

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ

Кафедра екології
Допускається до захисту
« _____ » _____ 2023 р.

Зав. кафедри _____
(підпис)

к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ
наук. ступ., вч. зв.(ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Бакалавр
(рівень вищої освіти)

на тему: «Екологічна оцінка ефективності рециклінгових технологій
щодо зменшення забруднення довкілля»

Виконав: студент групи Тз-41
Спеціальності 183 «Технології захисту
навколишнього середовища»
СТЕНЬ Сергій Ярославович

Керівник: Мар'яна ІВАНКІВ _____

Консультант: Іван ГОРОДЕЦЬКИЙ _____

Дубляни 2023

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет агротехнологій та екології

Кафедра екології

Рівень вищої освіти «Бакалавр»

Галузь знань 18 «Виробництво та технології»

Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____
к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ
« _____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Стень Сергію Ярославовичу

1. Тема роботи: «Екологічна оцінка ефективності рециклінгових технологій щодо зменшення забруднення довкілля»

Затверджена наказом по університету № 453/к-с від “30 грудня” 2022 р.

2. Термін здачі студентом закінченої кваліфікаційної роботи 06 червня 2023 р.

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Літературні джерела, нормативні документи, методики виконання досліджень, результати досліджень

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ

1 Огляд літератури

1.1 Сміття як важлива екологічна проблема на шляху до сталого розвитку

1.2 Принципи ефективної системи управління відходами

1.3 Аналіз важливих аспектів управління відходами враховуючи вимоги законодавства ЄС

1.4 Технології блокчейн як інноваційний інструмент управління відходами

2 Об'єкт, умови та методика досліджень

2.1 Загальні відомості про ТзОВ «ГрінЕра Україна» та його виробничу діяльність

2.2 Методичні директиви щодо оцінки еколого-економічного менеджменту відходів

2.3 Впровадження сучасних технологій рециклінгу твердих побутових відходів

3 Результати дослідження

3.1 Характеристика утворення відходів на прикладі Львівської області

3.2 Характеристика діяльності ТзОВ «ГрінЕра Україна» у сфері рециклінгу

3.3 Особливості інноваційних рішень рециклінгу відходів

3.4 Оцінка зниження навантаження на довкілля при використанні рециклінгових технологій

4 Охорона праці

4.1 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2 Аналіз стану охорони праці та техніки безпеки в ТЗОВ «ГрінЕра Україна»

Висновки

Бібліографічний список

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості)

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3	Іванків М. Я. доцент кафедри екології			
4	Городецький І. М., доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва АПК			

7. Дата видачі завдання 12 вересня 2022 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	При-мітка
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	12.09.22–31.10.22	
2	Написання розділу «Об’єкт, умови та методика досліджень»	01.11.22–30.12.22	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	02.01.23–17.04.23	
4	Написання розділу «Охорона праці», формулювання висновків, укладання бібліографічного списку	18.04.23–05.06.23	

Студент _____ Сергій СТЕНЬ
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Мар’яна ІВАНКІВ
(підпис)

УДК 504.5:502

Екологічна оцінка ефективності рециклінгових технологій щодо зменшення забруднення довкілля. Стень С. Я. Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. Львів-Дубляни, Львівський НУП, 2023.

64 ст. текст. част., 8 табл., 15 рис., 47 джерел, 2 додатки

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню питань ефективного поводження з твердими побутовими відходами в Україні, що передбачає вдосконалення їхнього сортування та рециклінгу.

Проаналізовано стан сфери управління ТПВ в Україні та країнах Європейського Союзу. Досліджено екологічні, економічні та правові аспекти оцінки систем управління відходами. Обґрунтовано, що збирання ТПВ є важливим етапом управління відходами, який забезпечує надання якісних послуг споживачам, забезпечує доступність послуги для населення та є передумовою для організації та якісного виконання подальших операцій поводження з відходами.

Наведено характеристику вторинного використання відходів у країнах світу, що показала суттєві напрацювання у більш повному використанні потенціалу відходів як цінної вторинної сировини, зі застосуванням інноваційних інструментів – блокчейн, ремануфактурінг.

Досліджено систему управління твердими побутовими відходами в м. Львові, та за результатами досліджень визначено оптимальні шляхи поводження з відходами ТзОВ «ГрінЕра Україна» у Львівській області для їх подальшого використання як вторинної сировини та зменшення впливу небезпечних компонентів на навколишнє природне середовище.

Проаналізовано питання охорони праці.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Сміття як важлива екологічна проблема на шляху до сталого розвитку.....	8
1.2 Принципи ефективної системи управління відходами.....	12
1.3 Аналіз важливих аспектів управління відходами враховуючи вимоги законодавства ЄС	15
1.4 Технології блокчейн як інноваційний інструмент управління відходами	19
2 ОБ’ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	24
2.1 Загальні відомості про ТзОВ «ГрінЕра Україна» та його виробничу діяльність	24
2.2 Методичні директиви щодо оцінки еколого-економічного менеджменту відходів	25
2.3 Впровадження сучасних технологій рециклінгу твердих побутових відходів	28
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	32
3.1 Характеристика утворення відходів на прикладі Львівської області	32
3.2 Характеристика діяльності ТзОВ «ГрінЕра Україна» у сфері рециклінгу	37
3.3 Особливості інноваційних рішень рециклінгу відходів	43
3.4 Оцінка зниження навантаження на довкілля при використанні рециклінгових технологій	47
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	50
4.1 Безпека в надзвичайних ситуаціях	50
4.2 Аналіз стану охорони праці на підприємстві ТзОВ «ГрінЕра Україна»	52
ВИСНОВКИ	56
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	58
ДОДАТКИ	63

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасне суспільство неможливо уявити без відходів, що утворюються в результаті нашої життєдіяльності. Це можуть бути різні види відходів, представлені побутовими, промисловими, харчовими, органічними чи неорганічними. Кожен день їх кількість збільшується, й очевидно, що ми не можемо безкінечно накопичувати їх без наслідків.

Глобальна проблема нашого часу, – це проблема поводження з твердими побутовими відходами, що формуються внаслідок економіко-господарської діяльності, має багатогранний та комплексний характер, оскільки включає в себе різні аспекти: забруднення довкілля, використання ресурсів, здоров'я населення та сталий розвиток.

Щорічно в Україні формується до 1 млрд. тонн промислових та побутових відходів, а їх нагромадження на 1 квадратний кілометр перевищує 45 тис. тонн, що ставить нашу країну однією з лідерів у світі за рівнем техногенного навантаження.

За оцінками фахівців, в середньому людина, яка проживає в місті, щороку генерує близько 250 кг побутових відходів. З цієї кількості, приблизно 51% представлені різноманітними полімерними матеріалами, 26% – харчовими відходами, 7-11% – паперовими виробами, а решта сміття – текстильними, металевими, гумовими, скляними та іншими виробами. Полімери та пластик відносяться до найбільш небезпечних видів побутового сміття, оскільки їх природний розклад триває тисячоліття.

Сьогодні перед нами стоять виклики екологічного та ресурсного характеру, які вимагають технологічного прориву, новітнього підходу та інноваційного рішення. У зв'язку з цим увесь світ зосереджується на реалізації стратегії екологічно орієнтованого зростання, яка включає в себе використання «зелених технологій», тобто зменшення обсягу відходів, підвищення енергоефективності та скорочення використання природних ресурсів як на промисловому підприємстві, так й в побуті, а також зменшення утворення шкідливих речовин на всіх етапах життєвого циклу продукції.

Мета і завдання дослідження. Основною метою проведення нашого дослідження було виявлення складових для розрахунку ефективності рециклінгу побутових відходів та їх оцінювання, що є важливим кроком у визначенні оптимальних напрямів підвищення ефективності рециклінгових технологій в Україні.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися завдання:

- проаналізувати сучасний стан в галузі керування відходами;
- дати загальну характеристику ТзОВ «ГрінЕра Україна»;
- здійснити порівняльний аналіз екологічного законодавства ЄС і України;
- дослідити різні методичні підходи щодо оцінки ефективності рециклінгу побутових відходів враховуючи міжнародні стандарти та практики;
- визначити морфологічний склад змішаних відходів;
- здійснити оцінку ефективності рециклінгових технологій;
- визначити шляхи зменшення забруднення довкілля.

Об'єктом дослідження є процеси управління системою поводження з ТПВ на різних рівнях господарювання, а також діяльність Товариства з обмеженою відповідальністю «ГрінЕра Україна» у сфері рециклінгу.

