Забезпечувати безпечну обробку та утилізацію відходів.

Використання відходів, зокрема як матеріалу і енергії, є ефективним заходом, якщо це технічно й економічно обгрунтовано. Виробники, імпортери та органи влади також несуть відповідальність за мінімізацію утворення відходів у всіх сферах діяльності, а також забезпечення того, щоб відходи не ускладнювали процес управління ними, не становили загрози для здоров'я та довкілля. Принцип виробничої відповідальності є важливим інструментом для забезпечення ефективного використання та утилізації різних видів відходів.

У Фінляндії, наприклад, було визначено вісім основних завдань і заходів, які спрямовані на досягнення поставлених цілей [25] та згуртовані в таблиці 2.1. Ці завдання включають різні сектори управління відходами, такі як побутові відходи, промислові відходи, видобуток корисних копалин, будівництво, сільське господарство, торгівля та послуги. Матеріальна ефективність є ключовим принципом, який застосовується не лише в окремих галузях, але й у всьому суспільстві загалом.

Таблиця 2.1 – Основні завдання та заходи для раціонального використання відходів

Запобігання утворенню відходів за рахунок підвищення ефективності використання матеріалів	Підвищення матеріалоефективності продукції досягнуто шляхом включення критеріїв ефективного використання матеріалів у стандарти на продукцію, положення про реалізацію, критерії екомаркування та державні закупівлі. З метою покращення ефективності використання матеріалів у різних секторах, укладені угоди між урядом та промисловістю, аналогічні угодам про енергозбереження. В будівельному секторі надана підтримка для ремонту та просування обслуговування будівель. Перегляд законодавства включає уточнення організації та обов'язків консультаційних послуг з відходів, а також розглянута можливість муніципалітетів брати на себе відповідальність за розширені консультаційні послуги, пов'язані зі стійким споживанням, як додаткова ініціатива до існуючих консультаційних послуг з відходів. Також розглянута необхідність та можливість розширення масштабів фінансових стимулів для домогосподарств, щоб спонукати їх активніше скористатися ремонтними послугами.
Більш ефективна переробка	Розроблені критерії якості та відповідності екологічним нормам для певних відновлених матеріалів. Перероблені матеріали надають перевагу державному будівництву, а використання добрив на основі відходів просувається в

		ландшафтному дизайні та сільському господарстві шляхом надання консультацій. Заплановані дослідження з перегляду оподаткування відходів мають на меті усунути недоліки поточної податкової схеми та створити ефективну модель управління, що сприятиме досягненню цілей в управлінні відходами.
Сприяння поведженню з небезпечними речовинами з погляду відходів		Прийняті заходи для підтримки заміни небезпечних речовин, які виявляють шкідливий вплив на етапі утворення відходів, менш небезпечними альтернативами. Консультаційні послуги щодо сортування небезпечних відходів покращені. Безпечне використання перероблених матеріалів гарантовано. Заплановані заходи для підвищення ефективності забезпечення якості та нагляду на ринку добрив на основі відходів. Співпраця між різними органами в галузі відновлення забруднених ділянок посилено.
Зниження шкідливого кліматичного впливу поведження з відходами.		Підготовлені зміни до розпорядження Уряду, що стосуються полігонів, з метою установлення конкретних обмежень на поховання біорозкладних відходів. Збільшення використання відходів як джерела енергії, одночасно забезпечуючи, що матеріали, які можуть бути вторинно перероблені, не піддаються значному спалюванню. Для забезпечення належної енергоефективності при спалюванні відходів та ефективної утилізації звалищного газу використовується система управління на основі дозволів. Планується

	сприяти будівництву біогазових установок для утилізації гною та інших видів відходів.
Зниження впливу на здоров'я та довкілля при поводженні з відходами.	Вплив переробки відходів на здоров'я і довкілля мінімізовано шляхом більшої уваги до охорони праці та використання найкращих доступних технологій. Прийняті заходи для забезпечення високих стандартів управління відходами на існуючих та майбутніх рудниках, а також в контексті збагачення руд. Будуть встановлені додаткові керівні принципи, що стосуються побічних продуктів тваринного походження, золи, утвореної під час спалювання відходів, а також поводження з відходами під час надзвичайних ситуацій. Муніципалітети забезпечать ефективну систему збирання шламу в сільській місцевості і достатню потужність для здійснення цього процесу.
Удосконалення та уточнення організації поводження з відходами	Розподіл обов'язків між муніципалітетами, організаціями, відповідальними за виробників, виробниками відходів та приватними компаніями, що займаються управлінням відходами, а також надання консультаційних послуг з відходів розглянуті в рамках загального перегляду Закону про відходи. Регіональним планам щодо поводження з відходами буде надано більш визначну роль, і будуть здійснені заходи для забезпечення відведення достатньої площі землі під час планування землекористування з метою керування відходами. Проведена оцінка потреби у розвитку

