

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МАРІУПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕКОНОМІКО-ПРАВОВИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА
ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**До захисту допустити:
Зав. кафедри
Мітюшкіна Х. С.**

«___» _____ 2025 р.

**«ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ
ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ»**

Кваліфікаційна робота здобувача вищої освіти
першого бакалаврського рівня вищої освіти
освітньо-професійної програми «Екологія, охорона
навколишнього середовища та збалансоване
природокористування»

Бадло Артема Андрійовича

Науковий керівник:
Пастернак Олена Миколаївна
кандидат біологічних наук, доцент
кафедри раціонального природокористування та
охорони навколишнього середовища
Рецензент:

ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада.

Кваліфікаційна робота захищена
з оцінкою _____
Секретар ЕК _____
«___» _____ 2025 р.

Київ – 2025

АНОТАЦІЯ

Бадло А. А. Проблеми утилізації твердих побутових відходів та шляхи їх вирішення. – Кваліфікаційна робота.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за ОПП «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». – Маріупольський державний університет, 2025.

У роботі досліджено актуальні проблеми поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) в Україні та світі. У першому розділі висвітлено сутність, класифікацію, морфологічний склад ТПВ, а також ієрархію управління відходами та принципи циркулярної економіки.

Другий розділ присвячено аналізу поточного стану проблеми в Україні, динаміці утворення та утилізації відходів, структурі полігонного захоронення та прикладам світового досвіду (Швеція, Німеччина, Японія, Сінгапур, Південна Корея).

У третьому розділі представлено шляхи вирішення проблем ТПВ: впровадження роздільного збору, новітніх технологій переробки, енергетичної утилізації, підвищення екологічної свідомості, а також законодавчі ініціативи. Роботу завершує перелік практичних рекомендацій щодо вдосконалення національної політики у сфері поводження з відходами.

Ключові слова: тверді побутові відходи, утилізація, переробка, циркулярна економіка, екологічна політика, роздільний збір, полігони, екологічна безпека.

ABSTRACT

Badlo A. A. Problems of Municipal Solid Waste Management and Ways to Solve Them. – Qualification work.

Qualification work for the Bachelor's Degree in the educational programme "Ecology, Environmental Protection and Balanced Nature Management". – Mariupol State University, 2025.

The qualification work examines the current challenges in managing municipal solid waste (MSW) in Ukraine and globally. The first chapter presents the essence, classification, and morphological composition of MSW, along with the waste management hierarchy and circular economy principles.

The second chapter analyzes the current situation in Ukraine, the dynamics of waste generation and utilization, landfilling structure, and foreign experience (Sweden, Germany, Japan, Singapore, South Korea).

The third chapter outlines the key solutions, including implementation of separate waste collection, modern recycling and energy recovery technologies, public environmental awareness, and legal initiatives. The work concludes with practical recommendations for improving national waste management policy.

Key words: municipal solid waste, waste utilization, recycling, circular economy, environmental policy, waste sorting, landfills, ecological safety.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ.....	8
1.1. Сутність та виклики поводження з твердими побутовими відходами.....	8
1.2. Сучасні підходи до поводження з побутовими відходами: ієрархія управління відходами	14
1.3. Правове та нормативне регулювання у сфері поводження з ПВ в Україні та ЄС.....	16
Висновок до розділу 1	18
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ ТА ЗА КОРДОНОМ.....	20
2.1. Генерація та накопичення ПВ в Україні: поточний стан та виклики .	20
2.2. Огляд світового досвіду утилізації та переробки ПВ.....	23
2.3. Обґрунтування проєктних рішень та дослідницький підхід до створення системи утилізації побутових відходів	26
Висновок до розділу 2.....	31
РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ УТИЛІЗАЦІЇ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ.....	33
3.1. Запровадження роздільного збору побутових відходів та розвиток інфраструктури сортування	33
3.2. Впровадження інноваційних технологій утилізації відходів з економічним обґрунтуванням	35
Висновок до розділу 3	39
ВИСНОВКИ	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45

Перелік умовних позначень

У даній кваліфікаційній роботі використано такі умовні позначення, скорочення та аббревіатури:

ВЕЕО – відходи електричного та електронного обладнання

ДСТУ – Державний стандарт України

ЄС – Європейський Союз

ЗВО – заклад вищої освіти

ISO – Міжнародна організація зі стандартизації (International Organization for Standardization)

МБО – механіко-біологічна обробка

ООН – Організація Об'єднаних Націй

ПЕТ – поліетилентерефталат

РВВ – розширена відповідальність виробника

ТПВ – тверді побутові відходи

WtE – "Waste-to-Energy" (енергетична утилізація відходів)

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Проблема поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) є однією з найгостріших екологічних та соціально-економічних проблем сучасності як у глобальному, так і в національному масштабі. Зростання чисельності населення, урбанізація та збільшення обсягів споживання призводять до експоненційного зростання кількості відходів, які потребують ефективної утилізації та переробки. Неконтрольоване накопичення сміття, використання застарілих методів його захоронення на полігонах та несанкціонованих звалищах призводить до значного забруднення ґрунтів, водних ресурсів та атмосферного повітря, що, своєю чергою, негативно впливає на здоров'я населення та біорізноманіття.

В Україні, попри певні кроки у напрямку реформування системи поводження з відходами, ситуація залишається критичною. Більшість ТПВ досі потрапляє на переповнені полігони, які не відповідають сучасним екологічним стандартам. Низький рівень сортування та переробки вторинної сировини, відсутність достатньої кількості сучасних сміттєпереробних підприємств, недосконалість законодавчої бази та відсутність економічних стимулів гальмують впровадження ефективних європейських практик. Особливо гостро ця проблема стоїть у промислово розвинених регіонах, а також у містах, що зазнали впливу військових дій, де інфраструктура поводження з відходами могла бути зруйнована або значно пошкоджена.

Вирішення проблеми утилізації ТПВ є невід'ємною частиною забезпечення сталого розвитку, покращення екологічної безпеки країни та наближення до європейських стандартів у сфері охорони довкілля. Це вимагає комплексного підходу, що включає вдосконалення законодавства, впровадження інноваційних технологій, розвиток інфраструктури, підвищення екологічної свідомості населення та залучення інвестицій.

Мета дослідження: Метою кваліфікаційної роботи є комплексний аналіз проблем утилізації твердих побутових відходів в Україні на прикладі великих міст та європейських країн, а також розробка науково обґрунтованих пропозицій та рекомендацій щодо вдосконалення системи поводження з ними.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі **завдання дослідження** як: насамперед, здійснено узагальнення теоретико-методологічних засад управління твердими побутовими відходами (ТПВ). Це включало детальний аналіз їхньої класифікації, морфологічного складу та сучасних підходів до поводження з ними.

По-друге, проведено аналіз світового досвіду та правового регулювання у сфері утилізації відходів. Цей етап передбачав вивчення міжнародних практик та законодавчих актів, що регулюють процеси переробки та утилізації відходів.

По-третє, виконано оцінку поточного стану проблеми утилізації ТПВ в Україні. В рамках цього завдання було ідентифіковано основні виклики та негативні наслідки, пов'язані з накопиченням та неналежною утилізацією відходів.

По-четверте, визначено перспективні напрями та технології для вирішення проблем утилізації ТПВ. Це включало дослідження інноваційних методів переробки, рециклінгу та енергетичної утилізації відходів.

Нарешті, розроблено практичні рекомендації та пропозиції щодо вдосконалення державної політики та впровадження ефективних механізмів управління відходами. Ці рекомендації ґрунтуються на результатах проведеного аналізу та мають на меті оптимізацію системи поводження з ТПВ на національному та регіональному рівнях.

Об'єкт дослідження: Об'єктом дослідження є система поводження з твердими побутовими відходами.

Предмет дослідження: Предметом дослідження є проблеми та шляхи їх вирішення у сфері утилізації твердих побутових відходів.

Методи дослідження. Для виконання поставлених завдань у цьому дослідженні було застосовано низку взаємодоповнюючих методів. Теоретичний аналіз та синтез дозволили узагальнити теоретичні засади та світовий досвід у сфері поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ). Порівняльний аналіз використовувався для зіставлення вітчизняної та зарубіжної практики у цій галузі, що дало змогу виявити ефективні рішення та потенційні шляхи розвитку.

Крім того, статистичний метод був застосований для аналізу динаміки утворення та утилізації відходів, спираючись на загальнодоступні дані. Це забезпечило кількісну оцінку поточної ситуації. Системний підхід дав можливість розглянути проблему управління ТПВ як цілісну систему взаємопов'язаних елементів, що сприяло комплексному розумінню її складових.

Для обґрунтування перспективних шляхів вирішення проблеми були залучені моделювання та прогнозування, що дозволило оцінити потенційні сценарії розвитку. Нарешті, узагальнення та систематизація стали ключовими для формулювання обґрунтованих висновків та розробки практичних рекомендацій.

Наукова новизна дослідження. Полягає у комплексному підході до аналізу проблем утилізації ТПВ в умовах сучасних викликів, зокрема з урахуванням регіональної специфіки та формуванні адаптованих пропозицій щодо впровадження механізмів циркулярної економіки та інноваційних технологій в українських реаліях.

Практичне значення дослідження. Результати кваліфікаційної роботи можуть бути використані органами місцевого самоврядування, державними екологічними службами, підприємствами, що займаються поводженням з відходами, а також громадськими організаціями для розробки та реалізації програм з оптимізації системи управління ТПВ, покращення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної культури населення.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається з титульного аркуша, плану виконання та календарного плану, змісту, переліку умовних позначок, вступу, трьох розділів основної частини, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків.

Структура кваліфікаційної роботи обумовлена її предметом, метою та завданнями. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, які містять чотирнадцять підрозділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає – 48 сторінок. Кількість використаних джерел – 37 на 4 сторінках. Кількість рисунків – 4, таблиць – 1.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

1.1. Сутність та виклики поводження з твердими побутовими відходами

Проблема поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) визнана однією з ключових екологічних та соціально-економічних проблем ХХІ століття, що вимагає системного аналізу та міждисциплінарних рішень. Сутність проблеми полягає в постійному зростанні обсягів утворення відходів, зміні їхнього морфологічного складу та недостатній ефективності існуючих систем утилізації, що призводить до негативних наслідків для довкілля та здоров'я людини.

На основі аналізу наукових джерел, можна констатувати, що ТПВ є гетерогенною сумішшю різноманітних компонентів, що утворюються в процесі життєдіяльності людини. Їх класифікація здійснюється за походженням (побутові, комерційні), агрегатним станом, класом небезпеки та здатністю до переробки [1].

Класифікація твердих побутових відходів (ТПВ) є ключовим етапом для вибору найефективніших методів їх утилізації, і її можна проводити за кількома основними ознаками.