Предмет дослідження – зосереджено на теоретичних та практичних аспектах, що сприяють підвищенню рівня ефективного керування відходами.

Методи дослідження. За допомогою порівняльних, систематичних та загальних методів було здійснено порівняння та систематизацію методів управління відходами.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Сміття як важлива екологічна проблема на шляху до сталого розвитку

Антропогенний тиск на біосферу як глобальну екосистему набуває загрозливих масштабів, людина багаторазово підсилює здобутками науково-технічного прогресу та нераціональною господарською діяльністю, створюючи техносферу, що призводить до зміни регенераційних механізмів біосфери, порушення природного кругообігу речовин та енергетичних потоків. Отже, під впливом зовнішніх дій порушується стійкість динамічної рівноваги глобальної земної соціоекосистеми.

Дана проблема вимагає переходу до більш сталого способу життя та господарювання, щоб зменшити навантаження на ресурси планети та зберегти їх для майбутніх поколінь. Серед заходів, які можуть допомогти, - енергоефективність, використання відновлюваних джерел енергії, раціональне використання води, стимулювання екологічно чистого виробництва та споживання, а також розумне управління відходами.

Україна стикається з низьким рівнем екологічної свідомості, що призводить до недостатнього врахування впливу виробництва на навколишнє середовище при придбанні товару. Низька обізнаність про екологічні проблеми проявляється в обмеженому використанні послуг зі збирання та рециклінгу відходів, незадовільному управлінні видаленням відходів на контрольовані звалища, неправильному спалюванні.

Необхідно сформувати глибоке усвідомлення, тобто зосередити увагу на підвищення обізнаності з метою поглиблення розуміння про довгострокові переваги мінімізації утворення побутових відходів, щоб запобігти або звести до мінімуму викиди та вплив на навколишнє середовище.

Більше того, перероблені відходи можна використовувати для отримання альтернативних джерел енергії. У деяких країнах вже на сьогоднішній день сміття переробляється на електроенергію або газ, які використовуються для житлових будинків і промислових комплексів (рис. 1.1) [37, 46].



Рисунок 1.1 – Поводження з побутовими відходами в Україні та країнах ЄС

Так, у країнах Європи 48% застосовуються рециклінгові технології, близько 19-45% комунальних відходів піддаються спалюванню, а в США ця частка становить близько 17%, а у Японії – близько 61%. Спалювання відходів є екологічно небезпечним, адже сприяє викиду токсичних речовин у навколишнє середовище. Варто зазначити, що в Японії введена комплексна переробка сміття на спеціалізованих сміттєпереробних підприємствах.

Більшість діючих полігонів вже досягли своєї максимальної ємності, а передбачуваний термін їх експлуатації очікується завершити протягом наступних 5-7 років. Це свідчить про те, що надмірна залежність від полігонів не може бути основою нашої відходової інфраструктури, тобто потребуємо змін у нашому підході та поведінці.

У порівнянні з іншими розвиненими країнами, Україна має відмінності щодо проблеми відходів, які полягають у великих обсягах їх утворення та відсутності відповідної інфраструктури для їх поводження.

Щорічно в Україні утворюється приблизно 420 млн. тонн промислових відходів, включаючи 250 млн. тонн вугільних відходів і 100 млн. тонн металургійних шлаків. У порівнянні, річний обсяг побутових відходів, що генерується, становить приблизно 11 млн. тонн (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Обсяги утворення відходів в Україні

Згідно з даними Державної служби статистики України, обсяги накопичення промислових відходів у спеціально відведених місцях або об'єктах становить приблизно 14 мільярдів тонн (рис. 1.3) [7, 30, 33].



Рисунок 1.3 – Сучасний стан генерування ТПВ

Через недостатній розвиток інфраструктури частка утилізації (використання) твердих побутових відходів низька: наразі в Україні функціонує 243 сміттєпереробні комплекси, 53 сміттєсортувальні комплекси та близько 10 сміттєспалювальних заводів.

Найпоширенішим способом обробки відходів, вважають традиційну схему, яка включає рекультивацію, або засипання смітників землею [11]. Проте цей підхід є повністю недостатнім з екологічної точки зору, і навіть небезпечним. Засипані ґрунтом сміттєзвалища стають джерелом «звалищного газу», який сприяє парниковому ефекту та завдає шкоди навколишньому середовищу.

Разом із тим найбільш розповсюдженою серед дослідників: З. Берлінг, Ю. Маковецька, А. Войціховська, О. Кравченко, В. Міщенко, М. Панькевич, І. Козлова, Н. Пахомова, І. Сотник є проблема управління відходами. Кожного року в Україні втрачається значна кількість матеріалів, які містяться у відходах, і потенційно їх можна переробити або знову повторно використати, адже наразі мільйони тонн з них направляються на полігони та сміттєзвалища. Дослідники даної проблеми зазначають [12, 16, 24], що вторинна сировина використовується дуже обмежено в українському виробництві. Отже, перетворення відходів у ресурси є необхідною складовою, щоб підвищити ефективність застосування ресурсів та перейти до реалізації замкнутих циклів в процесах виробництва, обігу та споживання. У циркулярній економіці, тобто енергозбереження, регенеративно екологічно чистого споживання і виробництва всі викинуті матеріали стають цінними ресурсами, доступними для використання іншими учасниками.

Завдання упровадження екологічно чистого виробництва, рециркуляції, ресайклінгу і утилізації побутових відходів залишається актуальним і до сьогодні.

Щоб ефективно застосовувати рециклінгові технології необхідно отримати базові знання про принципи управління відходами відповідно до ієрархії запобігання появі нових відходів та управління ТПВ, щоб на завершальному етапі створити дорожню карту для реально чинного майбутнього місцевого плану управління відходами.

Важливо акцентувати увагу на так званій ієрархії відходів, яка стверджує, що запобігання утворенню відходів є найбільш безпечним для навколишнього середовища варіантом, за яким слідують ресайклінг, механічна переробка, переробка сировини, апсайклінг, рекуперация енергії, спалювання та захоронення, що вважається важливою стратегією сталого розвитку.

1.2 Принципи ефективної системи управління відходами

Вплив діяльності людини на навколишнє середовище стрімко зростає, що призводить до екстенсивного використання природних ресурсів, істотного порушення рівноваги в навколишньому середовищі і зменшення природно-ресурсного потенціалу. Отже, люди витрачають ресурси швидше, ніж природа може їх відновити, зумовлюючи виснаження їх запасів і втрати біорізноманіття, а також зниження продуктивності сільськогосподарських угідь, погіршення якості води.

Для забезпечення сталого розвитку необхідно впроваджувати стратегії, що спрямовані на ефективне управління ресурсами, використання відновлюваних джерел енергії, захист екосистем та промоцію відновлювальних методів виробництва. Дані заходи сприятимуть підтримці екологічної рівноваги і забезпеченню майбутнього збереження природних ресурсів для нащадків. Це ставить на перший план проблему раціонального використання вторинних ресурсів.

Одним з основних джерел вторинних ресурсів є відходи, утворювані як виробничою, так і споживчою діяльністю людей. Незважаючи на те, що тверді відходи є джерелом забруднення довкілля, оскільки неправильне управління ними може призвести до забруднення ґрунтового ґрунту, повітря та водних ресурсів, а також створення негативного впливу на екосистеми та здоров'я людей; відходи можуть бути використані як ресурси для виробництва вторинних матеріалів. Цей процес, відомий як рециклінг, дозволяє відновлювати та переробляти відходи з метою отримання нових матеріалів чи виробів, водночас сприяє зменшенню потреби у нових первинних сировинах, збереженню енергії та зниженню викидів парникових газів, пов'язаних з видобутком та виробництвом нових матеріалів.

Таким чином, правильне керування відходами може сприяти не лише зменшенню забруднення навколишнього середовища, але й створенню цінних вторинних ресурсів, які можуть бути використані в нових процесах виробництва, сприяючи переходу до більш сталої та ефективної моделі використання ресурсів (рис. 1.4).

Зростаючий небезпечний вплив на навколишнє середовище та послідовні цілі щодо збільшення рівня переробки призвели до необхідності впровадження технологій переробки. Процес ресайклінгу часто відрізняється залежно від товару та місцевості та включає: збір, обробку та переробку в новий продукт. Удосконалення технологій перероблення призвело до інноваційних рішень утилізації (рециклювання) [26, 32, 36, 38].