	управління відходами та розширенні виробничої відповідальності.
Розвиток експертизи у секторі відходів	За допомогою приватного та державного фінансування, матеріальна ефективність та бізнес будуть стимулюватися шляхом здійснення досліджень та розробок. Будуть проведені оцінки можливостей запровадження технологічної програми. Забезпечення адекватного фінансування досліджень та розробок у сфері вимірювання показників ефективності використання матеріалів здійснено шляхом впровадження заходів. Прийняті заходи для надання малим і середнім підприємствам більш широкого спектру послуг, які допоможуть їм поліпшити управління відходами та ефективність використання матеріалів. Процес удосконалення статистики та класифікації відходів продовжено. Розроблена програма моніторингу реалізації цілей Національного плану з управління відходами та його основних заходів, а також визначені індикатори моніторингу.
Безпечне і добре кероване транскордонне перевезення відходів	Міжнародні заходи будуть прийняті для боротьби з незаконними перевезеннями відходів, і будуть вжиті подальші кроки для посилення співробітництва між органами влади в галузі прикордонного контролю за перевезеннями відходів. Робота з міжнародною гармонізації класифікації відходів та тлумачення законодавства щодо перевезення відходів продовжена.

Раціональне природокористування та ефективне управління відходами є невід'ємною складовою сталого розвитку України. Країна має багатий природний потенціал, який потрібно зберігати та використовувати з урахуванням екологічних, соціальних та економічних аспектів. Для досягнення цієї мети необхідно сприяти створенню та впровадженню ефективних стратегій та політик у сфері управління відходами. Важливо розвивати інноваційні підходи та технології, спрямовані на переробку та вторинне використання матеріалів, зменшення відходів та мінімізацію негативного впливу на довкілля. Окрім цього, важливо покращувати свідомість населення щодо раціонального використання ресурсів та відповідального поводження з відходами, впроваджувати освітні програми, спрямовані на підвищення екологічної грамотності та поширення знань про можливості переробки та утилізації відходів. Виконання цих завдань допоможе Україні забезпечити сталий розвиток, зберегти природне довкілля та підвищити якість життя громадян.

З ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВТОРИННОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ

3.1 Економічні переваги вторинного використання відходів

У Сполучених Штатах та по всьому світу, щороку утворюється значна кількість ТПВ, і їхнє відправлення на звалище має негативний вплив на довкілля. Однак, зростаючий відсоток відходів вдається переробити та використати відновлювальними способами.

Дані, опубліковані Агентством з охорони навколишнього середовища США (ЕРА) [26], свідчать про розподіл ТПВ за категоріями:



ТПВ можуть бути піддані різним видам обробки, включаючи переробку, компостування, спалювання з рекуперацією енергії та поховання на звалищі. Шляхи використання та відновлення матеріалів мають важливе значення для забезпечення сталого розвитку та зменшення негативного впливу на довкілля.

Використання матеріалів у виробництві та будівництві необхідне для

економічного зростання, але ефективне управління цими ресурсами має велике значення. Конкуренція за обмежені ресурси продовжує зростати, тому використання матеріалів в ефективніший спосіб зменшить негативний вплив на навколишнє середовище та забезпечить економічну вигоду.

Переробка різних типів твердих побутових відходів має значну економічну перевагу, оскільки дозволяє отримати цінні вторинні продукти за значно меншою вартістю порівняно з виробництвом аналогічних продуктів з первинної сировини. Детальний аналіз цього факту наведений у таблиці 3.1 [28].

Використання цінних ресурсів, що містяться у твердих побутових відходах, у сфері вторинного виробництва, дозволяє отримати економічну вигоду шляхом зниження вартості вторинної продукції.

Таблиця 3.1 – Економічна ефективність вторинного використання цінного ресурсу твердих побутових відходів

Цінний ресурс із ТПВ	Продукти	Ефекти в порівнянні з виробництвом аналогічної продукції з первинної сировини
Папір	Газетний та туалетний папір, тканина, руберойд, картон	Економія води досягає 60%, енергозбереження 40%, собівартість знижується на 42-53%
Алюмінієві банки	Види алюмінієвих виробів	Економія енергії при виробництві алюмінія досягає 86%, води – 50%, вартість знижується приблизно на 37%.