За походженням ТПВ поділяються на кілька категорій. Це можуть бути побутові відходи (муніципальні), які надходять з житлових будинків, офісів, магазинів та закладів громадського харчування. Окрему групу становлять комерційні відходи, що утворюються на підприємствах сфери послуг та торгівлі. Також виділяють відходи від інфраструктури, що збираються з парків, вулиць та ринків.

За агрегатним станом ТПВ переважно є твердими, хоча в загальному контексті відходів можуть зустрічатися рідкі та газоподібні форми.

Важливою є класифікація за класом небезпеки. Тут розрізняють небезпечні відходи, які містять токсичні, вибухонебезпечні, радіоактивні або інфекційні речовини. До них належать, наприклад, батарейки, ртутні лампи, медичні відходи та окремі види побутової хімії. В Україні такі відходи виділяються в окрему категорію і вимагають спеціального поводження. Основна ж маса ТПВ належить до безпечних відходів, які за умови належної утилізації не становлять безпосередньої загрози для здоров'я людини чи довкілля.

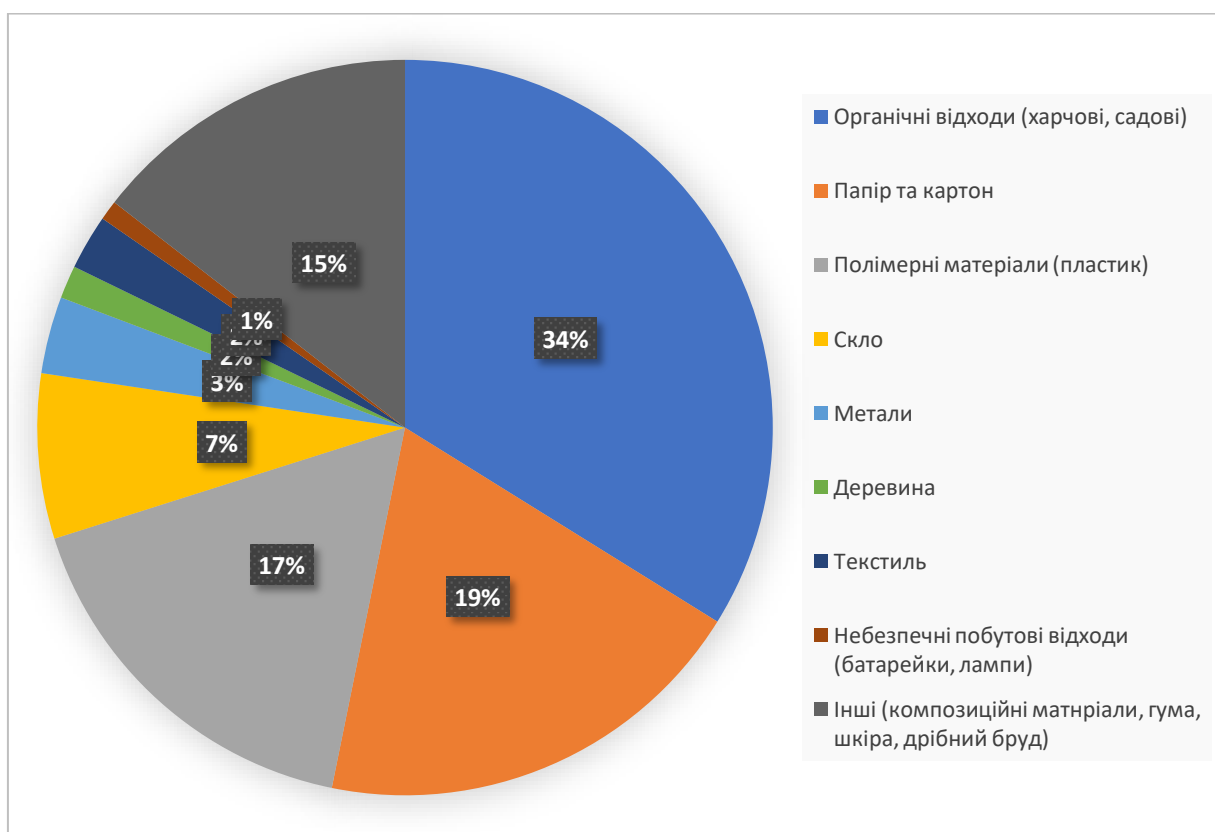
Класифікація за здатністю до переробки виділяє органічні (біорозкладні) відходи, такі як харчові та садові відходи. До вторинної сировини відносять папір, картон, скло, пластик, метали та текстиль, які можуть бути перероблені повторно. Натомість, неперероблювані відходи включають деякі види будівельних відходів та дрібний бруд, переробка яких є економічно недоцільною або технологічно неможливою.

Якщо говорити про склад твердих побутових відходів, то морфологічний склад твердих побутових відходів (ТПВ) відображає відсоткове співвідношення їхніх окремих компонентів або фракцій у загальній масі. Цей показник є динамічним і залежить від низки взаємопов'язаних факторів.

Наприклад, рівень життя та споживання безпосередньо впливає на склад відходів: зі зростанням доходів часто спостерігається збільшення частки пакувальних матеріалів, таких як пластик та картон, а також електронних відходів. Кліматичні умови впливають на обсяг харчових та садових відходів, тоді як сезонність спричиняє збільшення кількості органічних відходів у літньо-осінній період. Місцеві особливості, зокрема тип забудови (приватний сектор чи багатоповерхівки) та наявність централізованого опалення, також позначаються на морфологічному складі, зокрема на кількості золи. Крім того, технологічний прогрес відіграє значну роль, адже поява нових матеріалів та зміна виробничих процесів постійно трансформують склад відходів.

Аналіз типового морфологічного складу ТПВ в Україні (згідно з даними [2], представленими на рис. 1.1) показує, що найбільшу частку становлять органічні відходи (харчові, садові), які варіюються в межах 30-40%. Значну частку також займають папір та картон (15-25%) і полімерні матеріали (пластик) (10-15%). Серед інших компонентів виділяють скло (5-10%), метали (2-5%), текстиль (2-3%) та деревину (1-2%). Важливо зазначити, що небезпечні побутові відходи, такі як батарейки та лампи, складають менше 1% від загальної маси. Решта 10-20% припадає на інші компоненти, включаючи композитні матеріали, гуму, шкіру та дрібний бруд.

Знання морфологічного складу є критично важливим для планування системи поводження з ТПВ, зокрема для вибору технологій сортування, переробки, компостування або термічної утилізації. Наприклад, висока частка органіки вимагає розвитку компостування або анаеробного зброджування, а значна кількість пластику та паперу — інвестицій у переробні потужності.



*складено автором

Рис 1.1: Діаграма морфологічного складу ТПВ в Україні

Аналіз міжнародних досліджень показує, що склад відходів є динамічним і залежить від рівня економічного розвитку, споживчих звичок, кліматичних умов та технологічного прогресу. Наприклад, у розвинених країнах зростає частка пластику та електронних відходів, тоді як у країнах, що розвиваються, домінують органічні відходи [3].

На основі проаналізованих джерел, у сфері поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) виявлено кілька основних викликів.

По-перше, спостерігається зростання обсягів відходів. Світові тенденції чітко вказують на невпинне збільшення генерації ТПВ, що значно випереджає існуючі можливості їхньої ефективної утилізації [4].

По-друге, актуальною проблемою є низький рівень переробки. Значна частина відходів, які потенційно можуть бути використані як вторинна сировина, замість переробки потрапляє на захоронення. Це призводить до значних втрат цінних ресурсів і водночас збільшує навантаження на полігони [5].

Третій виклик полягає в недостатньому розвитку інфраструктури. В Україні відсутні сучасні сміттєпереробні заводи, сортувальні лінії та належні полігони, які б відповідали поточним екологічним стандартам.

Крім того, існують значні екологічні ризики. До них належить забруднення ґрунтів, водних об'єктів та атмосферного повітря продуктами розкладу відходів, а також викиди парникових газів, зокрема метану.

Нарешті, не менш важливими є соціальні аспекти проблеми. Вони проявляються у несанкціонованих звалищах, негативному впливі на здоров'я населення та низькій екологічній культурі суспільства.

Всі ці виклики підкреслюють нагальну потребу у комплексному та науково обґрунтованому підході до вирішення проблеми ТПВ в Україні.

У науковій літературі представлено широкий спектр точок зору на вирішення проблеми поводження з ТПВ, що відображає міждисциплінарний характер цього питання.

Значна частина дослідників, таких як **Дж. С. Андерсон, Р. Р. Макферсон, С. М. Сміт**, підкреслюють важливість **ієрархії управління відходами** (waste management hierarchy) як фундаментального принципу. Цей підхід, що включає запобігання утворенню, повторне використання, переробку, інші види утилізації (зокрема, енергетичну) та лише потім захоронення, розглядається як найбільш ефективний для мінімізації негативного впливу на довкілля. Вони наголошують, що успіх залежить від інтегрованої системи, де кожен етап є взаємодоповнюючим.

Інші науковці, зокрема **Е. Мак-Артур** та **В. Стахель [38]**, акцентують увагу на **концепції циркулярної економіки**. Вони стверджують, що лінійна модель «виробити-використати-викинути» є неспроможною в довгостроковій перспективі. Натомість, циркулярна економіка, що передбачає відновлення ресурсів, перепроєктування продуктів та процесів для усунення відходів, розглядається як єдина життєздатна стратегія для сталого розвитку. Ця точка зору підтримується міжнародними організаціями та активно впроваджується в політику Європейського Союзу.

Українські науковці, такі як **О. І. Сафронов, Л. М. Грицик, В. В. Шевчук**, часто звертають увагу на проблеми імплементації європейських стандартів в українських реаліях. Вони підкреслюють необхідність адаптації законодавчої бази, залучення інвестицій, підвищення екологічної свідомості населення та розвитку інфраструктури для переробки. Особливо виділяється проблема несанкціонованих звалищ та необхідність вдосконалення системи роздільного збору.

На основі аналізу цих точок зору, а також з урахуванням виявлених викликів, перед даним дослідженням постають **основні завдання**:

1. Систематизувати та узагальнити сучасні теоретичні підходи до класифікації та поводження з ТПВ.
2. Здійснити порівняльний аналіз світового досвіду та правового регулювання у сфері утилізації відходів.

3. Виявити ключові проблеми та проаналізувати поточний стан управління ТПВ в Україні, зокрема з акцентом на регіональний аспект.
4. Обґрунтувати перспективні технології та економічні механізми для вдосконалення системи утилізації ТПВ.
5. Сформулювати конкретні рекомендації для покращення державної політики та практичного впровадження ефективних рішень.

Для забезпечення всебічності та достовірності результатів дослідження, було обрано комплекс методів, що дозволяють охопити як теоретичні, так і прикладні аспекти проблеми утилізації ТПВ. Кожен метод має своє теоретичне підґрунтя і застосовується для вирішення конкретних завдань.