Матеріали, що підлягають переробленню, виробляються споживачем або підприємством, а потім збираються приватним перевізником або державною організацією. Після чого матеріали транспортуються до об'єкта обробки, такого як об'єкт відновлення матеріалів або обробник паперу. На переробному підприємстві вторинну сировину сортують, очищають від забруднюючих речовин і готують до транспортування на розмелювальний завод або безпосередньо на виробниче підприємство. Деякі товари можуть потребувати додаткової обробки для додаткового сортування та знезараження. Наприклад, скло та пластик часто відправляють відповідно на заводи зі збагачення скла та регенерації пластмаси, де їх переробляють у форми, готові до виробництва. Після завершення всієї необхідної обробки вторинна сировина перетворюється на нові продукти на заводах з переробки або інших підприємствах, таких як паперові фабрики чи підприємства з виробництва пляшок.

Науковцями відзначено [16, 31, 41, 44, 47], що Важливу роль у сфері поводження з відходами відіграє «Практика 3R» («Reduce, Reuse, Recycle») запропонована у 2004 році Урядом Японії на саміті «Великої вісімки», і відображає стратегію ефективного управління відходами.

1. Принцип Reduce (зменшити) покликаний мінімізувати обсяг відходів, створених в процесі виробництва та споживання, зменшення використання матеріалів, ресурсів та енергії, а також запобігання утворенню відходів на початковому етапі. Це може бути досягнуто шляхом впровадження екологічної концепції у дизайні продуктів, використання енергоефективних технологій, усунення зайвих упаковок тощо.

2. Принцип Reuse (використовувати повторно) передбачає використання предметів або матеріалів повторно, замість їх утилізації, тобто включаючи використання вторинної упаковки, ремонт або відновлення продуктів, переробку та перероблення матеріалів для подальшого використання.

3. Принцип Recycle (переробляти) полягає у використанні відходів як сировинного матеріалу для виробництва нових продуктів, що включає сортування відходів, їх переробку та використання вироблених матеріалів для створення нових продуктів.

Впровадження практики 3R в сфері поводження з відходами дозволяє зменшити негативний вплив на довкілля, зменшити потреби у використанні первинних ресурсів і мінімізувати відходи, які потрапляють на полігони сміття.



Рисунок 1.4 – Вдосконалення управління відходами за принципами ЄС

Технологічна сингулярність розкриває прихований потенціал існуючої промислової практики, допомагаючи підприємствам досягти точки, коли наукові досягнення і технічні інноваційні рішення стають настільки швидкісними і ускладненими, що виявляється недоступним для розуміння людським інтелектом. Інноваційність технологій повинна розглядатися не тільки як чинник забезпечення екобезпеки, а також як фактор, який зумовлений забезпечити компенсацію витрат на утилізацію.

У зв'язку зі зростанням стурбованості щодо стану навколишнього середовища і зростанням обізнаності більш екологічних методів, технологічний розвиток став обов'язковим у ресайклінгу.

Згідно зі міжнародними звітами про тверді побутові відходи, рівень переробки в усьому світі, у таких країнах, як Німеччина, Словенія та інші європейські країни, перевершує рівень переробки в США лише на рівні 32% (включаючи компостування) [41]. Морфологічний склад відходів, залежно від рівня розвитку країн та їхнього поділу на розвинуті, перехідні й малорозвинуті, представлений у табл. 1.

Таблиця 1 – Розподіл відходів за категоріями в країнах ЄС, 2021 р., %

Види відходів	Тип країн		
	малорозвинуті	перехідні	розвинуті
Пластик	0,5	12,0	7,0
Папір	1,5	16,0	35,0
Метали	1,0	1,5	7,0
Органіка	65,0	45,0	26,0
Скло	4,0	1,5	11,0
Текстиль, гума, шкіра	7,0	15,1	3,0
Інше	23,0	9,0	13,0

Як відомо з літературних джерел, виробництво з повторно переробленого паперу використовує на 65% менше води, на 75% менше забруднює повітря, на 35% – воду. Придатна на макулатуру 1 тонна паперу економить 4,000 кВт·год електроенергії; – під час переробки бою скла споживається на 50% менше води та на 25-50% – електроенергії [41, 45].

1.3 Аналіз важливих аспектів управління відходами враховуючи вимоги законодавства ЄС

Увага світового співтовариства спрямована на регулювання законодавчих вимог щодо моделей керування відходами, адже це є важливим елементом забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку усіх країн.

Згідно з підрахунками Європейської Природоохоронної Агенції, у країнах-членах Європейського Союзу щорічно продукується 1,4 млрд. тонн відходів, що становить 3,5 тонни на кожного громадянина. Загальний обсяг відходів розподіляють п'ятьма категоріями: промисловими, гірничодобувними, будівельними та твердими побутовими. Зростаючі темпи накопичення відходів становлять проблему для розвинених країн і є драйвером постійного удосконалення законодавства, який відповідає за сферу поводження відходами.

У низці літературних джерел вказано документи трьох основних категорій: основне законодавство щодо управління відходами, директиви, що стосуються окремих категорій відходів, а також спеціальні методи регулювання процесів їх рециклінгу.

Важливі норми та принципи керівництва у сфері відходів встановлені в таких документах, як Рамкова Директива про відходи 75/442/ЄЕС (є базовим законом ЄС), Директива про небезпечні відходи 91/689/ЄЕС, Директива 96/61/ЄС про запобігання забрудненню та його контроль а також Постанова Європарламенту та Ради (ЄС) № 1013/2006, що стосується транспортування відходів [2, 3, 29, 38].

Важливими є законодавчі вимоги, що стосуються методики регулювання процесів переробки, включаючи: Директиву Ради 1999/31/ЄС про наземні сміттєві звалища, Рішення Ради 2003/33 щодо критерій прийнятності відходів для наземних сміттєзвалищ та Директиви Ради та Європарламенту 2000/76/ЄС про спалювання відходів [18, 21, 24, 32].

Уряди розвинених країн і міжнародні організації створили різноманітні програми й стратегії, спрямовані на досягнення сталого розвитку. Крім того, прийняті конвенції та протоколи на глобальному та національному рівнях, серед яких важливе значення має Кіотський протокол. Цей протокол ратифікований 180 країнами світу і спрямований на зменшення викидів парникових газів для боротьби з глобальним потеплінням.

Деякі країни розвиненого світу, такі як Німеччина, Швеція, Швейцарія та Японія, мають високий рівень вторинного використання ТПВ, впроваджуючи ефективні системи сортування, переробки та використання відходів, що дозволяє використовувати їх у виробництві нових матеріалів, виробів або енергії (табл. 2).

Таблиця 2 – Характеристика вторинного використання ТПВ у деяких країнах світу

Країна	Характеристика управління відходами
Швеція	Переробляється 99% усього сміття, з якого отримують паливо й сировину для виробництва. Країна настільки успішна в цій сфері, що імпортує сміття з інших держав.
Німеччина	Утилізація відходів здійснюється завдяки їхньому сортуванню та подальшій переробці. Відходи, які не підлягають переробці, спалюються з отриманням тепла й електроенергії. Не передбачені санкції, практикуються заохочення сортування сміття.
Австрія	Упроваджуються нові технології перетворення відходів на ресурс, коли сміття стає сировиною для виробництва нових речей. Застосовують біотехнологію, яка дозволяє розщеплювати пластик. Так забезпечується «колообіг пластику»: відходи від одного продукту використовуються для створення іншого.
Велика Британія	Є одним зі світових лідерів у технології перетворення харчових відходів на енергію із застосуванням «анаеробного розщеплення» – використання бактерій для переробки харчових відходів, отримання біогазу й біодобрив. Місцева влада регулює вартість роздільного збору через стягнення плати за надання ємностей для змішаних відходів, але контейнери для компостування і роздільного збору надають безкоштовно.
США	Управління відходами на рівні міст здійснюється в комплексі, де задіяні муніципальна влада, приватний бізнес, а також населення відповідно до програм.
Польща	Сортування відходів здійснюється на 5 фракцій, які згодом утилізуються як вторинна сировина. Відходи, які неможливо переробити, захороняються на полігонах ТПВ із системою дегазації для отримання тепла й електроенергії.
Франція	Система утилізації відходів передбачає сортування відходів на 2 фракції: вторинна сировина й інші відходи. Передбачені урни для одягу. Немає покарань чи заохочень.
Фінляндія	Зручні точки збору відходів мають як житлові будинки, так і магазини й підприємства. Практикується система заставної вартості упаковки, коли під час купівлі продукту покупець платить ще й за упаковку.
КНР	Вторинною переробкою ТПВ займаються як державні, так і приватні середні, сімейні компанії. Виділяється достатньо фінансів на наукові дослідження і втілення інноваційних технологій у галузі вторинної переробки ТПВ.
Південна Корея	Практикується розширена відповідальність виробника за поводження з відходами. У 2013 році уряд запровадив обов'язкову переробку харчових відходів із використанням спеціальних біорозкладних пакетів. 95% харчових відходів у цей час переробляються: у компост, корм для тварин, тверде паливо й газоподібний метан (за допомогою анаеробного зброджування).
Індія	Суттєві проблеми у системі поводження з відходами у вигляді затримок їхнього вивезення та накопичення надлишкових мас відходів у місцях їхнього первинного збирання у межах населених пунктів. Практикується термічне оброблення відходів, використання пластику для будівництва доріг.
Японія	Існує 6 нормативних документів, які стосуються окремих продуктів, що відображають концепцію розширеної відповідальності виробників, діють «Закон про сприяння ефективному використанню ресурсів» і «Закон про зелені закупівлі», «Закон про поводження з відходами та публічне очищення».