Пластик	Предмети домашнього вжитку, побутова техніка, каркаси, труби, матеріали для 3-D принтерів	Переробка '1 тони пластику економить 5774 кВт/рік або 100 млн кДж/рік, собівартість знижується на 35-40%.
Скло	Скляна тара, цегла та кераміка	Виробництво нового скла з вторинного знижує споживання енергії на 6%, собівартість зменшується на 45-63%.
Лом кольорових металів	Розплавлений метал, який не втрачає якість	Споживання енергії зменшується на 70%, води – на 40%. Собівартість становить менше на 75-83%.
Харчові відходи	Компост, біогумус, біогаз	Вартість енергії на основі біогазу менша в 10 разів від традиційних джерел.

3.1 Екологічні переваги вторинного використання відходів

Переробка різних типів твердих побутових відходів має також велику екологічну перевагу, детальний аналіз якого наведений у таблиці 3.2 [28].

Таблиця 3.2 – Екологічна ефективність вторинного використання цінного ресурсу твердих побутових відходів

Цінний ресурс із ТПВ	Продукти	Зменшення забруднення атмосфери на 74%, води на 35%
Папір	Газетний та туалетний папір, тканина, руберойд, картон	1т мукулатури зберігає 17 дерев
Алюмінієві банки	Види алюмінієвих виробів	Алюміній входить до складу гірських порід і його важко добути, то ж зменшується навантаження на навколишнє середовище
Пластик	Предмети домашнього вжитку, побутова техніка, каркаси, труби, матеріали для 3-D принтерів	На 25% зменшується забруднення навколишнього середовища
Скло	Скляна тара, цегла та кераміка	Зменшення викидів вуглекислого газу в атмосферу при виробництві, економить пісок, вапняк, кальциновану соду та польовий шпат
Лом кольорових металів	Розплавлений метал, який не втрачає якість	Зменшення виснаження руд кольорових металів, збереження 70% екосистем. 1т брухту економить в середньому 1,5т руди.
Харчові відходи	Компост, біогумус, біогаз	Зменшення викидів метану в атмосферу та зменшення ризиків парникового ефекту.

Використання вторинної сировини для нових видів діяльності є важливим аспектом переробки. Це дозволяє створювати продукти, які є незамінними у господарській сфері. По-перше, переробка сприяє збереженню навколишнього середовища, зробивши його чистішим. По-друге, вона затримує відновлення багатьох природних ресурсів, які можуть бути легко

замінені вторинною сировиною. Наприклад:

- Переробка макулатури може допомогти зберегти ліси, оскільки дерева є цінним ресурсом для нашої планети.
- Переробка нехарчової тваринної сировини є ефективним способом зниження витрат на переробку тваринницьких відходів. Це стає серйозною проблемою для економіки та природоохоронних заходів у регіонах з розвинутою промисловою мережею забійних цехів.
- Старі пляшки та гумові шини, які стають непотрібними, часто нагромаджуються на смітниках. Хоча може здатися, що таких предметів у нас надмірно багато, ресурси, які потрібні для їх виробництва, поступово зменшуються. Важливість переробки полягає в тому, що вона дозволяє повторно використовувати ці предмети без використання нових ресурсів, таких як вода, вугілля, нафта, газ та деревина.

Переробка сприяє економії енергії та зменшенню викидів парникових газів, що є однією з основних переваг цього процесу. Парникові гази є головною причиною глобального потепління. Переробка спрямована на зменшення забруднення повітря та води шляхом скорочення кількості шкідливих речовин, що потрапляють у навколишнє середовище. Наприклад, переробка автомобілів вже дозволила утилізувати мільйони транспортних засобів та знизити викиди вуглецю в атмосферу.

Ураховуючи зростання популярності відновлюваних джерел енергії, таких як сонце та вітер, переробка може сприяти збереженню енергії та зменшенню забруднення, що має позитивний вплив на навколишнє середовище, а також допомагає боротися з глобальним потеплінням. У 2000 році переробка твердих відходів дозволила уникнути викиду 32,9 мільйонів тонн вуглецю в атмосферу [29].

3.3 Економіка замкнутого циклу

Перехід до економіки замкненого циклу вимагає вжиття заходів та розробки політики. У практичному керівництві загальним методом управління перехідним процесом є встановлення конкретних цілей. Досі жодне дослідження систематично не досліджувало цільові показники економіки замкненого циклу [30].

Замкнутий цикл виробництва (також відомий як циркулярна економіка) - це концепція в галузі екології та економіки, спрямована на ефективне використання ресурсів та мінімізацію відходів. У замкнутому циклі виробництва матеріали та ресурси використовуються у максимально можливому обсязі, а їх відходи перетворюються на вторинні ресурси, які знову використовуються у виробничому процесі.