Теоретичний аналіз та синтез. Ці методи є основоположними для вивчення наукових джерел, монографій, статей, нормативно-правових актів. **Аналіз** дозволяє розчленувати складну проблему на окремі складові (наприклад, окремо вивчати класифікацію, окремо – технології, окремо – законодавство). **Синтез** дає змогу об'єднати отримані відомості в єдину цілісну картину, формулювати узагальнюючі висновки та концепції. Теоретичне обґрунтування цих методів полягає в тому, що вони дозволяють виявити причинно-наслідкові зв'язки та логічно структурувати знання.

Порівняльний аналіз. Цей метод використовується для зіставлення вітчизняної та зарубіжної практики поводження з ТПВ. Його теоретичною основою є можливість виявлення спільних закономірностей, відмінностей та передового досвіду, який може бути адаптований до українських умов. Порівняння підходів, законодавства, технологій та показників ефективності дозволяє виявити «кращі практики» (best practices) та обґрунтувати їх застосування.

Статистичний метод. Застосовується для кількісної оцінки проблеми. Теоретичне обґрунтування базується на використанні даних Державної служби статистики України, міжнародних організацій (наприклад, Євростату, ООН) для аналізу динаміки утворення ТПВ, їхнього морфологічного складу, рівня переробки та захоронення. Цей метод дозволяє виявити тенденції,

оцінити масштаби проблеми та спрогнозувати її розвиток, хоча для регіональних аспектів будуть використані загальнодоступні статистичні дані.

Системний підхід. Розглядає проблему утилізації ТПВ як складну систему, що складається з взаємопов'язаних елементів (генерація, збір, транспортування, сортування, переробка, захоронення, законодавство, економіка, соціальні аспекти). Теоретичне обґрунтування полягає в тому, що він дозволяє врахувати всі аспекти проблеми, виявити «вузькі місця» системи та розробити комплексні рішення, що оптимізують функціонування всієї системи, а не лише її окремих частин.

Метод узагальнення та систематизації. Використовується на заключних етапах дослідження для структурування отриманих даних та формулювання загальних висновків та рекомендацій. Це дозволяє об'єднати розрізнені факти та ідеї в логічну систему знань, що є основою для подальших практичних кроків.

Використання цих методів у комплексі забезпечує всебічне вивчення проблеми утилізації ТПВ та дозволяє отримати обґрунтовані наукові висновки та практичні рекомендації.

1.2. Сучасні підходи до поводження з побутовими відходами: ієрархія управління відходами

Сучасні концепції поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) ґрунтуються на принципах раціонального природокористування та сталого розвитку, відходячи від застарілої практики простого захоронення сміття на полігонах. Ключовим інструментом у цьому підході є **ієрархія управління відходами** (waste management hierarchy) [8, 36], яка визначає пріоритетність методів поводження з відходами.

Найкращим підходом вважається **запобігання утворенню відходів (Prevention/Reduce)**. Це означає не створювати відходи взагалі, що досягається мінімізацією споживання, повторним використанням товарів,

оптимізацією виробничих процесів для зменшення відходів та екологічним дизайном продукції.

Наступним кроком є **повторне використання (Reuse)**, що передбачає застосування продукту або його частини без значної зміни форми чи властивостей. Прикладами є багаторазові сумки, скляний посуд або ремонт речей.

Далі йде **переробка (Recycling)**, що полягає у перетворенні відходів на нові матеріали або продукти. Цей процес включає роздільний збір, сортування та власне переробку. Вона може бути механічною (для пластику, паперу, скла), органічною (компостування, анаеробне зброджування) або хімічною.

Після переробки розглядаються **інші види утилізації (Recovery)**. Це методи, які дозволяють отримати цінність з тих відходів, що не підлягають переробці. Найпоширенішим прикладом є енергетична утилізація, тобто термічна обробка відходів з отриманням енергії, а також такі процеси, як піроліз і газифікація.

Найменш бажаним варіантом є **захоронення (Disposal)**, що передбачає розміщення відходів на полігонах. Цей метод має бути застосований лише до тієї частини відходів, яку неможливо використати жодним іншим способом. Важливо, що сучасні полігони повинні відповідати високим екологічним стандартам, щоб мінімізувати їхній негативний вплив на довкілля.

Концепція «нуль відходів» (Zero Waste) – це більш амбітна стратегія, що виходить за рамки ієрархії. Вона полягає у максимальному скороченні обсягів відходів до такого рівня, коли вони не потребують захоронення на полігонах або спалювання. Це досягається за рахунок:

- Перепроєктування життєвого циклу ресурсів.
- Максимального повторного використання.
- Екологічно безпечного відновлення всіх ресурсів.
- Відмови від матеріалів, що не підлягають переробці або є небезпечними.

Мета «нуль відходів» – це не повна відсутність сміття, а перехід до економіки, де відходи одного процесу стають сировиною для іншого, і де цінність матеріалів зберігається якнайдовше.

Циркулярна економіка (Circular Economy) – це економічна модель, яка прагне до мінімізації відходів та максимального використання ресурсів. На відміну від традиційної лінійної економіки («виробити-використати-викинути»), циркулярна економіка ґрунтується на принципах:

1. Збереження ресурсів та енергії: Використання відновлюваних джерел енергії, ефективне використання матеріалів.

2. Проектування без відходів: Продукти та процеси розробляються таким чином, щоб мінімізувати утворення відходів на всіх етапах життєвого циклу.

3. Відновлення та регенерація: Матеріали та продукти відновлюються та переробляються, створюючи замкнені цикли.

4. Створення цінності: Відходи розглядаються як ресурс, що має економічну цінність.

Перехід до циркулярної економіки вимагає системних змін у виробництві, споживанні, законодавстві та поведінці населення. Це забезпечує не лише екологічні, а й значні економічні переваги, створюючи нові робочі місця та зменшуючи залежність від первинних ресурсів.

1.3. Правове та нормативне регулювання у сфері поводження з ПВ в Україні та ЄС

Ефективне управління ТПВ неможливе без чіткої та сучасної законодавчої бази.

Правове регулювання у сфері поводження з відходами в Європейському Союзі визнано одним із найпрогресивніших у світі. Його основу становлять кілька ключових директив та принципів, що формують комплексну систему управління.

Центральне місце посідає Рамкова директива про відходи (2008/98/ЄС, оновлена 2018/851/ЄС). Цей документ визначає основні поняття, встановлює ієрархію управління відходами та формулює цілі для країн-членів щодо запобігання утворенню відходів, їх повторного використання та переробки. Вона є своєрідним "скелетом" для всього законодавства у цій сфері.

Доповнює її Директива про захоронення відходів (1999/31/ЄС), яка встановлює жорсткі вимоги до полігонів для відходів, забороняє захоронення певних видів відходів та визначає цілі щодо скорочення обсягів біорозкладних відходів, що надходять на полігони. Це допомагає зменшити негативний вплив на довкілля від полігонів.

Окрім загальних директив, існують також директиви щодо конкретних потоків відходів. Вони регулюють поводження з такими специфічними видами відходів, як упаковка та відходи упаковки, відходи електричного та електронного обладнання (ВЕЕО), відпрацьовані батарейки та акумулятори, а також старі транспортні засоби. Такий підхід забезпечує більш цілеспрямоване та ефективне управління різними категоріями відходів.

Важливими принципами, що лежать в основі регулювання, є принцип «забруднювач платить» та принцип «розширеної відповідальності виробника» (РВВ). Принцип «забруднювач платить» гарантує, що витрати на поводження з відходами несуть ті суб'єкти, які їх утворюють. У свою чергу, принцип «розширеної відповідальності виробника» зобов'язує виробників нести відповідальність за весь життєвий цикл своєї продукції, включаючи її збір та переробку після використання. Ці принципи створюють економічні стимули для зменшення утворення відходів та їх більш відповідального поводження. Законодавство ЄС постійно оновлюється з метою переходу до циркулярної економіки, встановлюючи амбітні цілі щодо переробки (наприклад, до 2035 року 65% муніципальних відходів мають бути перероблені) та зменшення захоронення.

Правове регулювання в Україні знаходиться на етапі реформування та гармонізації з нормами ЄС:

Закон України «Про управління відходами» (набув чинності 9 липня 2023 року): Цей закон є ключовим для реформи імплементує основні положення європейських директив, запроваджує нову термінологію, ієрархію управління відходами, принцип "розширеної відповідальності виробника", планування на національному та регіональному рівнях (Національний план управління відходами, регіональні плани).

Закон України «Про відходи» (діяв до 2023 року): Був основним законодавчим актом, але вважався застарілим і таким, що не відповідає європейським стандартам.

Інші нормативно-правові акти: Постанови Кабінету Міністрів України, накази Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, державні будівельні норми (ДБН), що регулюють окремі аспекти збору, перевезення, переробки та захоронення відходів.

Незважаючи на прийняття нового закону, повна імплементація європейського законодавства та створення ефективної системи управління відходами вимагає значних зусиль, розробки підзаконних актів, залучення інвестицій та зміни поведінки усіх стейкхолдерів.

Висновок до розділу 1

У першому розділі кваліфікаційної роботи було проведено глибокий аналіз та узагальнення наукових джерел, присвячених проблемі поводження з твердими побутовими відходами. Визначено сутність та масштаби цієї глобальної та національної проблеми, що полягає у зростанні обсягів відходів, їхній гетерогенності та недостатній ефективності існуючих систем утилізації. Виявлено ключові виклики, серед яких — зростання обсягів ТПВ, низький рівень переробки, недостатній розвиток інфраструктури та значні екологічні ризики. На основі аналізу точок зору провідних науковців було встановлено, що сучасні підходи до вирішення проблеми базуються на ієрархії управління відходами, а також концепціях циркулярної економіки та «нуль відходів», які

пропонують перехід від лінійної до замкненої моделі використання ресурсів. Було сформульовано основні завдання даного дослідження, спрямовані на комплексний аналіз проблеми та розробку ефективних рекомендацій. Теоретично обґрунтовано вибір методів дослідження (аналіз, синтез, порівняльний та статистичний методи, системний підхід, узагальнення), які забезпечать всебічне вивчення проблеми та достовірність отриманих результатів.