Аналізуючи ефективну систему ресайклінгу в сфері ресурсозбереження, слід звернути увагу на економічну та екологічну ефективність. Враховуючи економічну доцільність, рециклінг повинен бути фінансово прийнятним і конкурентоспроможним порівняно з іншими методами поводження з відходами, тобто вартість збору, сортування, переробки та використання вторинних матеріалів повинна бути оправданою і можливою для бізнесу: коли відновлені матеріали або продукти можуть бути продані на ринку з прибутком. Необхідною передумовою визначення економічної ефективності рециклінгу є аналіз витрат і прибутків, оцінка ринкових умов і перспективи попиту на вторинні матеріали. Іноді економічні переваги можуть бути забезпечені завдяки підтримці уряду, фінансовим стимулам або розвитку ринків відновлених матеріалів.

Незважаючи на зусилля та зобов'язання, спостерігається продовження деградації екосистем, хоча були досягнуті певні поліпшення, наприклад, у використанні альтернативного палива та енергії, а також у скороченні використання первинних ресурсів [15] зростання споживання. Навіть хоча останнє десятиліття принесло прогрес у розвитку екологічних виробничих процесів, широкомасштабне антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище не зупиняється.

1.4 Технології блокчейн як інноваційний інструмент управління відходами

Технологія блокчейн зазвичай асоціюється з криптовалютами, її можливості виходять далеко за межі цифрових активів. В якості децентралізованої цифрової книги, що забезпечує постійно і незмінно запис транзакцій, блокчейн може вплинути на покращення ефективності та безпеки муніципальних послуг, а також поліпшити системи управління відходами.

Ще одним важливим аспектом реформи є впровадження Єдиної державної електронної системи для управління відходами (е-відходи) [8, 40]. Ця система забезпечує збір, обробку, збереження, використання та обмінювання даними та документами у системі відходів у електронному форматі. Вона також сприяє

електронній взаємодії між особами, як фізичними та юридичними, органами державного і самоврядування на місцях з метою дотримання законодавства у сфері відходів.

Blockchain – це система, в якій існує послідовне зв'язування блоків. Кожен блок містить деяку кількість даних і унікальний ідентифікатор, відомий як хеш, який також включає в себе хеш попереднього блока. Таким чином, блоки утворюють ланцюг, де зміни в одному блоку автоматично відображаються на всіх попередніх блоках, що гарантує цілісність і недоступність для змін даних [1, 3, 40].

Ця нова система, відома як «блокчейн» для відходів, яка дозволяє відстежувати генерацію, транспортування та переробку відходів. Отже, допомагає кінцево позбутися «нічийного» сміття та стає орієнтиром для інвесторів, які можуть прозоро оцінити розмір інвестицій.

Україна єдина європейська держава, де не існує системи розширеної відповідальності виробника, яка передбачає принцип «забруднювач платить», де виробник несе відповідальність за переробку упаковки, яку він випускає.

Розширена відповідальність виробника – це механізм, який вимагає, щоб виробники товарів створювали організації індивідуальної або колективної розширеної відповідальності виробника (ОІРВВ або ОКРВВ) [6, 10, 22, 31, 35]. Це означає, що самі виробники несуть фінансову та організаційну відповідальність за збір, рекуперацію та інші методи відновлення відходів, що утворюються після реалізування і споживання їхньої продукції.

Згідно закону 2320-ІХ, який надає правові механізми щодо впровадження розширеної відповідальності виробника (РВВ) в Україні, при умові схвалення окремих законопроектів, які чітко регулюють механізми її упровадження. Ці законопроекти стосуються питань упакування та відходів упаковки, батарей і акумуляторів, відходів електричного та електронного обладнання та інших аспектів.

Впровадження відповідальності виробника через сортування та рекуперацію відходів сприятиме розвитку циркулярної економіки в Україні, тобто створення нових робочих місць, залучення інвестицій і збільшення ВВП. Внаслідок цього,

громади зможуть знизити кількість відходів, пов'язаних з упаковкою, до третини без суттєвого підвищення тарифів для мешканців.

Упродовж останніх 30 років Європа успішно реалізувала вище вказаний механізм, який продемонстрував свою високу ефективність. Отже, на даний час Європі вдається переробити до 80% відходів упаковки, що свідчить про його успішне впровадження і сприяння сталому управлінню відходами.

Для громад місцевого самоврядування такий механізм можна порівняти з рятівним кільцем у вирі сміття, яке вони щодня створюють. На першому етапі впровадження РВВ в громадах допомагатиме зменшити обсяг побутових відходів, зокрема упаковки, на третину. Важливо відзначити, що це буде досягнуто без підвищення тарифів, що є важливою політичною темою на місцях, оскільки витрати частково будуть враховані в ціні продукції.

Наразі питання про впровадження розширеної відповідальності виробника ще не було остаточно вирішено, і команди підтримки реформ Міністерства екології та природних ресурсів та Міністерства регіонального розвитку обговорюють цю ідею. Згідно з попередніми пропозиціями цих команд, збирання та рециклінг відходів упаковки за кошти виробника будуть поширені на всю територію України протягом 7 років після прийняття спеціальних законів.

Розпочавши роботу наприкінці 2017 року, уряд затвердив Національну стратегію управління відходами в Україні, а у 2019 році був прийнятий Національний план управління відходами до 2030 року (Додаток В). Експертні команди, що надають підтримку реформам вказаних Міністерств, працювали над викладенням рамкового законопроєкту з керування відходами. У липні 2020 року цей законопроєкт був проголосований депутатами у Парламенті на першому читанні.

Однією з головних передумов реформи управління відходами є те, що на сьогоднішній день Україна знаходиться у складній ситуації, де фактично перетворилася на неорганізоване, стихійне сміттєзвалище. Крім того, ця проблема стала ще серйознішою через накопичення відходів під час військових дій (потрібно враховувати, що актуальні дані можуть бути ще більш драматичними через повномасштабне військове вторгнення).

Протягом останніх 30 років в Україні існує система, де відходи просто «закопуються». У такій системі діє монополія перевізників, які контролюють фінансовий потік. Однак, комплексна послуга керування відходами, яка включає збір, транспортування, сортування, переробку та захоронення відходів, фактично обмежується лише вивезенням сміття. Що стається з відходами після цього та куди вони потрапляють, дуже складно відстежити. Ця ситуація є однією з причин, чому стихійні сміттєзвалища існують досі, а винних практично неможливо притягнути до відповідальності.

В останньому пункті вказано, що Адміністратор є гарантом для інвесторів, а отже має можливість забезпечити довгострокове інвестиційне фінансування проєктів у сфері управління відходами, оскільки в сучасних умовах неможливо гарантувати інвесторам постачання необхідного обсягу відходів для переробки, яке є важливим для досягнення рентабельності та окупності їх інвестицій. Виконавчі комітети при органах місцевого самоврядування, які затверджують тарифи, не можуть виступати гарантами для інвесторів, оскільки не мають контролю над коштами, які сплатили споживачі послуг [16, 22, 32, 38].