Основні принципи замкнутого циклу виробництва включають:

1. Зменшення споживання ресурсів: це передбачає ефективне використання ресурсів шляхом зменшення кількості матеріалів, необхідних для виробництва товарів.
2. Переробка та рециклінг: використання вторинних матеріалів шляхом переробки відходів для створення нових продуктів або використання їх у виробництві замість первинних сировин.
3. Використання відновлюваних джерел енергії: заміна копальних палив відновлюваними джерелами енергії, такими як сонячна або вітрова енергія, з метою зменшення впливу на довкілля.
4. Продовження терміну служби товарів: збільшення тривалості використання товарів шляхом ремонту, модернізації або відновлення, замість викидання і заміни їх.
5. Децентралізація та місцеве виробництво: зменшення відстаней доставки і використання місцевих ресурсів та матеріалів для зменшення

енергетичних витрат і негативного впливу на довкілля.

Метою замкнутого циклу виробництва є зменшення негативного впливу виробництва на довкілля, зниження кількості відходів та ефективне використання ресурсів. Він сприяє створенню сталої економічної моделі, де виробництво відповідає принципам природоохоронної діяльності та мінімізує негативний вплив на навколишнє середовище [30]. Основні аспекти, які замкнутий цикл може включати в себе, встановлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Замкнутий цикл в екології для України

Розвиток інфраструктури переробки та рециклінгу	Сприяння інноваційним проектам та дослідженням	Стимулювання екологічної свідомості та відповідального споживання	Розвиток законодавства та регулювання
Необхідно створити систему переробки відходів, яка включатиме сортування, переробку та використання вторинних матеріалів. Це передбачає розбудову спеціалізованих підприємств, установок з переробки та відновлення матеріалів.	Україна може сприяти впровадженню нових технологій та інноваційних процесів в сфері відходів. Це може включати підтримку досліджень та розвитку нових методів переробки, розробку нових матеріалів та продуктів з використанням вторинних ресурсів.	Важливим аспектом є підвищення обізнаності громадськості про замкнутий цикл та вплив споживання на утворення відходів. Необхідно стимулювати вибір екологічно чистих товарів, зменшення використання одноразових упаковок та розповсюдження практик повторного	Необхідно створити ефективну систему законодавчих та регуляторних заходів, які сприятимуть розвитку замкнутого циклу в екології. Це може включати впровадження податкових пільг для підприємств, що займаються переробкою та рециклінгом, а також встановлення

		використання та вторинної переробки.	обов'язкових стандартів переробки та використання вторинних матеріалів.
--	--	--------------------------------------	---

Для реалізації замкнутого циклу в поводженні з відходами необхідно впроваджувати різноманітні практики та інновації, до яких можна включити такі пункти, як сортування та рециклінг, компостування, енергетичну переробку та промисловий симбіоз, який передбачав би взаємодію різних промислових підприємств з метою обміну відходами, ресурсами або енергією, але при цьому потрібно врахувати рівень розвитку інфраструктури, доступність технологій та економічні фактори, які постраждали через повномасштабну війну.

4 АНАЛІЗ ДАНИХ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На основі дослідження вторинного використання побутових та промислових відходів як складової раціонального природокористування, було проведено аналіз відходів у місті Покровськ.

Місто Покровськ знаходиться на західній частині Донецької області і займає 0,15% її території, що становить 39,3 кв. км. Чисельність населення складає 75,7 тис. осіб, а щільність населення становить 1929,6 осіб на 1 кв. км. Місто має залізничну магістраль, що з'єднує Донбас з Придніпров'ям та Києвом. У Покровську розташовані підприємства вугільної, металургійної, машинобудівної, харчової та інших галузей промисловості. Промислова продукція міста становить 3,0% в обсязі реалізованої продукції області.

У Покровському районі працюють три підприємства вугільної промисловості, з яких два є недержавними і забезпечують близько 90% виробництва міста. ПАТ "Шахтоуправління "Покровське" та ДП "Вугільна компанія "Краснолиманська" є одними з провідних підприємств у вітчизняному паливно-енергетичному секторі, з виробничою потужністю близько 4,8 млн. тон вугілля на рік. Балансові запаси вугілля цих підприємств складають близько 500 мільйонів тон.

Велика масштабність ресурсовикористання та гірничодобувна спеціалізація громади призводять до значного утворення та накопичення відходів виробництва. Хоча деякі відходи переробляються та використовуються як вторинні ресурси, більшість з них накопичується на сміттєзвалищах. У 2020 році спостерігалось зростання утворення відходів у порівнянні з 2019 роком, що пов'язане зі створенням Покровської об'єднаної територіальної громади.