Також було розглянуто теоретичні та методологічні засади управління твердими побутовими відходами. Встановлено, що розуміння класифікації та морфологічного складу ТПВ є фундаментальним для вибору оптимальних стратегій поводження з ними. Визначено, що сучасні підходи ґрунтуються на ієрархії управління відходами, яка надає пріоритет запобіганню утворенню, повторному використанню та переробці, мінімізуючи захоронення. Концепції «нуль відходів» та циркулярної економіки виступають як передові моделі, що спрямовані на повне перетворення відходів на ресурси та створення замкнених циклів матеріалів. Проаналізовано правове поле ЄС, що є орієнтиром для України, та відзначено важливість нового Закону України «Про управління відходами» у гармонізації національного законодавства. Огляд світового досвіду (Швеція, Німеччина, Японія, Сінгапур, Південна Корея) підтверджує, що успішні моделі базуються на сильному державному регулюванні, економічних стимулах, інвестиціях у технології та високій екологічній свідомості суспільства. Ці теоретичні засади формують методологічну базу для подальшого аналізу поточної ситуації та розробки рекомендацій щодо вирішення проблеми ТПВ в Україні. З впевненістю можна стверджувати, що українські та міжнародні науковці підтверджують необхідність подальших дослідницьких пошуків у напрямку адаптації світового досвіду та інноваційних технологій до українських реалій, що буде розглянуто в наступних розділах.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ ТА ЗА КОРДОНОМ

2.1. Генерація та накопичення ПВ в Україні: поточний стан та виклики

Проблема поводження з побутовими відходами в Україні набула критичного характеру, що зумовлено як зростанням обсягів їх утворення, так і системними недоліками в управлінні. Загальні обсяги утворення ПВ в Україні щорічно становлять близько **10-12 млн тонн**, або приблизно 250-300 кг на особу [14]. Ці показники мають тенденцію до зростання, що корелює з економічним розвитком та зміною споживчих звичок населення. Протягом 2010–2020 років в Україні спостерігається нестабільна динаміка утворення твердих відходів, пов'язана з економічними, соціальними та політичними змінами, а також збройним конфліктом з 2014 року. Загальний обсяг утворених відходів коливався від понад 462 млн тонн (2020) до близько 296 млн тонн (2016). Обсяги утилізації відходів залишаються значно нижчими за обсяги їх утворення. У жодному з розглянутих років рівень утилізації не перевищував 35% від загальної кількості відходів. Це ми спостерігаємо в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Статистичні дані утворення та поводження з відходами, тис.т *

	Обсяг утворених відходів	Обсяг утилізованих відходів	Рівень утилізації,%
2010	422549,9	144866,6	34,3
2011	443795,5	153368,2	34,6
2012	446716,9	143110,3	32,0
2013	445262,1	146733,1	33,0
2014	355000,4	109280,1	30,8
2015	312267,6	92463,7	29,6
2016	295870,1	84630,3	28,6
2017	366054	100056,3	27,3

Продовження таблиці 2.1

2018	352333,9	103658,1	29,4
2019	441516,5	108024,1	24,5
2020	462373,5	100524,6	21,7

*Джерело: Держстат України, дані за період після 2020 року не опубліковано.

У сфері генерації та накопичення побутових відходів (ТПВ) Україна стикається з низкою серйозних викликів. Передусім, спостерігається домінування захоронення відходів: переважна більшість (близько 90-95%) ПВ досі вивозиться на полігони та сміттєзвалища, тоді як лише незначна їхня частина сортується, переробляється або спалюється.

Ця ситуація ускладнюється переповненістю та невідповідністю полігонів. За оцінками, понад 6 тисяч полігонів і сміттєзвалищ (з яких лише близько 3000 офіційно зареєстровані) є переповненими та не відповідають екологічним і санітарним нормам. Більшість із них не обладнані системами збору фільтрату та біогазу, що призводить до значного забруднення ґрунту, вод та атмосферного повітря. Значна частина таких об'єктів функціонує як несанкціоновані звалища.

Додатковим викликом є низький рівень роздільного збору відходів. Система роздільного збору в Україні перебуває на початковому етапі розвитку. Незважаючи на законодавчі вимоги, вона охоплює лише невелику частину населених пунктів і часто виявляється неефективною через недостатню інфраструктуру та низьку екологічну свідомість населення.

Крім того, відбувається помітна зміна морфологічного складу ТПВ. Зі зростанням споживання збільшується частка вторинної сировини, такої як пластик, папір та скло. Цей потенційно перероблюваний матеріал, через відсутність ефективних систем сортування, зрештою потрапляє на звалища, втрачаючи свою цінність.

Особливу загрозу становить проблема небезпечних відходів у складі ТПВ. Батарейки, люмінесцентні лампи та медичні відходи, що потрапляють у загальний потік ТПВ, містять токсичні речовини, які можуть вилугуватися

у ґрунт та ґрунтові води, створюючи значні ризики для довкілля та здоров'я людей. Ситуація на Сході України є ще більш складною через військові дії, що призвели до руйнування інфраструктури, міграції населення та утворення значних обсягів будівельних відходів. До початку повномасштабного вторгнення, області Сходу України були одними із найбільших генераторів відходів в Україні, враховуючи як промислові, так і побутові відходи. Функціонування системи поводження з ТПВ на окупованих територіях наразі надзвичайно ускладнене, що потребує особливої уваги в контексті післявоєнного відновлення. Доступна загальнодоступна інформація свідчить про значні виклики щодо накопичення відходів, порушення санітарних норм та зростання ризиків для довкілля та здоров'я населення.

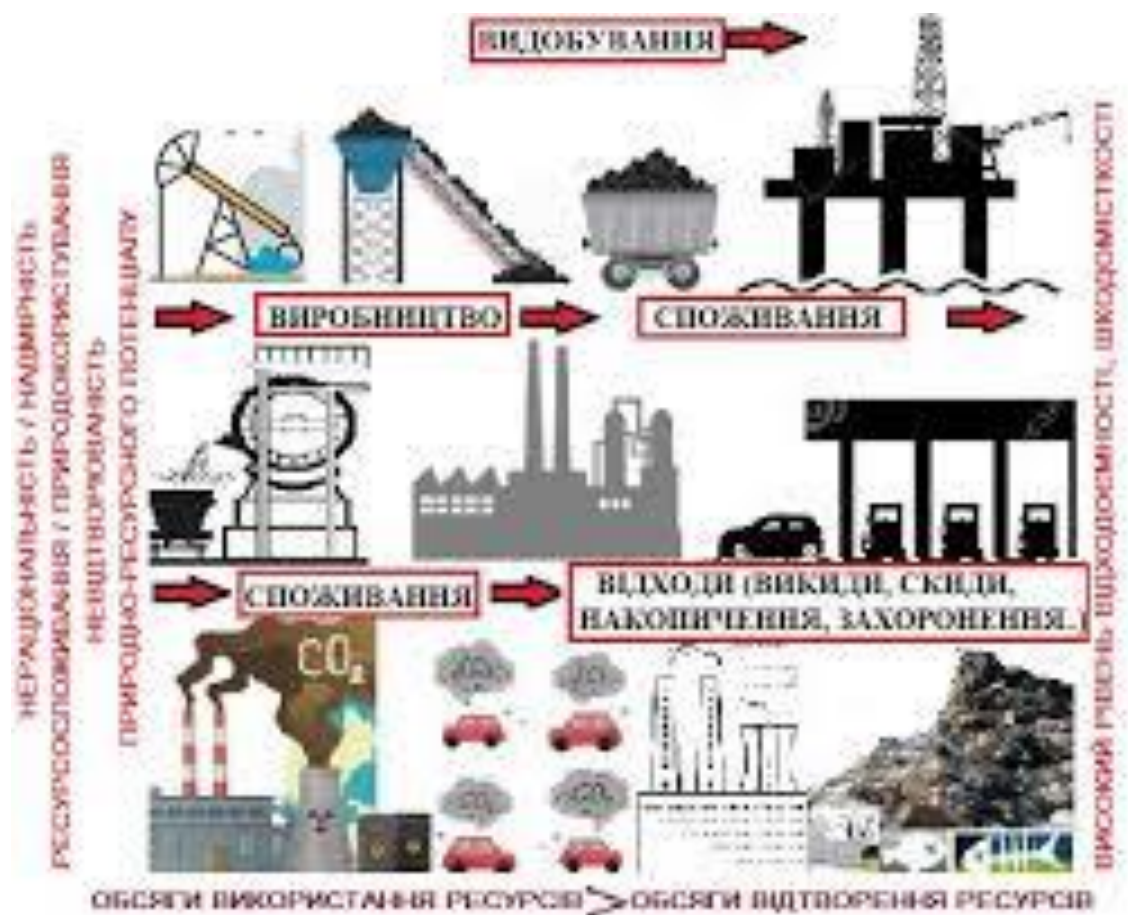


Рис 2.1: Схематичне зображення шляхів руху ТПВ в Україні (від утворення до захоронення/переробки), що ілюструє домінування захоронення)[35]

2.2. Огляд світового досвіду утилізації та переробки ПВ

Світовий досвід демонструє різноманіття підходів та технологій у сфері поводження з ТПВ, що дозволило багатьом країнам досягти значних успіхів.

Швеція: Є одним зі світових лідерів у переробці та енергетичній утилізації відходів. Менше 1% шведського сміття потрапляє на полігони [10, 13]. Країна активно використовує технології Waste-to-Energy (сміття як джерело енергії), а також має високий рівень роздільного збору та переробки. Принцип «виробник платить» та розвинута система депозитів для тари стимулюють повернення матеріалів у цикл.

Німеччина: Вважається піонером у сфері роздільного збору та переробки. Країна запровадила систему «Зелена точка» (Der Grüne Punkt), яка зобов'язує виробників платити за переробку упаковки. Це призвело до одного з найвищих у світі показників переробки — понад 65% муніципальних відходів [14]. Також активно розвивається компостування органічних відходів та термічна утилізація.

Японія: Через обмеженість території та щільність населення Японія змушена була шукати інноваційні рішення. Країна практикує надзвичайно деталізований роздільний збір (до 40 категорій відходів у деяких містах), широко використовує термічну утилізацію з отриманням енергії, а також переробку. Значна увага приділяється зменшенню утворення відходів та повторному використанню.

Сінгапур: Через малу площу та відсутність місця для полігонів, Сінгапур активно застосовує технології термічної переробки відходів (близько 90% сміття спалюється). З отриманого попелу формують штучні острови для розширення території [23, 40]. Країна також інвестує у технології переробки та мінімізації відходів.

Південна Корея: Запровадила систему «плати за обсяг сміття» (pay-as-you-throw), де мешканці купують спеціальні пакети для сміття. Це стимулює

до зменшення кількості відходів та їх роздільного збору. Результатом є значне скорочення обсягів захоронення та зростання переробки.

Як бачимо, успішні світові моделі поводження з відходами ґрунтуються на комплексному підході, що охоплює декілька взаємопов'язаних елементів.

Насамперед, це сильне законодавство та чітке державне регулювання, які створюють міцну правову основу для управління відходами. Важливу роль відіграють також принципи «забруднювач платить» та «розширена відповідальність виробника», що покладають економічну відповідальність за відходи на тих, хто їх створює, та на виробників продукції протягом усього її життєвого циклу.

Крім того, успіх залежить від ефективної системи роздільного збору відходів, яка дозволяє відокремлювати різні типи матеріалів для їх подальшої переробки. Не менш важливими є інвестиції у сучасні переробні та утилізаційні потужності, що забезпечують технологічну базу для обробки відходів.