Реформи управління відходами є однією з найбільш масштабних екологічних реформ, оскільки їх мета полягає в імплементації в Україні восьми Директив Європи, що включають рамкову Директиву про відходи, Директиву про захоронення відходів, Директиву про промислове забруднення (зокрема, спалення відходів), Директиву про упакування та відходи упакування, щодо батарей та акумуляторів, про відходи обладнання як електричного так і електронного, про відходи видобувної промисловості та Директиву щодо транспортних засобів із відпрацьованим ресурсом. Також важливою складовою цієї реформи є Директива щодо обігу одноразової пластикової продукції. Вони потребують доопрацювання та уточнення.

Запроваджений закон впроваджує основні європейські положення та підходи щодо керування відходами. Проте, його головним недоліком є збереження неефективної ліцензійної системи, що відзначаються експертами БМФ «Екологія-Право-Людина». Варто зазначити, що ідеальних законів не

існує, тому під час реалізації закону можуть виникати й інші проблеми. Проте, громадянське суспільство спільно з владою може виявляти ці проблеми та працювати над ними, усуваючи їх недоліки. Послідовна та спільна робота сприятиме досягненню загального добробуту шляхом зменшення обсягу відходів та поліпшення в Україні екологічної ситуації.

Застосування технології блокчейну сприяють покращенню енергоефективності у комунальному секторі міста, шляхом аналізу даних, що зберігаються в блокчейні, для проектування енергетичних мереж. Також відходами можна оптимізувати шляхом використання рішення на основі блокчейн, яке відстежує стан сміттєвих баків, оснащених датчиками, та визначає пріоритетність розміщення сміттєвозів у місцях, де баки заповнені, замість того, щоб слідувати попередньо визначеним маршрутам (рис. 1.5).

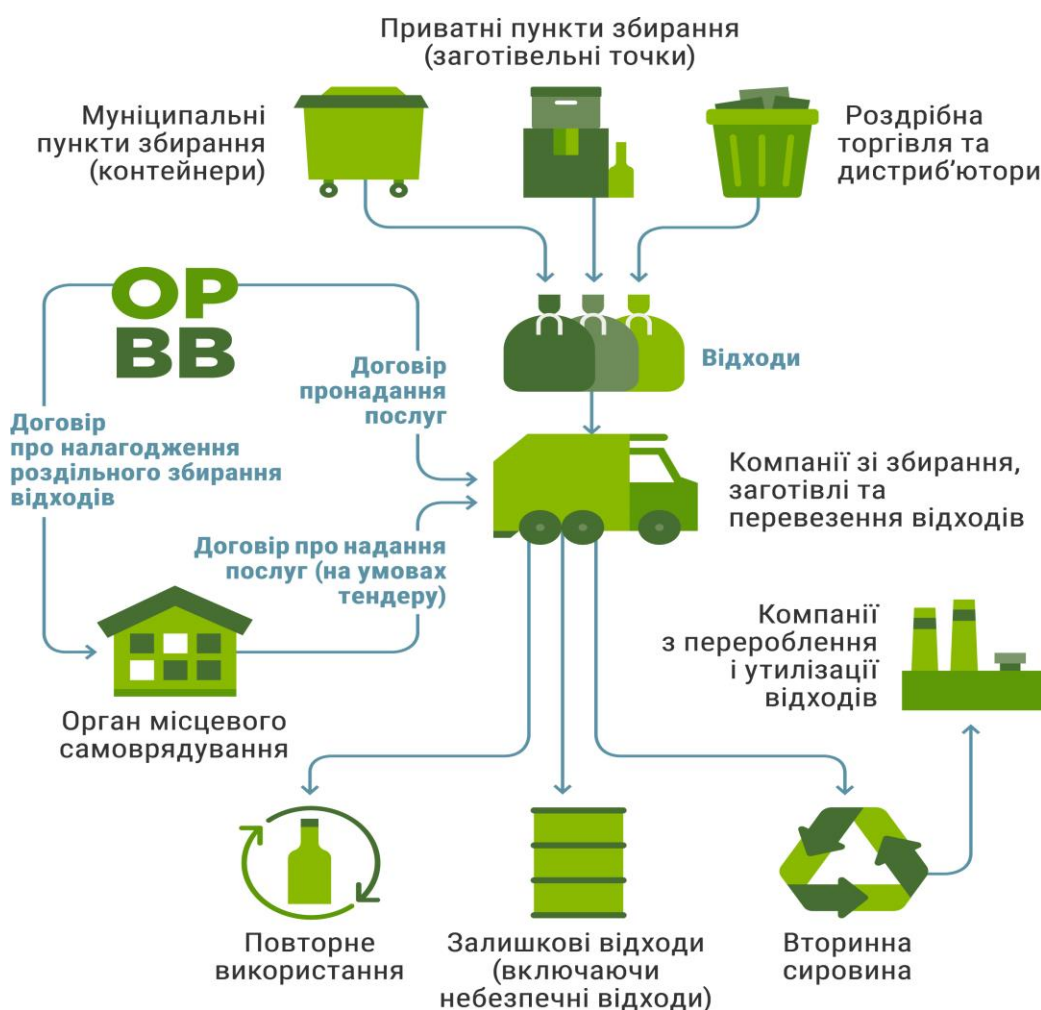


Рисунок 1.5 – Управління відходами на основі замкненого циклу

Споживчу цінність ТПВ можна частково або повністю втратити через проблеми в логістиці (неправильне зберігання, неякісну доставку). У Європі лідерами з впровадження ефективних логістичних схем у сфері рециклінгових технологій є Швейцарія, Німеччина й Велика Британія. Зазвичай, під час впровадження таких проєктів співпрацюють кілька муніципалітетів, які спільно організують збір та вивезення відходів з метою подальшого ефективного сортування та управління ними (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Ефективна логістична модель у сфері рециклінгових технологій

Як свідчить практика цих країн, якість послуг зі збирання, перевезення, переробки й утилізації відходів підвищується паралельно з розвитком бізнесу з переробки сміття у вторинну сировину, яку далі використовують для виробництва безлічі різних товарів. Це скеровує всю логістичну систему в конструктивне ринкове русло, породжує конкуренцію підприємств-операторів, тобто тих фірм, які, зокрема, сортують і переробляють сміття [8, 12, 19, 27].

Тверді побутові відходи, які продукуються населенням, мають великий потенціал рециклінгу. Для їхнього успішного повторного використання необхідно вдосконалити сортування та логістику, урахувавши передовий європейський та світовий досвід, адаптувавши його до умов України.

У підсумку, у певних громадах або районах міст, будуються первинні сортувальні станції, які отриману сировину будуть передавати вакуумно й екологічно безпечно на єдину, за межами міста (громади), вторинну сортувальну станцію, на виході з якої буде максимально відсортована сировина й біопалива.

2 ОБ'ЄКТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Більшість досліджень щодо кінетики та структури накопичення відходів базуються на загальноекологічних підходах. У цих дослідженнях використовується основний метод, а саме метод структурних функцій, який дозволяє вирішувати основні завдання в дослідженні.

За допомогою порівняльних, систематичних та загальних методів було здійснено порівняння та систематизацію методів управління відходами, які застосовуються в європейських країнах та Україні.

Основною інформаційною базою дослідження є законодавчі та нормативні акти України, дані Державної служби статистики України, Департаменту екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації, матеріали стосовно аналізу відходів міжнародних організацій, нормативні документи обласних та місцевих організацій, наукові праці стосовно сфери поводження з відходами українських та закордонних вчених, інформаційні ресурси мережі Інтернет та інша довідкова література.

2.1 Загальні відомості про ТзОВ «ГрінЕра Україна» та його виробничу діяльність

Досліджуване підприємство ТзОВ «ГрінЕра Україна» – інноваційна компанія у місті Львові, яка з 2016 року функціонує на ринку України, надаючи комплексні послуги європейських рівнів зі збору, сортування та утилізації твердих побутових відходів (новий перевізник). Від так, на території області діє 4-х фракційна роздільна система збору ТПВ із застосуванням контейнерів закритих типів, які розподіляються на: змішані відходи, вторинна сировина, органіка та скло.