У населених пунктах Покровської міської територіальної громади

побутові відходи збираються у контейнерах, пакетах, мішках та інших засобах і вивозяться на полігон ТПВ. Збір та вивезення твердих побутових відходів здійснює Комунальне підприємство "Багатогалузеве комунальне підприємство" міста Покровськ за укладеною угодою.

На території громади розташований полігон твердих побутових відходів (ТПВ), який перебуває в оренді ФОП Лейко Л. на 49 років. Полігон функціонує з 1974 року, а остання паспортизація його була проведена у 2005 році (паспорт №120, від 10.08.2005).

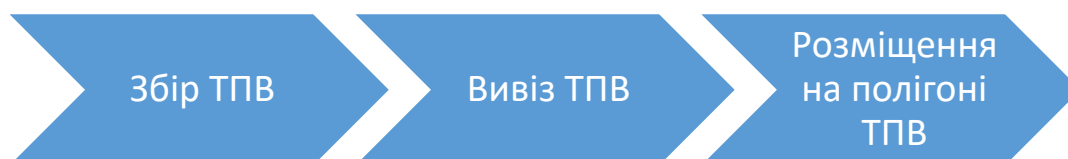
Технологічно відходи складаються на полігоні у вигляді звалища. Площа полігону становить 12,7 га. Прогнозований обсяг видалення відходів складає 1 374 860 тон, а загальний об'єм накопичених відходів становить 1 225 033 тон. Річний надхід відходів на полігон становить у середньому 45 294 тонни.

Накопичені відходи на території громади не підлягають сортуванню та переробці. Часткове вилучення ресурсоцінних компонентів, таких як пластикова тара, та їх подальша переробка здійснюються робітниками КП "Донецький регіональний центр поводження з відходами" обласного підпорядкування.

На території громади розміщено 170 контейнерних майданчиків, серед яких є 215 контейнерів об'ємом 1,1 м³, 350 контейнерів об'ємом 0,75 м³ для збору змішаних твердих побутових відходів і 36 контейнерів об'ємом 7 м³ для великогабаритного сміття. Усі сміттєзбиральні майданчики мають тверде покриття та огороження.

Згідно з укладеними договорами на вивіз та розміщення твердих побутових відходів, надаються послуги організаціям, підприємствам та приватним підприємцям з урахуванням фактичного накопичення. Рівень обслуговування населення з вивезення ТПВ становить 100%. У Донецькій

області, включаючи Покровську ОТГ, діє така система управління ТПВ:



Оскільки в області відсутні сміттєпереробні заводи, тверді побутові відходи видаляються шляхом поховання на звалищах. Це призводить до формування неправомірних звалищ, оскільки система управління ТПВ не є ефективною. На території Донецької області утворюються незатверджені місця неправомірного скидання відходів. Наявність цих неправомірних звалищ створює екологічні та санітарно-гігієнічні проблеми, оскільки вони існують без будь-яких заходів безпеки й спричиняють масштабне забруднення навколишнього середовища. Забруднення в основному відбувається шляхом проникнення шкідливих речовин до підземних і поверхневих вод. Часто такі звалища розташовані в ярах та водоохоронних зонах водних джерел. Ліквідація незатверджених звалищ належить до компетенції місцевих органів самоврядування (відповідно до статті 21 Закону України "Про відходи").

Отже, проблеми, пов'язані з розміщенням відходів, включають:

- Велику кількість неправомірних звалищ/полігонів ТПВ в кожному населеному пункті.
- Більшість санкціонованих місцевими органами об'єктів (90%) для видалення ТПВ не є спеціально спроектованими та побудованими полігонами, а є звалищами, які не передбачають заходів для запобігання забрудненню навколишнього середовища.
- Інтенсивний вплив звалищ ТПВ на навколишнє середовище та здоров'я

населення.

- Обмежена кількість великих регіональних полігонів, які відповідають екологічним вимогам та обслуговують кілька міст та районів.

- Відсутність практики закриття застарілих сміттєзвалищ відповідно до екологічних вимог.