Значний внесок у загальний успіх робить високий рівень екологічної свідомості та залученості населення. Це проявляється у готовності громадян дотримуватися правил роздільного збору та підтримувати ініціативи з управління відходами. Нарешті, розвиток циркулярної економіки та інноваційних підходів сприяє зменшенню обсягів відходів та їх перетворенню на цінні ресурси, що є основою сталого розвитку.

Таким чином досвід країн Європейського Союзу є цінним орієнтиром для України у формуванні ефективної та сталої системи управління ТПВ. Багато європейських держав вже пройшли шлях від масового захоронення до високих показників переробки та енергетичної утилізації, що свідчить про можливість досягнення значного прогресу.

Ключові уроки та елементи європейського досвіду для адаптації в Україні потрібно зосередити на запровадженні системи «розширеної відповідальності виробника» (РВВ): Досвід Німеччини, Швеції, Франції показує, що РВВ є потужним економічним інструментом, який стимулює

виробників до екологічного дизайну продукції та фінансування збору/переробки відходів упаковки, електричного та електронного обладнання, батарейок тощо. Повноцінна імплементація цього принципу, закладеного в новому українському законодавстві, є критично важливою.

Позитивним досвідом буде також **система депозитів для тари:** Успішно функціонує в Німеччині, Норвегії, Литві та інших країнах. Споживач сплачує невеликий депозит при купівлі напоїв у скляній чи ПЕТ-тарі, який повертається при її здачі. Це значно підвищує рівень збору цінної вторинної сировини та зменшує її потрапляння на полігони.

Економічно сприятливою буде запровадження **фінансової стимуляції роздільного збору:** У низці європейських міст (наприклад, у деяких регіонах Італії, Австрії) запроваджено принцип «плати за те, що викидаєш» (Pay-As-You-Throw, PAYT), де вартість вивезення сміття залежить від його обсягу або ваги несортованих відходів. Це мотивує до зменшення кількості відходів та активного роздільного сортування.

Ще одним із важливих кроків є **інвестиції в сучасні WtE-заводи.** Країни, такі як Швеція, Данія, Нідерланди, активно використовують термічну утилізацію відходів з отриманням енергії. Це не лише вирішує проблему обсягів сміття, а й забезпечує енергетичну незалежність та зменшує викиди парникових газів порівняно зі звалищами. Важливою умовою є наявність високих стандартів очищення викидів.

Але чи не найважливішим аспектом розвитку залишається **екологічна освіта та активна участь громадськості:** У багатьох європейських країнах екологічна свідомість є високою завдяки постійній просвітницькій роботі з дитинства, активному залученню місцевих громад та неурядових організацій до процесу прийняття рішень та контролю.

Адаптація цих елементів європейського досвіду до українських реалій, з урахуванням специфіки регіонів, може стати рушійною силою для трансформації системи управління ТПВ. Це не означає сліпого копіювання, а

розумне використання перевірених практик, що відповідають економічним можливостям та соціальним особливостям України.

2.3. Обґрунтування проєктних рішень та дослідницький підхід до створення системи утилізації побутових відходів

На основі аналізу поточного стану проблеми, формулюється наступна **гіпотеза дослідження**: «Передбачається, що впровадження комплексного підходу до управління твердими побутовими відходами, що базується на принципах циркулярної економіки та ієрархії відходів, включаючи розвиток інфраструктури для роздільного збору, застосування передових технологій переробки та енергетичної утилізації, а також посилення правового регулювання та екологічної свідомості, дозволить досягти значного скорочення обсягів ТПВ, що надходять на полігони в Україні, та забезпечить сталий розвиток регіонів шляхом зменшення екологічного навантаження.».

Обґрунтування вибору оптимальних технічних рішень для вирішення проблеми ТПВ базується на світовому досвіді та принципах сталого розвитку:

Пріоритет роздільного збору та сортування: Це є основою для будь-якої ефективної системи управління відходами. Сортування дозволяє виділити вторинну сировину для переробки та органічні відходи для компостування/біогазу, зменшуючи обсяг сміття, що потребує подальшої обробки або захоронення. Технічні рішення включають контейнери для роздільного збору, сортувальні лінії (автоматизовані та ручні).

Розвиток переробних потужностей. Для переробки паперу, пластику, скла, металів. Оптимальними є технології, що дозволяють отримувати якісну вторинну сировину або нові продукти з високою доданою вартістю. Важливо забезпечити повний цикл переробки, а не лише збір та експорт вторинної сировини.

Впровадження біологічної переробки. Для органічних відходів (харчові, садові). Це може бути компостування (аеробне) або анаеробне

зброджування з отриманням біогазу. Ці технології дозволяють виробляти добрива та енергію, зменшуючи навантаження на полігони та викиди метану.

Енергетична утилізація (Waste-to-Energy). Для відходів, які не піддаються переробці. Сучасні сміттєспалювальні заводи з енергетичною рекуперацією та багаторівневою системою очищення викидів є ефективним інструментом зменшення обсягів сміття та отримання теплової/електричної енергії. Це є оптимальним рішенням для значних обсягів «хвостів» після сортування.

Оптимізація полігонів. Навіть за умови інтенсивної переробки, певна частина відходів все одно потребуватиме захоронення. Полігони повинні бути модернізовані відповідно до європейських стандартів, включаючи системи збору фільтрату та біогазу, моніторинг стану довкілля.[21]

Ці рішення формують основу для розробки вимог до об'єкта проектування – інтегрованої системи управління ТПВ, яка має бути адаптована до локальних умов.

Об'єктом проектування в контексті вирішення проблеми утилізації ТПВ є **інтегрована система управління твердими побутовими відходами**, яка має бути комплексною, економічно ефективною та екологічно безпечною. Розробка вимог до характеристик такої системи є ключовим етапом.

Основні вимоги до характеристик інтегрованої системи управління ТПВ:

1. **Комплексність та ієрархічність:** Система повинна охоплювати всі етапи життєвого циклу відходів (від утворення до кінцевої утилізації/захоронення) з дотриманням ієрархії управління відходами, надаючи пріоритет запобіганню та переробці.

2. **Ефективність роздільного збору:** Забезпечення високого рівня охоплення населення роздільним збором (не менше 60-70% утворених відходів) через розгалужену мережу контейнерів, пунктів прийому вторинної сировини, використання сучасних методів збору.

3. Наявність достатніх переробних потужностей: Забезпечення можливості переробки основних фракцій ТПВ (папір, пластик, скло, метал) на регіональному рівні. Це включає сортувальні лінії, заводи з переробки вторинної сировини, комплекси для компостування або біогазові установки для органіки.

4. Енергетична утилізація: Можливість термічної обробки «хвостів» відходів, що не підлягають переробці, з максимальною енергетичною рекуперацією та мінімальними екологічними ризиками (сучасні технології спалювання з очищенням викидів).

5. Екологічна безпека захоронення: Якщо захоронення неминуче, полігони мають відповідати європейським стандартам: бути обладнані протифільтраційними екранами, системами збору та очищення фільтрату, системами дегазації (збору біогазу для енергетичного використання), та системами моніторингу довкілля.

6. Економічна стійкість: Модель повинна бути фінансово життєздатною, включаючи механізми «забруднювач платить», «розширена відповідальність виробника», тарифи, що покривають реальні витрати, а також залучення інвестицій [37].

7. Інформаційна прозорість та громадська участь: Забезпечення доступу до інформації про обсяги відходів, методи їх утилізації, моніторинг забруднення, а також залучення громадськості до процесу прийняття рішень та контролю.

8. Адаптивність та гнучкість: Система повинна бути здатною адаптуватися до змін морфологічного складу відходів, технологічного прогресу та законодавчих вимог.

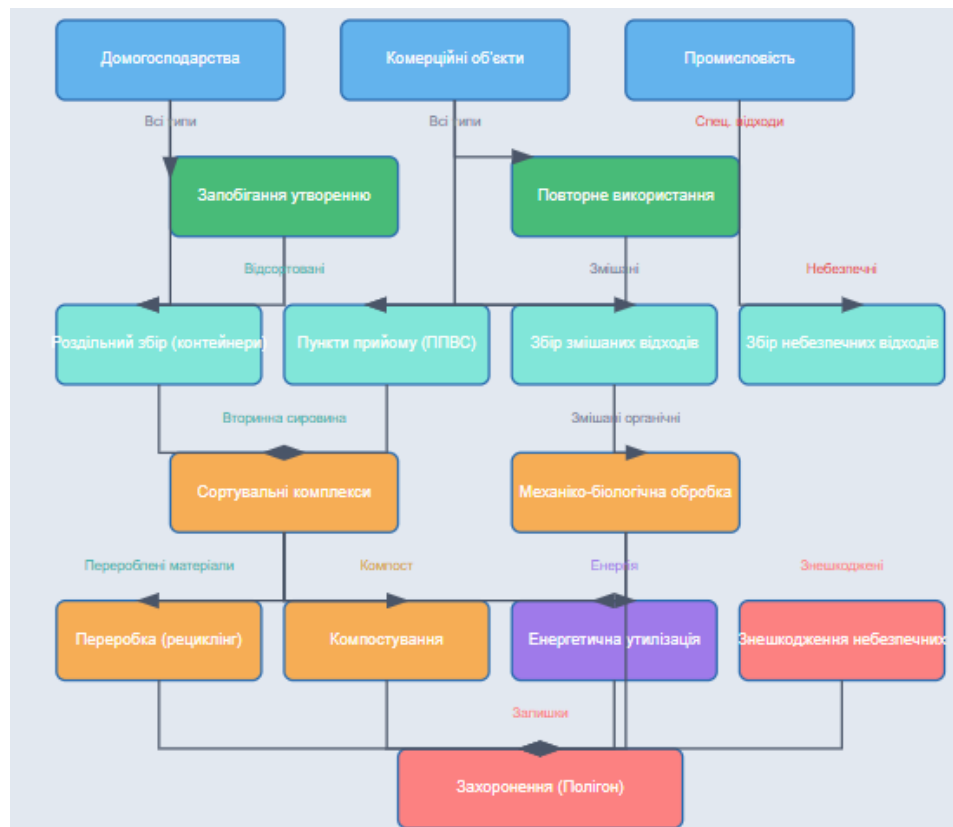


Рис. 2.3: Схема інтегрованої системи управління ТПВ з етапами та потоками відходів

Для оцінки ефективності існуючої системи та обґрунтування пропозицій щодо її вдосконалення, доцільно використовувати як теоретичні, так і експериментальні методи дослідження. Хоча в межах даної кваліфікаційної роботи експериментальні дослідження не проводилися у зв'язку із повномасштабним вторгненням РФ на територію України, їх теоретичне обґрунтування є важливим для подальших наукових пошуків.