За результатами моніторингових досліджень Департаменту екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації (IV квартал 2022 р.) щодо «Стану довкілля у Львівській області» визначено, що щорічно в області утворюється більше 2 млн тонн відходів IV класу небезпеки, переважна більшість з яких ТПВ. В області нараховується 20 діючих сміттєзвалищ. Загальна площа

земель, зайнята під сміттєзвалища, перевищує 151 га (враховуючи закрите сміттєзвалище ЛКП «Збиранка», яке знаходиться в стадії рекультивації). Переважна їх більшість працює в режимі перевантаження, тобто з порушенням проектних показників щодо обсягів накопичення відходів [4] (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Розташування об'єктів захоронення ТПВ на території Львівської області

Водночас сміттєсховища є джерелом інтенсивного забруднення ґрунтів, атмосфери та підземних вод. Згідно зі статистичними даними, на території Львівської області налічується понад 219 млн т відходів, з них 36,886 тис. т відходи I-III класу небезпеки.

2.2 Методичні директиви щодо оцінки еколого-економічного маркетингу відходів

У минулому столітті зростання промислового виробництва та усвідомлення наслідків забруднення довкілля спричинили зміну в ставленні людей до природи. Виникла необхідність знаходити рішення для вирішення актуальних проблем і досягнення позитивних результатів у сфері сталого виробництва та споживання.

Директиви щодо оцінки еколого-економічної ефективності керування відходами спрямовані на визначення результативності заходів і стратегій,

спрямованих на зменшення обсягів промислових відходів та поліпшення стану довкілля, закладені у працях таких науковців, як В. Тимчак, Т. Шевченко, С. Фролов, А. Войціховська [3, 24, 31, 32]. Ці положення надають інструменти та методики для оцінки, які допомагають з'ясувати, наскільки ефективними є вжиті заходи, як вони впливають на скорочення відходів та якість навколишнього середовища. Основні складові таких методичних положень акцентують увагу на наступних ключових положеннях:

- необхідність чітко сформулювати цілі і завдання перед оцінкою ефективності управління промисловими відходами, наприклад, зменшення обсягу відходів, підвищення рівня переробки та використання вторинної сировини, зменшення негативного впливу на довкілля тощо;
- для оцінки ефективності управління промисловими відходами необхідно виявити всі типи відходів, які виникають в промислових процесах, включаючи класифікацію відходів за їхньою природою, властивостями та потенційним впливом на довкілля;
- визначення небезпеки та потенційного впливу промислових відходів на довкілля та здоров'я людей є важливим етапом оцінки ефективності, а саме включає оцінку токсичності, стійкості до розкладу, можливості накопичення в екосистемі тощо;
- на основі аналізу відходів і їхнього потенційного впливу розробляють стратегії та заходи з управління промисловими відходами (стратегії зменшення відходів на джерелі, переробки та використання).

Будь-яке виробництво не може бути повністю безвідходним і завжди в певній мірі негативно впливає на навколишнє середовище. Навіть застосування сучасних технологій не усуває утворення відходів та викидів. Підприємствам постійно постають актуальні проблеми, такі як якість матеріалів, втрати води та тепла, надмірне споживання енергоресурсів, накопичення великих обсягів відходів та стічних вод, а також недостатній контроль за викидами в атмосферу. Комплексне розв'язання цих проблем за допомогою впровадження раціонального екологічного управління дозволяє досягти максимальних переваг для навколишнього середовища і бізнесу.

Методика ресурсо- та енергоефективного, а також екологічно чистого виробництва може бути впроваджена на будь якому підприємстві, незалежно від його галузі та масштабів виробництва, яке виробляє товари або надає послуги. Максимальна ефективність даної методики (рис. 2.2) досягається за умови її постійного застосування та дотримання принципів і підходів, що дозволяє систематично покращувати отримані результати [22].



Рисунок 2.2 – Вирішення виробничих проблем шляхом впровадження ресурсоефективного та чистого виробництва

Безпосереднє внесення відходів у навколишнє середовище має найбільш шкідливий вплив зумовлюючи забруднення водних об'єктів, повітря та ґрунтового покриву. Неправильне захоронення відходів, яке не відповідає санітарним та екологічним нормам, також призводить до негативних наслідків у функціонуванні екосистем та для здоров'я населення. Крім того, інші процеси поводження з твердими відходами, такі як спалювання та інші види рекуперації, транспортування, виділення пилу і емісія газів, також призводять до забруднення довкілля.

Циклічна економіка фокусується на принципі відповідального споживання та ефективного використання ресурсів, уникаючи втрати. Відходи перетворюються на цінну сировину для створення нової продукції, тим самим забезпечуючи користь і уникнення негативного впливу на довкілля.

У майбутньому, Україна планує відмовитися від використання полігонів як єдиного способу утилізації відходів і рухатися в напрямку сортування побутових відходів та їх подальшого перероблення, повторного використання або утилізації з видаленням лише залишкових відходів на відповідні «регіональні» полігони, які відповідають стандартам ЄС. Основною стратегією є створення комплексної системи управління побутовими відходами (КППВ), в яку будуть залучені приватні сектори як оператори та інвестори. У середньо- та довгостроковій перспективі планується створення в Україні такої системи, яка буде на рівні передового досвіду країн-членів ЄС та забезпечуватиме належний захист здоров'я населення та навколишнього середовища [25, 28, 34].

2.3 Впровадження сучасних технологій рециклінгу твердих побутових відходів

Останніми роками Європейський Союз намагається вирішити проблеми з відходами та забрудненням довкілля шляхом впровадження концепції «циркулярної економіки» або «економіки замкнутого циклу».

Валоризація: шляхом створення енергії з продуктів на основі палива і так далі. Це відкриті двері для інновацій і велика надія на стабільне майбутнє. Довгострокова життєздатність цих процесів є безперечною, тому що за допомогою цих шляхів валоризації поводження з відходами стає дуже систематичним, зі зменшенням кількості місць на звалищах, нижчою ціною та мінімізацією забруднення.

Циркулярна економіка – це модель економічного розвитку, яка спрямована на досягнення сталого зростання без шкоди навколишньому середовищу та підвищення соціальної складової розвитку суспільства. Ця модель максимізує позитивні результати, такі як добробут, зайнятість, повторне використання та переробка матеріалів, і водночас забезпечує відновлювальні, регенеративні та системні функції. Циркулярну економіку слід розглядати як цілісну систему [45], яка сприяє реалізації цілей сталого розвитку, є інклюзивною і забезпечує доступ кожного до переваг такого розвитку, що заснована на розробках фонду Еллен

МакАртур (рис. 2.3). Основою для переходу від традиційної лінійної моделі економіки до замкненої є ремануфактурінг, який являється офіційною доктриною і входить до Концепції сталого розвитку.