У місті Покровськ використовується 490 контейнерів об'ємом 0,75 м³ для збору твердих побутових відходів і 11 контейнерів об'ємом 7 м³ для великогабаритних відходів. Комунальне підприємство "Управління міського господарства" забезпечує дезінфекцію контейнерів для ТПВ. У літній період дезінфекція проводиться щонайменше один раз на 10 днів, а в інші періоди року - не рідше одного разу на місяць. Дезінфекція контейнерів здійснюється за допомогою засобів, схвалених Міністерством охорони здоров'я України. Місто Покровськ обслуговують 4 сміттєвози і 5 самоскидів для збирання ТПВ, а також 1 маніпулятор для великогабаритного сміття. Для збирання твердих побутових відходів використовуються наступні технології: у багатоквартирних будинках ТПВ збираються в стандартні контейнери об'ємом 0,85 м³ і вивозяться сміттєвозами з боковим завантаженням за планово-регулярною системою, за встановленими маршрутами і графіками, узгодженими зі споживачами послуг. В приватному секторі ТПВ також збираються і вивозяться сміттєвозами за планово-регулярною системою за встановленими маршрутами і графіками. Мешканці розміщують побутові відходи у зручній тарі (полімерні пакети, полістиролові мішки, відра, баки тощо) у визначених місцях перед приїздом сміттєвоза. Екіпаж сміттєвоза вивантажує відходи зі збереженої тари.

Вивезення великогабаритних та будівельних відходів здійснюється залежно від накопичення, проте не рідше одного разу на тиждень. Вивезення відходів здійснюється за договірними умовами між споживачем послуг та

перевізником. Комунальним підприємством "Управління міського господарства" є перевізником ТПВ у м. Покровську. Розрахунки за надані послуги проводяться згідно з встановленими нормами утворення твердих побутових відходів та за фактичними обсягами вивезення, враховуючи затверджені тарифи на послуги. Оплата послуг з вивезення побутових відходів здійснюється на умовах договору з перевізником.

Підводячи підсумки за розділами, які були проаналізовані в даній роботі, можна виділити наступне:

1. Місто використовує різні контейнери для збору твердих побутових відходів і великогабаритних відходів, а також проводить дезінфекцію контейнерів для зберігання ТПВ. Вивезення відходів здійснюється за планово-регулярною системою за встановленими маршрутами і графіками. Це свідчить про те, що місто приділяє увагу впорядкуванню та ефективному управлінню відходами з метою раціонального використання природних ресурсів.

Оцінка значущості вторинного використання відходів передбачає впровадження ефективних систем збору, сортування та переробки відходів з метою використання їх у виробництві нових матеріалів або енергії. Це може сприяти зменшенню потреби у викиданні відходів на сміттєзвалищах і забезпеченню сталого використання ресурсів.

Отже, оцінка значущості вторинного використання відходів в місті Покровськ є важливою для раціонального природокористування та збереження довкілля. Прийняті заходи щодо збору, сортування та переробки відходів свідчать про практичне застосування принципів сталого розвитку та важливість збереження природних ресурсів.

2. Стосовно побутових та промислових відходів як компонента раціонального природокористування, можна сказати наступне:

- Збір твердих побутових відходів проводиться у стандартні контейнери місткістю 0,85 м³, що сприяє ефективному збору та утилізації відходів у житловому секторі міста.

- Дезінфекція контейнерів для зберігання твердих побутових відходів проводиться КП "Управління міського господарства" згідно з встановленими графіками та затвердженими засобами дезінфекції, що сприяє збереженню громадського здоров'я та зниженню ризику захворювань.

- Вивезення великогабаритних та будівельних відходів здійснюється не рідше одного разу на тиждень, що демонструє увагу до цього типу відходів та їх відповідне утилізацію.

- Місто Покровськ має систему планово-регулярного збору відходів за встановленими маршрутами та графіками, що сприяє організованому та ефективному збору та утилізації відходів.

Загалом, місто Покровськ проявляє свідомий підхід до управління побутовими та промисловими відходами з метою раціонального природокористування. Застосування стандартних контейнерів, дезінфекція контейнерів, регулярний збір та вивезення відходів свідчать про уважне ставлення до охорони довкілля та здоров'я мешканців.

3. Покровськ демонструє свідому та відповідальну позицію щодо економічних та екологічних аспектів використання відходів. Основні поради можуть бути наступними:

- Ефективне вторинне використання відходів допоможе місту знизити витрати на закупівлю нових матеріалів і ресурсів. Використовуючи вторинно-перероблені матеріали, місто може економити кошти та зменшувати вплив на природні ресурси.

- Вторинне використання відходів буде сприяти зменшенню обсягів сміттєзвалищ та негативного впливу на довкілля. Переробка та використання

вторинної сировини дозволяють зменшити кількість відходів, що потрапляють на сміттєзвалища, та знизити ризик забруднення ґрунту та водоймищ.

- Використання вторинної сировини допоможе зберегти природні ресурси, оскільки воно замінює потребу у нових матеріалах, що вимагають додаткової енергії для їх видобутку та виробництва.