У дослідженні, присвяченому управлінню твердими побутовими відходами (ТПВ), використовувалися кілька ключових теоретичних методів.

Насамперед, проводився аналіз даних, що охоплював збір та обробку статистичної інформації. Це включало вивчення офіційних звітів, статистичних збірників та публікацій щодо утворення, складу та методів утилізації ТПВ як на національному, так і на регіональному рівнях, використовуючи загальнодоступні джерела.

Далі застосовувалося моделювання. Цей метод передбачав розробку концептуальних моделей потоків відходів, а також економічних моделей для оцінки рентабельності різних методів утилізації. Наприклад, проводилося порівняння витрат на захоронення та переробку, а також створювалися екологічні моделі для прогнозування впливу на довкілля.

Крім того, був проведений SWOT-аналіз. Він дозволив оцінити сильні та слабкі сторони поточної системи управління ТПВ в Україні, виявити можливості для її подальшого розвитку та ідентифікувати загрози, що перешкоджають впровадженню інноваційних рішень.

Нарешті, виконано порівняльний аналіз законодавства та стандартів. Це включало детальний розгляд відповідності українського законодавства європейським директивам у сфері поводження з відходами, що дозволило визначити прогалини та напрямки для гармонізації.

Експериментальні дослідження (методики та обладнання для потенційних майбутніх досліджень):

Морфологічний аналіз ТПВ. Для отримання точних даних про склад відходів у конкретному населеному пункті (наприклад, у окупованих містах після відновлення). **Методика:** Збір репрезентативних проб ТПВ у різні сезони року, ручне або автоматизоване сортування проб на фракції (папір, пластик, скло, органічні відходи тощо) та зважування кожної фракції. **Обладнання:** Ваги, сита, ручні сортувальні столи, засоби індивідуального захисту.

Фізико-хімічні дослідження компонентів ТПВ. Визначення вологості, теплотворної здатності, вмісту органічних речовин, важких металів у різних фракціях для обґрунтування технологій переробки або енергетичної утилізації. **Методика:** Лабораторні аналізи згідно з відповідними стандартами (наприклад, ДСТУ, ISO). **Обладнання:** Калориметр, сушильні шафи, спектрофотометри, атомно-абсорбційні спектрометри.

Моніторинг полігонів ТПВ. Дослідження складу фільтрату та біогазу на існуючих полігонах для оцінки їхнього впливу на довкілля та розробки

заходів зі зменшення цього впливу. **Методика:** Відбір проб фільтрату та ґрунтових вод, газоаналіз біогазу. **Обладнання:** Пробовідбірники, газоаналізатори, лабораторне обладнання для хімічного аналізу води.

Соціологічні опитування. Вивчення рівня екологічної свідомості населення, їхньої готовності до роздільного збору, бар'єрів для участі у програмах сортування. **Методика:** Розробка анкет, проведення опитувань (онлайн/офлайн), статистична обробка результатів.

Аналіз результатів таких експериментальних досліджень дозволив би отримати об'єктивну картину поточної ситуації, виявити конкретні «вузькі місця» та обґрунтувати найбільш ефективні та рентабельні рішення для регіону.

Висновок до розділу 2

У другому розділі кваліфікаційної роботи було проведено аналіз сучасного стану проблеми утилізації твердих побутових відходів в Україні, з особливим акцентом на великі області та міста, використовуючи загальнодоступні фактичні матеріали. Виявлено, що Україна стикається зі значними викликами, серед яких домінування захоронення ТПВ на переповнених та екологічно небезпечних полігонах, низький рівень роздільного збору та відсутність достатніх переробних потужностей. Ситуація на Сході країни ускладнена наслідками військових дій, що потребує особливих підходів до відновлення інфраструктури поводження з відходами. Сформульовано гіпотезу дослідження, яка передбачає, що комплексне впровадження принципів циркулярної економіки та ієрархії управління відходами через розвиток інфраструктури, технологій та законодавства суттєво покращить ситуацію. Обґрунтовано вибір оптимальних технічних рішень, що включають пріоритет роздільного збору, розвиток переробних потужностей (біологічна, енергетична утилізація) та модернізацію полігонів. Розроблено вимоги до характеристик інтегрованої системи управління ТПВ,

яка має бути комплексною, екологічно та економічно стійкою. Надано теоретичне обґрунтування необхідності та методик проведення експериментальних досліджень (морфологічний аналіз, фізико-хімічні дослідження, моніторинг полігонів, соціологічні опитування) для отримання об'єктивних даних та розробки ефективних рішень.

Підкреслено важливість заходів з екологізації, таких як екологічна освіта та просвіта, залучення громадськості та стимулювання «зелених» закупівель. Додано аналіз адаптації європейського досвіду, зокрема принципів РВВ, депозитних систем, фінансових стимулів та використання WtE-заводів, як цінних орієнтирів для українських реалій. Реалізація цих заходів, особливо в контексті відновлення окупованих регіонів, дозволить трансформувати систему поводження з відходами, забезпечити екологічну безпеку та сприятиме переходу України до циркулярної економіки.

РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ УТИЛІЗАЦІЇ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

3.1. Запровадження роздільного збору побутових відходів та розвиток інфраструктури сортування

Ефективна система поводження з твердими побутовими відходами починається з їхнього **роздільного збору**. Це є фундаментальним кроком до зменшення обсягів захоронення та максимізації переробки. В Україні, незважаючи на законодавчі вимоги, запровадження роздільного збору стикається з низкою перешкод: відсутність достатньої інфраструктури, низька свідомість населення та відсутність економічних стимулів.

Для ефективного впровадження та вдосконалення системи роздільного збору відходів в Україні необхідно реалізувати комплекс ключових заходів. Перш за все, це розширення мережі пунктів роздільного збору. Це передбачає встановлення спеціалізованих контейнерів для різних фракцій – паперу, пластику, скла, металу та органіки – у житлових кварталах, біля громадських будівель і торгових центрів. Це може бути реалізовано як через використання багатосекційних контейнерів, так і через розміщення окремих контейнерів для кожної фракції.

Доцільно також впровадити систему «від дверей до дверей» у деяких районах. Це дозволить організувати регулярний вивіз відсортованих відходів безпосередньо від домогосподарств, значно підвищуючи зручність для населення та стимулюючи його участь у роздільному зборі. Окрім цього, необхідно розвивати мобільні пункти збору небезпечних відходів. Це передбачає організацію періодичних акцій або створення постійних пунктів прийому батарейок, люмінесцентних ламп, медикаментів та хімікатів для їхньої безпечної утилізації, запобігаючи потраплянню токсичних речовин у загальний потік відходів.

Ключовим елементом системи є створення сортувальних центрів. Це передбачає будівництво нових або модернізацію вже існуючих сортувальних ліній (як механічних, так і ручних) для досортування зібраної вторинної сировини та відділення так званих «хвостів» – залишків, що не підлягають переробці. Для великих промислових регіонів, з урахуванням значних обсягів генерації ТПВ, особливо доцільним є створення міжмуніципальних сортувальних комплексів, які б обслуговували декілька населених пунктів, забезпечуючи економію масштабу та ефективність логістики.

Важливим кроком є повноцінне запровадження та забезпечення дієвості механізму «розширеної відповідальності виробника» (РВВ) в Україні. Цей механізм стимулюватиме виробників фінансово підтримувати збір та переробку упаковки та інших товарів після їхнього використання, переносючи частину відповідальності на бізнес.

Впровадження цих заходів матиме значний очікуваний ефект. По-перше, відбудеться значне скорочення обсягів захоронення відходів, що надходять на полігони. По-друге, це сприятиме збереженню ресурсів через повернення цінної вторинної сировини в економічний обіг. По-третє, очікується зменшення негативного впливу на довкілля, що включає скорочення забруднення ґрунтів, вод та повітря, а також зменшення викидів парникових газів з полігонів. Нарешті, такі заходи сприятимуть створенню нових робочих місць у сфері збору, сортування та переробки відходів, що матиме позитивний соціально-економічний ефект.

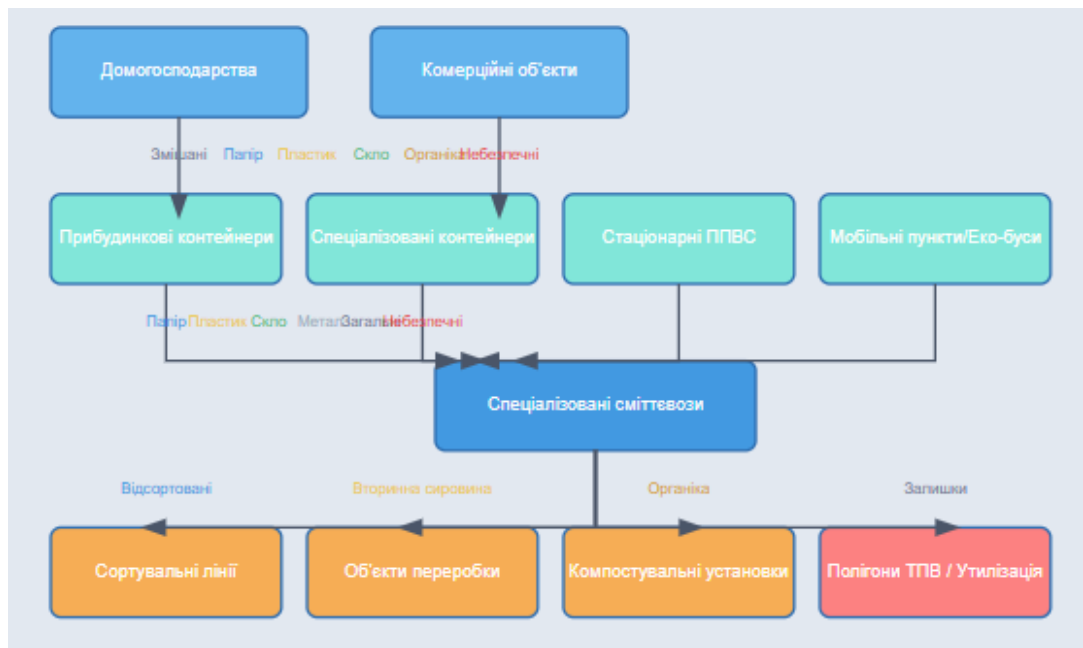


Рис. 3.4: Схематичне зображення системи роздільного збору ТПВ

3.2. Впровадження інноваційних технологій утилізації відходів з економічним обґрунтуванням

Вибір та впровадження сучасних технологій переробки відходів є ключовим для досягнення цілей циркулярної економіки. Для України необхідно розглядати наступні перспективні технології:

1. Комплекси механіко-біологічної обробки (МБО): Дозволяють сортувати відходи на органічну та неорганічну фракції, а органіку стабілізувати шляхом компостування або анаеробного зброджування з виробництвом біогазу. Це дозволяє суттєво зменшити обсяги захоронення та отримати цінну продукцію (компост, біогаз, електричну/теплову енергію).