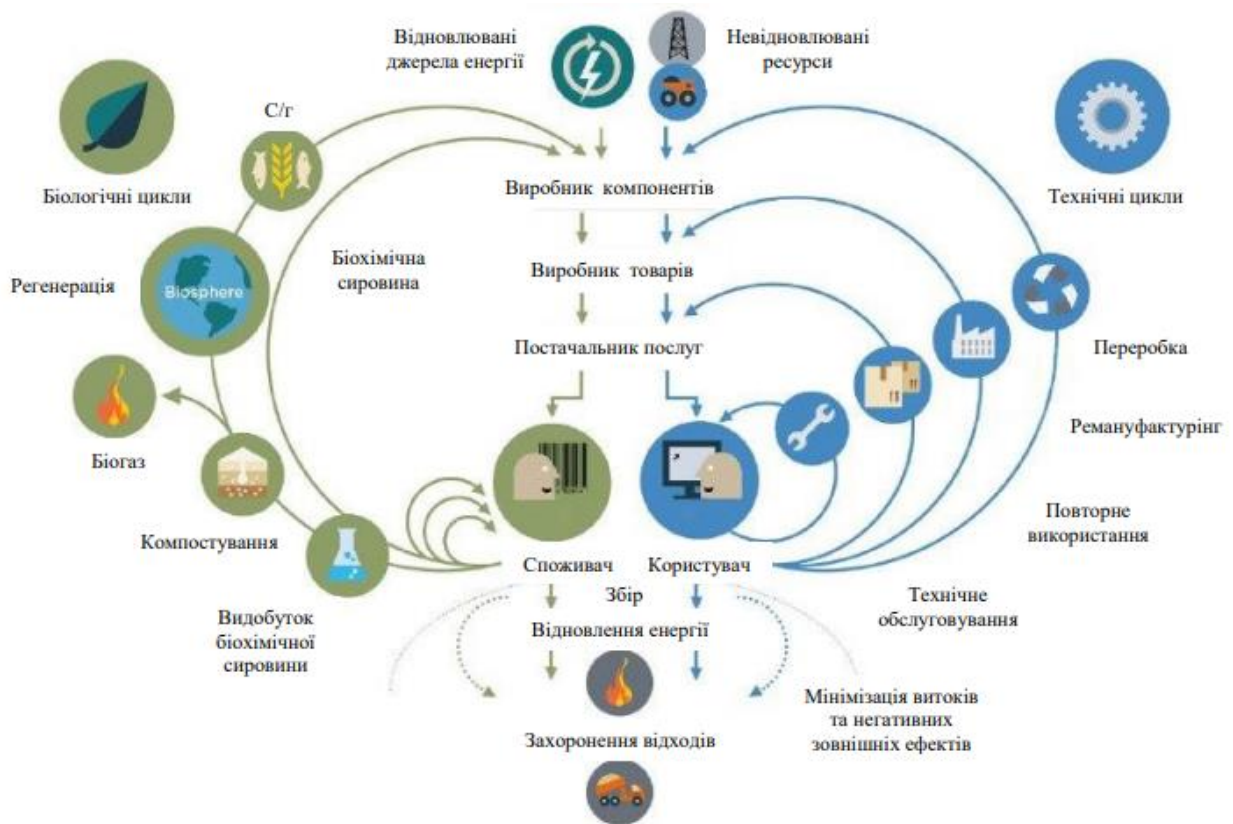


Рисунок 2.3 – Модель циркулярної економіки (фонд Елен МакАртур (EMF))

Ремануфактурінг – промисловий процес, що перетворює використані вироби на продукцію з тією самою якістю, функціональністю та гарантією, що і нові продукти. При цьому робиться акцент на тому, що продуктивність після відновлення буде не нижче початкових технічних характеристик. Згідно з дослідженнями, при ремануфактурінг продукт зберігає до 85% своєї початкової цінності [45, 47].

Підприємства, які спеціалізуються на збиранні, вивезенні та утилізації відходів, повинні відповідати встановленим правилам та виконувати нові природоохоронні норми, що постійно зростають і вимагають збільшення фінансових витрат та інвестицій.

Згідно з даними Державної служби статистики України, публікацій науковців [1,7] на дану тематику, Україна щороку все більше продукує побутових і промислових відходів (табл. 2.1), проте, фактично не використовує їхній «прихований» потенціал.

Таблиця 2.1 – Поводження з побутовими та промисловими відходами в Україні, 2012-2020 рр., тис. т
(за матеріалами Державної служби статистики України)

Напрями поведження з відходами	Роки									2020р. до 2012р.	
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	+/-	%
Зібрано ППВ	13878,0	14501,0	10748,0	11491,8	11562,6	11271,2	11857,2	11792,7	12634,9	2278,4	122,00
Видалено ППВ	9362,7	9504,4	5893,8	6233,0	6089,5	6469,0	7171,2	7099,0	7521,5	491,5	106,99
Зокрема видалено на спеціально обладнані звалища	5175,1	5178,5	3397,9	4149,3	4208,1	4417,5	4885,8	5043,6	5134,4	812,9	118,81
Спалено ППВ з метою отримання енергії	149,9	147,6	149,0	254,3	257,3	244,4	205,5	198,5	163,7	9,7	106,30
Спалено ППВ без отримання енергії	78,6	2,9	3,8	2,1	2,0	1,2	1,0	1,0	0,7	-97,8	0,71
Утилізовано ППВ	57,4	9,4	3,8	4,0	6,5	16,5	16,7	0,1	4,5	-70,0	6,04
Зокрема компостовано	-	3,7	0,0	0,4	0,0	8,2	7,9	0,01	0,01	-	-

Проаналізувавши отримані дані, можна відзначити, що протягом 2012-2020 рр. обсяги цих відходів зросли на 22%, і становили у 2020 році 12634,9 тис. тонн. Із загального обсягу утворених відходів видалено на спеціально обладнані звалища 40,64%, спалено з метою отримання енергії – 1,3%, утилізовано – 0,04%. Продукування ППВ за останні 9 років у розрахунку на одного жителя збільшилось на 33,5%, і становило у 2020 році 302,7 кг [7, 19, 38]. Для порівняння: у Бельгії, Великобританії та Німеччині ця цифра сягає 340-380 кг/рік, в Австрії та Фінляндії – близько 600 кг, проте, у цих країнах майже усі ТПВ переробляються [41, 43].

Під час розгляду питання управління відходами необхідно враховувати значення земельних ресурсів, зокрема проблеми пов'язані з оцінкою їх вартості та негативного впливу на них. Важливе значення цих аспектів обумовлено тим, що будь яке виробництво у певний спосіб впливає на ці ресурси. Деякі види впливу можуть бути прямими, пов'язаними з розміщенням та зберіганням відходів виробництва на певних територіях, тоді як інші можуть спричиняти забруднення або виснаження самого ґрунтового покриву.

Для отримання більш точної оцінки вартості земельних ділянок рекомендується науковцями (І. Годованою, І. Терещенком, Т. Аніа) впровадити додатковий екологічний коефіцієнт, який враховуватиме такі фактори, як токсичність відходів, ймовірність негативного екологічного наслідку, цільове призначення території та потребу в додаткових капітальних вкладеннях на рекультивацію землі. Варіюється екологічний коефіцієнт у межах від 0,35 до 0,7, знижуючи вартість забрудненої земельної ділянки, приймаючи до уваги екологічну небезпеку і економічні витрати на мінімізацію цієї безпеки [3, 9, 10].

Позитивний пріоритетний підхід та використання послідовних методів утилізації відходів у країнах ЄС дозволили досягти значних результативних переваг, розвиваючи власні цільові практики та передбачає розумне споживання за принципами «бери, виробляй, повторно використовуй». Україна ще тільки починає досягати мети у напрямку реалізації циркулярної економіки, використовуючи Національну стратегію поводження з відходами, а отже, нам потрібно приділити більше зусиль та уваги цьому напрямку.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.5 Характеристика утворення відходів на прикладі Львівської області

У 2022 році Львівська область посіла 21 місце в Екологічному рейтингу областей України. На основі аналізу зведених статистичних даних щодо поводження з побутовими відходами в Україні відмічено, що з усіх областей України тільки дві області – Львівська і Хмельницька частину відходів компостують. В цілому по країні цей показник складає 8824 т, тобто лише 0,08% від усієї кількості побутових відходів [7, 25, 30].

Слід зазначити, що відходи генеруються в Львівській області в масштабах суттєво вищих, ніж відбувається їх знешкодження та використання (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Динаміка генерування ТПВ у Львівській області

Рік	Кількість населення, тис. осіб	Обсяг зібраних ТПВ, тис. т	Питоме генерування ТПВ, кг/ особу/ рік
2018	2529,6	2139,3	847
2019	2522,0	2159,7	858
2020	2512,1	3121,1	1246
2021	2497,8	3688,6	1175

Порівняно з 2018 р., у 2020 році спостерігалось зростання обсягів утворення відходів у розрахунку на одну особу як для області загалом, так і для м. Львова зокрема. Так, у Львівській області цей показник зріс від 847,0 до 1246 кг/особу, тоді як у Львові – з 235,8 до 2009,9 кг/особу. Таке зростання пояснюється врахуванням обсягів відходів, зібраних підприємствами від домогосподарств.

Враховуючи природні та економічні фактори, основною складовою відходів, що утворюються в області, є тверді побутові та виробничі відходи IV класу небезпеки, які в основному, видаляються на полігони, сміттєзвалища, накопичувачі (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Основні показники утворення та поводження з відходами I-IV класів небезпеки у Львівській області у 2015-2020 рр. (за даними Головного управління статистики у Львівській області)

Показники	Обсяги відходів I-IV класів небезпеки, тис т					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Утворено	2953,3	2773,7	2483,0	2139,3	2159,7	3121,6
Утилізовано	325,8	482,7	603,0	354,5	327,7	403,2
Спалено	48,8	58,6	46,2	46,0	40,0	116,6
Видалено	1995,6	1642,5	1085,1	1200,0	1204,3	1945,7
Накопичено протягом експлуатації у місцях видалення відходів на кінець року, тис. т	230054,8	231799,7	232667,6	229519,0	222671,6	282592,1

У 2020 році загальний обсяг утилізованих відходів усіх класів небезпеки становив 403,2 тис т, та порівняно з 2019 роком збільшився на 23%. Обсяг відходів, які були спалені з метою отримання енергії у 2020 році становив 116,6 тис т, що втричі більше за показник 2019 року. У загальному обсязі відходів, утворених у 2020 році, відходи згоряння становлять 41,18% (1285,4 тис т), мінеральні відходи – 20,67% (645 тис т), відходи рослинного походження – 9,22% (287,85 тис т), тверді побутові відходи – 8,8% (274,64 тис т).