- Посилення свідомості та освіти населення щодо вторинного використання відходів сприяє формуванню екологічно відповідальної культури. Мешканці міста Покровськ стають більш усвідомленими щодо важливості раціонального використання ресурсів та роздільного збору відходів, що призводить до покращення стану навколишнього середовища.

Враховуючи ці аспекти, місто Покровськ проявляє свою готовність до сталого розвитку, прагнучи до екологічно чистого та ефективного використання ресурсів шляхом вторинного використання відходів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці в контексті вторинного використання побутових та промислових відходів є ключовим елементом раціонального природокористування. Цей процес вимагає не лише екологічної свідомості, але й належних заходів безпеки для забезпечення безпечного та здорового робочого середовища [32], а саме:

- Навчання та інформування працівників.

Регулярне проведення навчань та тренінгів щодо правил безпеки при роботі з відходами. Працівники повинні бути ознайомлені зі специфічними ризиками, пов'язаними з вторинним використанням відходів, та навчитися застосовувати відповідні заходи безпеки.

- Використання особистого захисного спорядження (ОЗС).

Працівники повинні мати доступ до необхідного ОЗС, такого як рукавиці, окуляри, маски, халати тощо, щоб захистити себе від можливих ризиків, таких як контакт з небезпечними речовинами, пилом, та іншими потенційно шкідливими факторами.

- Правильна організація робочих місць.

Відповідне обладнання та інструменти повинні бути доступними для працівників. Наприклад, для підйому та переміщення важких відходів можуть бути необхідні спеціальні пристрої або механізми. Також важливо мати належно організоване просторове планування робочих зон для забезпечення безпечного руху та уникнення травматичних ситуацій.

- Управління небезпечними речовинами.

Якщо побутові та промислові відходи містять небезпечні речовини, необхідно встановити протоколи та процедури безпечної ідентифікації, обробки та зберігання цих відходів. Це може включати використання

спеціальних контейнерів, належне позначення та регулярну перевірку стану відходів.

- Регулярний моніторинг та аудит безпеки.

Проведення систематичного моніторингу робочих процесів та умов праці для виявлення потенційних небезпек і вжиття відповідних заходів. Також слід регулярно проводити аудит безпеки для оцінки ефективності заходів безпеки та виявлення можливих недоліків, що потребують коригування.

- Розробка екстрених планів дій.

Створення планів дій у випадку аварійних ситуацій, таких як витік небезпечних речовин, пожежа або травматичні події. Це включає план евакуації, комунікацію з екстреними службами та навчання персоналу щодо реагування на непередбачені ситуації. Узагальнюючи, охорона праці є невід'ємною складовою вторинного використання побутових та промислових відходів. Шлях до раціонального природокористування полягає в забезпеченні безпеки працівників, свідомому навчанні, належній організації робочих місць та регулярному моніторингу безпеки.

Узагальнюючи, охорона праці є невід'ємною складовою вторинного використання побутових та промислових відходів. Шлях до раціонального природокористування полягає в забезпеченні безпеки працівників, свідомому навчанні, належній організації робочих місць та регулярному моніторингу безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна служба статистики України / https://ukrstat.gov.ua/operativ/pro_stat/Prosto/prom/Prom_vur.pdf /2023
2. Waste Manage/ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X07002255> /М. Sujauddin, M.S. Huda, A.T.M. Rafiqul, 28 (2008), pp. 1688-1695
3. J. Waste Manage S.J. Burntley, 27 (10) (2007), pp. 1274-1285
4. American Society of Mechanical Engineers (ASME)/ <https://www.asme.org/> / Waste to Energy, Summary Report
5. S.J. Kumar, K.V. Subbaiah, P.V.V. Rao J. Environ. Sci., 1 (2) (2010), pp. 26-28
6. A.B. Nabegu J. Hum. Ecol., 31 (2) (2010), pp. 111-119 <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09709274.2010.11906301>
7. Конспект лекцій Кутняшенко О.І - Предмет "Методи та технології поводження з відходами", «Фізичні властивості ТПВ» 2021
8. Конспект лекцій Кутняшенко О.І - Предмет "Методи та технології поводження з відходами", «Хімічні властивості ТПВ» 2021
9. Sorting, Logistics and Secondary Use of Solid Household Waste in Ukraine on the Way to European Integration/https://www.researchgate.net/publication/366764351_Sorting_Logistics_and_Secondary_Use_of_Solid_Household_Waste_in_Ukraine_on_the_Way_to_European_Integration /Dina Tokarchuk, Natalia Pryshliak, 2023
10. Журнал Ecobusiness/ <https://ecolog-ua.com/news/zakon-ukrayiny-pro-upravlinnya-vidhodamy-praktychne-zastosuvannya> / - Закон України «Про управління відходами»: практичне застосування, 2022

11. Household hazardous waste in municipal landfills: contaminants in leachate/

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969704005017>/Slack

RJ, Gronow JR, Voulvoulis, Sci Total Environ. 2005;337:119–137

12. Household hazardous waste: a review of public attitudes and disposal problems/ <https://www.jstor.org/stable/44539911>/J Environ Health.