2. Енергетична утилізація (Waste-to-Energy – WtE): Сучасні сміттєспалювальні заводи з рекуперацією енергії та багатоступеневою системою очищення димових газів. Ці технології дозволяють перетворювати «хвости» відходів (що не підлягають переробці) на теплову та електричну енергію, одночасно зменшуючи обсяг сміття до мінімальних обсягів безпечної золи.

3. Піроліз та газифікація: Термічні методи обробки відходів без доступу кисню (піроліз) або з обмеженим доступом (газифікація), що дозволяють отримувати синтез-газ, рідке паливо або інші хімічні продукти. Ці технології є більш екологічними, ніж пряме спалювання, але вимагають більших капітальних витрат та складнішої експлуатації.

Економічне обґрунтування вибору технологій поводження з ТПВ. Вибір технологій для поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) має ґрунтуватися на комплексному економічному аналізі. Цей аналіз враховує кілька ключових показників, що дозволяють оцінити ефективність та доцільність інвестицій.

По-перше, оцінюються капітальні витрати, що включають витрати на придбання обладнання, будівництво споруд та монтажні роботи. Наприклад, будівництво сучасного сортувального комплексу, заводу механіко-біологічної обробки (МБО) або установки Waste-to-Energy (WtE) вимагає значних інвестицій, які можуть сягати десятків і сотень мільйонів євро [19].

По-друге, розраховуються експлуатаційні витрати. Це щорічні витрати, пов'язані з обслуговуванням комплексу, включаючи персонал, електроенергію, воду, паливо, ремонт, податки та утилізацію залишків.

По-третє, враховуються доходи, які генеруються від продажу вторинної сировини, електроенергії/тепла, компосту/біогазу, а також економія, що досягається завдяки зменшенню обсягів відходів, які потребують захоронення.

На основі цих показників визначається термін окупності — час, за який інвестиції повністю повертаються за рахунок отриманих доходів та економії.

Розглянемо приклад розрахунку очікуваного ефекту від впровадження МБО-комплексу потужністю 100 тис. тонн ТПВ на рік. Орієнтовні капітальні витрати на такий комплекс можуть становити 20-30 млн євро, залежно від рівня автоматизації та інфраструктури [19].

Впровадження такого комплексу призведе до зниження обсягів захоронення до 50% від початкової маси ТПВ. Це досягається за рахунок

ефективного вилучення вторинної сировини та біологічної обробки органічної фракції.

Дохід від продажу вторинної сировини, хоча й залежить від ринкових цін, може суттєво компенсувати експлуатаційні витрати. Крім того, виробництво біогазу та енергії є значним бонусом: при анаеробному зброджуванні 1 тонни органічних відходів може бути отримано до 100-150 м³ біогазу, який згодом трансформується в електроенергію.

Таким чином, очікуваний ефект від впровадження МБО-комплексу полягає не лише у значному зменшенні екологічного навантаження, але й у створенні нових робочих місць, отриманні цінних енергетичних та матеріальних ресурсів, а також у загальному покращенні санітарного стану населених пунктів.

Ефективне вирішення проблеми ТПВ вимагає не лише технічних рішень, а й системних змін у механізмах природокористування та широкої екологізації усіх сфер життя.

Конкретні заходи щодо вдосконалення механізму природокористування: зокрема **посилення державного контролю та моніторингу**: Забезпечення суворого контролю за дотриманням норм поводження з відходами, боротьба з несанкціонованими сміттєзвалищами, впровадження сучасних систем моніторингу (дистанційне зондування, GPS-трекери на сміттєвозах).

Економічні стимули:

1. **Тарифна політика:** Перегляд тарифів на вивезення та утилізацію ТПВ з урахуванням реальних витрат на роздільний збір, сортування та переробку, а також інвестиційної складової. Запровадження диференційованих тарифів, що стимулюють роздільний збір (наприклад, "чим менше несортованого сміття, тим менша плата").

2. **Податкові пільги:** Надання податкових пільг та інших економічних преференцій підприємствам, що займаються переробкою вторинної сировини,

а також виробникам екологічно чистої продукції та товарів з перероблених матеріалів.

3. Державна підтримка проектів: Залучення державних та міжнародних інвестицій у будівництво сучасної інфраструктури (гранти, пільгові кредити).

Міжмуніципальне співробітництво: Заохочення до створення спільних підприємств та комплексів з управління відходами між сусідніми громадами та містами, що дозволить ефективніше використовувати ресурси та досягти ефекту масштабу. Це особливо актуально для областей, де відновлення потребуватиме консолідації зусиль громад.

Інформаційна прозорість: Забезпечення відкритого доступу до інформації про поводження з відходами, діяльність підприємств, що надають послуги, та екологічний стан полігонів.

Для ефективного вирішення проблеми твердих побутових відходів (ТПВ) та переходу до принципів сталого розвитку вкрай важливими є комплексні заходи з екологізації та підвищення суспільної свідомості.

Насамперед, необхідна масштабна екологічна освіта та просвіта. Це передбачає розробку та впровадження освітніх програм для всіх вікових груп, починаючи від дошкільного віку й закінчуючи дорослими. Ці програми мають охоплювати питання раціонального споживання, важливості роздільного збору відходів та принципів циркулярної економіки. Додатково слід проводити активні інформаційні кампанії в засобах масової інформації та соціальних мережах, аби максимально поширити ці знання.

Важливим кроком є також залучення громадськості. Потрібно створити ефективні механізми для участі громадян в обговоренні та контролі за реалізацією програм з поводження з відходами. Підтримка волонтерських рухів та екологічних ініціатив допоможе активізувати суспільство та залучити його до вирішення екологічних проблем.

Крім того, необхідно стимулювати «зелені» закупівлі. Це означає заохочення як державних, так і приватних структур до пріоритетного

придбання товарів та послуг, що відповідають високим екологічним стандартам, мають менший екологічний слід або виготовлені з вторинної сировини.

Нарешті, слід забезпечити підтримку інновацій. Це передбачає стимулювання наукових досліджень та розробок у сфері переробки відходів, а також створення нових, більш екологічних матеріалів та технологій, що дозволять ефективніше управляти відходами.

Комплексна реалізація цих заходів дозволить не лише вирішити проблему ТПВ, а й сприятиме загальній екологізації суспільства та переходу України на принципи сталого розвитку. Особливо це стосується таких регіонів, де відбудова та модернізація інфраструктури є нагальною потребою. Тут є унікальна можливість реалізувати ці ініціативи за найсучаснішими стандартами.

Висновок до розділу 3

У третьому розділі кваліфікаційної роботи було визначено та обґрунтовано практичні шляхи вирішення проблем утилізації твердих побутових відходів, виявлених у попередніх розділах. Ключовим заходом визначено широкомасштабне запровадження системи роздільного збору ТПВ та розбудову відповідної інфраструктури сортування, що дозволить значно зменшити обсяги захоронення та максимізувати повернення вторинної сировини в обіг. Обґрунтовано необхідність впровадження інноваційних технологій переробки відходів, таких як механіко-біологічна обробка та енергетична утилізація (Waste-to-Energy), з урахуванням їхніх капітальних та експлуатаційних витрат та очікуваних екологічних та економічних ефектів. Запропоновані розрахунки капітальних та експлуатаційних витрат є узагальненими, але демонструють методологію підходу до оцінки рентабельності інвестицій. Окреслено конкретні заходи щодо вдосконалення механізму природокористування, включаючи посилення державного

контролю, запровадження економічних стимулів (тарифна політика, податкові пільги, РВВ) та розвиток міжмуніципального співробітництва.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота, присвячена дослідженню проблем утилізації твердих побутових відходів та пошуку шляхів їх вирішення, охоплює одну з найгостріших екологічних та соціальних викликів, що стоять перед сучасною Україною та світовою спільнотою. Зростання обсягів утворення відходів у поєднанні з недостатньо ефективними системами поводження з ними створює значні загрози для навколишнього середовища, економічного розвитку та добробуту населення. Головною метою цього дослідження було глибоке вивчення поточного стану проблеми утилізації ТПВ, всебічний аналіз передового світового досвіду та, на основі отриманих знань, розробка обґрунтованих рекомендацій, спрямованих на подолання цієї складної ситуації в Україні. Всі етапи роботи були послідовно та успішно реалізовані, що дозволило повною мірою досягти поставленої мети.

Насамперед, було проведено ретельний аналіз поточного стану проблеми накопичення та утилізації твердих побутових відходів, який виявив її масштаб та особливості. На жаль, Україна демонструє високий рівень утворення відходів при вкрай низьких показниках їх переробки. Переважна більшість ТПВ досі продовжує потрапляти на полігони та несанкціоновані звалища, що призводить до непоправних наслідків для довкілля. Це проявляється у забрудненні ґрунтів, поверхневих та підземних вод небезпечним фільтратом, а також у викидах шкідливих звалищних газів в атмосферу. Такі процеси не тільки негативно впливають на здоров'я людей, але й спричиняють деградацію природних екосистем та псують естетичний вигляд територій. Дослідження також показало, що чинна нормативно-правова база України, хоча й поступово адаптується до європейських стандартів, все ще має недоліки та потребує більш системного підходу до своєї імплементації. Крім того, значними перешкодами на шляху до ефективного вирішення проблеми утилізації відходів є дефіцит сучасних сміттєпереробних

підприємств, морально застаріле обладнання та хронічне недофінансування галузі.

Особливе місце у роботі посідає всебічний аналіз світового досвіду у сфері управління твердими побутовими відходами. Вивчення практик таких країн, як Німеччина, Швеція, Японія та Південна Корея, дозволило чітко усвідомити, що успіх у вирішенні проблеми ТПВ досягається лише завдяки впровадженню комплексної та багатогранної стратегії. Ця стратегія базується на принципі ієрархії поводження з відходами, який визначає пріоритетність запобігання їх утворенню, потім повторного використання, подальшої переробки (рециклінгу) та, лише на останніх етапах, енергетичної утилізації та мінімізації захоронення. Ключовим елементом успіху також є розвинута інфраструктура для роздільного збору відходів, яка забезпечує високу якість вторинної сировини для подальшої переробки. Крім того, дієве законодавство та ефективна система контролю відіграють вирішальну роль, стимулюючи виробників до відповідальності за весь життєвий цикл їхньої продукції, а споживачів – до свідомого дотримання правил роздільного збору. Не менш важливою є активна просвітницька діяльність серед населення, спрямована на формування екологічної свідомості та культури поводження з відходами. Приклади таких систем, як німецька «зелена точка», практично повна відмова від захоронення відходів у Швеції, а також інноваційні технології переробки органічних відходів у Японії, переконливо демонструють ефективність комплексного та системного підходу.

Враховуючи результати аналізу поточного стану в Україні та запозичений світовий досвід, у цій кваліфікаційній роботі були обґрунтовані та запропоновані конкретні напрямки для вирішення проблеми утилізації твердих побутових відходів в Україні. Це включає нагальну потребу вдосконалення нормативно-правової бази шляхом повної та ефективної імплементації європейських директив у національне законодавство. Також необхідно розробити та запровадити чіткі стандарти та норми для всіх етапів поводження з ТПВ, починаючи від їх збору і закінчуючи утилізацією та

захороненням. Важливо також створити дієві механізми контролю та посилення відповідальності за будь-які порушення у цій сфері.

Другим ключовим напрямком є розвиток сучасної інфраструктури для роздільного збору та переробки відходів. Це передбачає не лише встановлення достатньої кількості спеціалізованих контейнерів для різних видів відходів – паперу, пластику, скла, органічних відходів – але й організацію систематичного та регулярного вивезення та транспортування роздільно зібраних матеріалів. Паралельно необхідно активно залучати інвестиції у будівництво сучасних сміттєпереробних заводів, оснащених сортувальними лініями, компостувальними комплексами та підприємствами з енергетичної утилізації відходів. Такі кроки дозволять максимально ефективно використовувати вторинну сировину та суттєво зменшити обсяги відходів, що підлягають захороненню.

Третім важливим аспектом є впровадження економічних стимулів та забезпечення належного фінансування галузі. Необхідно запровадити механізми, які заохочуватимуть виробників до використання вторинної сировини та мінімізації відходів у виробничих процесах, наприклад, через розширену відповідальність виробника. Водночас, слід стимулювати споживачів до роздільного збору відходів. Критично важливим є залучення як державних, так і приватних інвестицій у сферу поводження з відходами, а також розгляд можливостей державно-приватного партнерства для будівництва та експлуатації сміттєпереробних об'єктів.

Четвертим, але не менш значущим напрямком, є підвищення екологічної свідомості населення. Інформаційно-просвітницька робота є незамінним елементом успішної стратегії. Проведення масштабних освітніх кампаній, тренінгів та семінарів серед усіх верств населення, починаючи зі шкільного віку, допоможе сформувати відповідальне ставлення до проблеми відходів та заохотити до активної участі у роздільному зборі та інших екологічних ініціативах.

Нарешті, впровадження новітніх технологій є п'ятим ключовим шляхом до вирішення проблеми. Дослідження та активне впровадження інноваційних методів переробки відходів, таких як піроліз, газифікація, а також біологічна переробка органічних відходів (наприклад, анаеробне зброджування з отриманням біогазу), значно підвищить ефективність утилізації та мінімізує негативний вплив на навколишнє середовище.

Таким чином, уся сукупність поставлених завдань кваліфікаційної роботи була успішно виконана. Проведений комплексний аналіз дозволив не лише виявити та систематизувати існуючі проблеми у сфері утилізації ТПВ в Україні, а й надати обґрунтовані та всебічні рекомендації щодо їх подолання, спираючись на передовий світовий досвід. Отримані результати володіють значною теоретичною та практичною цінністю. Їх теоретична цінність полягає у систематизації актуальних знань про сучасні підходи до управління відходами, тоді як практична цінність проявляється у можливості використання розроблених рекомендацій органами державної влади, місцевого самоврядування, підприємствами та громадськими організаціями для розробки та ефективної імплементації стратегій поводження з твердими побутовими відходами. Реалізація цих рекомендацій сприятиме не лише суттєвому покращенню екологічної ситуації в Україні, а й прискорить формування засад циркулярної економіки, де відходи розглядаються не як джерело забруднення, а як цінний ресурс, який може бути повторно використаний. Це, безперечно, відкриє нові перспективи для сталого економічного зростання та розвитку держави в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державний класифікатор відходів ДК 005-96: Наказ ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ УКРАЇНИ ПО СТАНДАРТИЗАЦІЇ, МЕТРОЛОГІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ від 29.02.1996, № 89: станом на 22.01.2008. <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371>. 1996. 01 жовт. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/FIN7371> (дата звернення: 01.06.2025).
2. Рогова О.В. Стан і перспективи розвитку системи управління ТПВ в Україні // Вісник екології. – 2021. – №2. – С. 45–50.
3. Степанюк Д.С. Реформа системи поводження з відходами в умовах децентралізації // Екологічна безпека. – 2022. – №1. – С. 38–44.
4. Буйк Х.-І.В. Європейський досвід забезпечення управління відходами // Науковий вісник УжНУ. – 2019. – №28. – С. 48–65.
5. Гетьман В.І. Сучасний стан проблеми відходів: небезпека для життя // Журнал «Біосфера». – 2014. – №2. – С. 35–38.
6. Іващенко Ю. Проблеми поводження з ТПВ у контексті війни в Україні // Екологічна безпека та сталий розвиток. – 2023. – №1. – С. 18–22.
7. Axil Integrated Services. What Is a Waste Management Hierarchy? URL: <https://axil-is.com/blogs-articles/waste-management-hierarchy/>
8. BBC News Україна. 500 пірамід Хеопса: скільки сміття є в Україні. 2018. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-43396650>
9. Black Sea CBC. *BSB-CIRCLECON Regional Study in Odesa region, Ukraine: processes, effects and challenges*. URL:([https://blacksea-cbc.net/images/e-library-doc/BSB1021_BSB-CIRCLECON - Waste-Management-and-Circular-Economy-Potential-in-Ukraine_EN.pdf](https://blacksea-cbc.net/images/e-library-doc/BSB1021_BSB-CIRCLECON_-_Waste-Management-and-Circular-Economy-Potential-in-Ukraine_EN.pdf))
10. Cannonyarder. An investigation of Swedish waste management systems. 2025. URL: <https://cannonyarder.com/2025/03/06/an-investigation-of-swedish-waste-management-systems/>

11. Ellen MacArthur Foundation. Circular design: turning ambition into action. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-design/overview>
12. Ellen MacArthur Foundation. What is a circular economy? URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
13. European Environment Agency. Municipal waste management in Sweden. 2013. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/managing-municipal-solid-waste/sweden-municipal-waste-management>
14. European Environment Agency. *Waste management country profile with a focus on municipal and packaging waste (Germany)*. 2025. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/waste-and-recycling/municipal-and-packaging-waste-management-country-profiles-2025/de-municipal-waste-factsheet.pdf/@@download/file>.
15. firstgreen. How does waste management differ in developing countries compared to developed countries? 2023. URL: <https://firstgreen.co/how-does-waste-management-differ-in-developing-countries-compared-to-developed-countries/>.
16. Global Waste Management Outlook 2024. *C40 Knowledge Hub*. 2024. URL: https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Global-waste-management-outlook?language=en_US.
17. GWCN Web. Global waste trade and its effects on landfills in developing countries. 2021. URL: <https://gwcnweb.org/2021/11/14/global-waste-trade-and-its-effects-on-landfills-in-developing-countries/>.
18. Institute of Waste Management and Circularity, BOKU-University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria; Department of Applied Ecology and Environmental Management National University 'Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic', Poltava, Ukraine. Exploratory study on the impact of military actions on the environment and infrastructure in the current Ukraine war with a

specific focus on waste management. *SAGE Publications*. 2023. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39679529/>.

19. International Renaissance Foundation. Оберенко, О. Що нам потрібно для успішного реформування системи управління відходами? Підсумки експертної дискусії. 2024. URL: <https://www.irf.ua/shho-nam-potribno-dlya-uspishnogo-reformuvannya-systemy-upravlinnya-vidhodamy-pidsumky-ekspertnoho-dyskusiyi/>.

20. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Податок на захоронення відходів: як ЄС відмовляється від полігонів. URL: <https://mepr.gov.ua/podatok-na-zahoronennya-vidhodiv-yak-yes-vidmovlyayetsya-vid-poligoniv/>.

21. Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. Методичні рекомендації побутові відходи. URL: https://mtu.gov.ua/files/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96_%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97_%D0%BF%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%B2.pdf.

22. Mpact Waste Management. Understanding the waste management hierarchy: refuse and reduce, reuse, recycle, recover and dispose. 2023. URL: <https://www.mpactwastemanagement.co.za/blog/understanding-the-waste-management-hierarchy/>.

23. MSE.gov.sg. Saving Semakau — One island's role in managing Singapore's waste. 2020. URL: <https://www.mse.gov.sg/latest-news/newsletter-saving-semakau-one-island-role-in-managing-singapore-waste>.

24. Радіо Свобода. Приблизно 10-12 мільйонів тонн сміття утворилося в Україні внаслідок війни — Міндовкілля. 2023. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/news-ukraine-viyna-smittia-dovkillia/32467305.html>.

25. RationalWiki. Waste hierarchy. URL: https://rationalwiki.org/wiki/Waste_hierarchy
26. SBN Software. What are the cost implications of poor waste management? URL: <https://sbnsoftware.com/blog/what-are-the-cost-implications-of-poor-waste-management/>.
27. Слово і Діло. Найбільше сміттєзвалищ у Вінницькій та Полтавській областях. 2020. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2020/12/04/infografika/suspilstvo/najbilshe-smittyezvalyshh-vinnyczkij-ta-poltavskij-oblastyax>.
28. Tellus Institute. Managing waste has effects on both the solid waste system and the production system. URL: <https://p2infohouse.org/ref/29/28838.pdf>.
29. U.S. Environmental Protection Agency. Non-Hazardous Materials and Waste Management Hierarchy. URL: <https://www.epa.gov/smm/sustainable-materials-management-non-hazardous-materials-and-waste-management-hierarchy>.
30. WasteHero. The Hidden Consequences of Poor Recycling (and 5 Ways Local Authorities Can Help). URL: <https://wastehero.io/the-hidden-consequences-of-poor-recycling-and-5-ways-local-authorities-can-help/>.
31. Wikipedia. Waste hierarchy. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Waste_hierarchy.
32. Wikipedia. Waste management. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Waste_management
33. Wikipedia. Walter R. Stahel. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Walter_R._Stahel).
34. YouTube. Singapore CREATED the World's First Garbage Island in the Middle of the Ocean. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=BI-MaRFnWyU>).
35. http://lib.ntu.edu.ua/catalog/docs/ecology/ecology%2091_2023.pdf
36. Екологічна безпека в умовах сталого розвитку: кол. монографія / Х. С. Мітюшкіна, О. М. Пастернак, В. В. Іванова, І. В. Петрик та ін.; за заг. ред. Х. С. Мітюшкіної. – Київ : МДУ, 2024. – 206 с.

37. Environmental security in the national security system: Ukraine [3.1] / K. Mitiushkina, O. Pasternak, V. Ivanova, I. Petryk // Transformations, challenges and security: collective monograph / ed. Ž. Simanavičienė ; Mykolas Romeris University. – Vilnius, 2024. – C. 184–210.