1990;52(6):358–361

13. Proceedings of the fourth national conference on household hazardous waste management, 4, 1989. In, Meske, P. J. The solid waste dilemma: municipal liability and household hazardous waste management/<https://www.jstor.org/stable/43266340> / USEPA

14. Household hazardous waste disposal to landfill: using LandSim to model leachate migration/

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749106004726>

/Environ Pollut. 2007;146:501–509.

15. Collection of domestic waste. Review of occupational health problems and their possible causes/

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0048969795045245>/Sci

Total Environ. 1995;170:1–19.

16. Hepatitis B virus infection among the medical waste handlers in Addis Ababa, Ethiopia/ <https://link.springer.com/article/10.1186/1756-0500-4-479>/BMC Res Note. 2011;4:479 Shiferaw Y, Abebe T, Mihret A.

17. Prevalence of hepatitis A virus infection among the municipal solid-waste workers/[https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1742-](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1742-1241.2006.00845.x)

[1241.2006.00845.x](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1742-1241.2006.00845.x) /Dounias G, Rachiotis G, Int J Clin Pract. 2006;60(11):1432–1436.

18. Heacock M, Kelly CB, Asante KA, et al. / <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.1289/ehp.1509699> /E-waste and harm to vulnerable populations: a growing global problem. *Environ Health Perspect.* 2016;124(5):550–555.
19. Uddin SMN, Gutberlet J. / <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344918300533> /Livelihoods and health status of informal recyclers in Mongolia, *Resource . Conserv Recycl.* 2018;134:1–9
20. Thorn J, Beijer L, Rylander R. / [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1097-0274\(199805\)33:5%3C463::AID-AJIM5%3E3.0.CO;2-T](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1097-0274(199805)33:5%3C463::AID-AJIM5%3E3.0.CO;2-T) /Airways inflammation and glucan exposure among the waste collectors. *Am J Ind Med.* 1998;33:463–470
21. Yang CY, Chang YT, Chuang HY, et al. / <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001393510094235X> / Adverse health effects among household waste collectors in Taiwan. *Environ Res Section A.* 2001;85:195–199
22. Xu X, Liu J, Huang C, et al. / <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653515005615/> Association of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and lead co-exposure with child physical growth and development in an e-waste recycling town. *Chemosphere.* 2015;139:295–302.
23. Ezekwe CI, Agbakoba A, Igbagara PW. Source gas emission and ambient air quality around the Eneka co-disposal landfill in Port Harcourt, Nigeria. *TLEP Int J Appl Chem Ind Sci.* 2015;2(1):11–23. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/>
24. Rushton L. Health hazards and waste management. *Br Med Bull.* 2003;68:183–197 <https://academic.oup.com/bmb/article/68/1/183/421368>

25. Waste Management / https://www.un.org/esa/dsd/dsd_aofw_ni/ni_pdfs/NationalReports/finland/WASTE.pdf / National Report

26. EPA / <https://www.epa.gov/hw/hazardous-waste-recycling> / Hazardous Waste Recycling, 2023

27. An economic analysis of joined costs and beneficial effects of waste recycling/

https://www.researchgate.net/publication/287455009_An_economic_analysis_of_joined_costs_and_beneficial_effects_of_waste_recycling/Mohamed Alwaeli, 2011

28. Economic and Environmental Benefits of Using Waste Potential as a Valuable Secondary and Energy Resource/ https://www.researchgate.net/publication/339643719_Economic_and_Environmental_Benefits_of_Using_Waste_Potential_as_a_Valuable_Secondary_and_Energy_Resource/Journal of Environmental Management and Tourism X(1(33)):149-160, 2019

29. 10 Environmental Benefits Of Recycling/<https://www.ottawalife.com/article/10-environmental-benefits-of-recycling/?c=9> /Keith Whittier, 2018

30. EPA/ <https://www.epa.gov/international-cooperation/environmentally-sound-management-waste-international-initiatives>/Environmentally Sound Management of Waste: International Initiatives, 2023

31. Targets for a circular economy/<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919304598> /Piero Morsetto, 2020

32. National Library of Medicine/ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9772716/> /Occupational health and safety hazards among solid waste handlers at a selected municipality South Africa, 2022