У деяких країнах Європи, а саме у Швеції, Норвегії, Данії, Нідерландах та інших, на сміттєзвалища потрапляє тільки невелика частина твердого побутового сміття, приблизно 7%. У порівнянні з цим, в Україні дана статистика становить понад 89% [4, 11, 31]. Тобто, більшість полігонів для твердих побутових відходів переповнені, 21% не забезпечують норм екобезпеки, а 32% без належної паспортизації. Щороку збільшується кількість стихійних звалищ до 26 тисяч. Окрім офіційних, 21 санкціонованих звалищах загальною площею 116,77 га, у Львівській області є численні несанкціоновані сміттєзвалища (табл. 3.3). Станом

на січень 2019 року таких було 41, площею понад 46 га. Отож близько 30 % сміття складають стихійно.

Таблиця 3.3 – Перелік найбільших діючих несанкціонованих сміттєзвалищ у Львівській області станом на 2019 р., за даними Львівської ОДА (Андрейчук, Безручко, Біланюк, 2021)

Адміністративний район	Населений пункт	Площа, га
Самбірський	м. Рудки	3,5
Старосамбірський	м. Добромиль	3,0
	м. Хирів	1,0
Миколаївський	м. Новий Розділ	6,2
Сколівський	с. Славське	1,2
Яворівський	м. Яворів	0,5
Жидачівський	м. Ходорів	2,5
	см. Журавно	2,7
Бродівський	с. Гаї-Смоленські	0,5
	Голубиця	0,6
	с. Лешнів	1,0
	с. Накваша	1,0
	с. Станіславчик	0,5
	с. Черниця	0,7

Найбільше сміттєзвалище на початок 2020 року у м. Стрий (площа 53,2 га). Менші сміттєзвалища по 10 га у містах: Жидачів, Сокаль, Самбір, а решта 16 сміттєзвалищ мають площі до 6 га. В області за даними моніторингу станом на 01.01.2021 року нараховується 20 діючих сміттєзвалищ (загальна площа земель перевищує 151 га).

Тому, важливо збалансувати комерційний інтерес з екологічними та соціальними перевагами рециклінгу. Хоча комерційний інтерес може стимулювати розвиток інфраструктури рециклінгу, також потрібно враховувати екологічну ефективність.

Екологічна ефективність рециклінгу зумовлює позитивний внесок у збереження природних ресурсів і зменшення негативного впливу на довкілля, яка оцінюється на основі різних аспектів, таких як зменшення використання первинних ресурсів, зниження енерговитрат, зменшення викидів парникових газів, зменшення обсягів відходів, зменшення забруднення ґрунтового та водних джерел. Важливими інструментами для визначення екологічної ефективності рециклінгу є аналіз життєвого циклу продукту, оцінка енергетичних та вуглецевих слідів, вивчення ефекту дематеріалізації.

Ці два питання взаємопов'язані і вимагають комплексного підходу для оцінки ефективності рециклінгу. Масштабна складова індексу ефективності рециклінгу відноситься до логістично організованої системи збору та доставки цінних ресурсних фракцій для подальшої обробки, рециклювання й утилізації відходів.

З точки зору економічної ефективності, всі відходи або їх компоненти класифікують на високоліквідні, які включають вторинну сировину високої якості та можуть бути перероблені локально, маючи попит на ринку (чорний і кольоровий металевий лом та інші подібні матеріали), та середньоліквідні, які охоплюють вторинну сировину середньої якості, продукти з яких є відносно популярними, але дохід від їх реалізації лише зрівноважує витрати на збір, транспортування, рециклювання та обробку (макулатура з картоном, змішана макулатура, полімери з домішками, текстильні відходи, фрагменти деревини, склобій та зношені шини). Запропонована П.В. Писаренком, М.С. Самойліком, О.Ю. Диченком, Ю.В. Добровольською класифікація дозволяє оцінити економічну цінність відходів та прийняти рішення щодо їх оптимального управління.

Згідно даних Національного проєкту [17, 18, 28] «Чисте місто» зібрано інформацію про морфологічний склад ТПВ для п'яти міст України (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Морфологічний склад ТПВ для п'яти міст, 2020 р., %

Компоненти	1	2	3	4	5	Середн.	Діапазон
Харчові відходи	30,0	35,5	43,6	45,6	29,4	36,8	30,0–45,0
Папір і картон	5,3	5,9	7,6	8,5	15,6	8,6	5,0–15,0
Скло	13,6	10,9	11,3	9,1	15,2	12,0	9,0–14,0
Текстиль	2,0	3,8	2,2	2,2	5,7	3,2	2,0–5,0
Деревина	1,6	2,5	0,1	1,4	2,0	1,5	0,1–2,0
Полімери	16,0	8,7	12,3	10,7	16,6	12,9	8,0–17,0
Чорні метали	1,0	0,3	0,6	1,2	2,0	1,0	0,3–2,0
Кольорові метали	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0–0,5
Небезпечні відходи	0,3	0,1	0,3	0,3	0,5	0,3	0,1–0,5
Кістки, шкіра, гума	0,5	1,6	0,4	0,9	0,8	0,8	0,5–1,5
Комбіновані відходи	0,5	0,9	0,4	1,0	-	0,7	0,4–1,0
Залишок, зокрема	29,1	29,4	20,9	18,7	11,9	22,0	12,0–30,0
дрібні будівельні відходи	0,3	2,8	3,4	3,2	3,2	2,6	0,3–3,5
вуличний змій, листя	6,1	0,5	0,3	0,0	3,4	2,1	0–6,0
гігієнічні засоби	3,1	3,7	2,6	2,8	3,6	3,2	2,3–3,5
інше	19,6	22,4	14,7	12,7	1,8	14,2	2,0–22,4
Теплотворна здатність, Дж/кг	9,4	7,5	8,3	8,4	11,8	9,1	7,5–11,8

Відповідно до результатів представлених в табл. 3.4, у морфологічному складі ТПВ, переважають харчові відходи – 30,0-45,0%, залишки (дрібні будівельні відходи, вуличний змій, листя, гігієнічні засоби, інші відходи) – 12,0-30,0%, скло – 9,0-14,0%.

Аналіз даних за 2022-2023 роки дає підстави стверджувати, що збільшується негативний вплив на екологічний стан міських та передміських територій, що призводить до деградації екосистеми, який зумовлений зростанням населених пунктів, збільшенням кількості внутрішньо переміщених осіб у Львівській області на період дії воєнного стану в Україні, отже

збільшуються обсяги побутових твердих відходів. Сучасний підхід до управління відходами передбачає їх переробку та належне розміщення в навколишньому середовищі. Єдиним способом зменшити потік відходів, що надходять на полігони сміття та піддаються спалюванню, є систематичне та своєчасне видалення придатних для повторного використання ресурсів з побутових твердих відходів.

3.6 Характеристика діяльності ТзОВ «ГРІНЕРА УКРАЇНА» у сфері рециклінгу

На території України компанія ТзОВ «ГрінЕра Україна», є національним лідером у запровадженні передових світових технологічних інноваційних рішень у сфері управління твердими побутовими відходами.

У сучасному міжнародному оточенні компанія впроваджує технологічні нововведення сприяючи здійсненню безперервного інноваційного процесу, забезпечує вивіз твердих побутових відходів та їх утилізацію для комерційних, бюджетних, комунальних і приватних споживачів.

«ГрінЕра Україна» здійснює свою діяльність дотримуючись всіх сучасних технологічних, санітарних та екологічних норм. Основними перевагами компанії на ринку послуг є:

- застосування техніки європейського рівня для збору відходів (сміттєзбиральні машини та контейнерні баки, підземні системи зі зовнішнім підйомним пристроєм, які є сучасними, якісними та екологічно безпечними);
- дотримуючись екологічного законодавства використовує американський та європейський досвід в системі організації збору ТПВ;
- мінімізація впливу на довкілля;
- повна утилізація відходів досягається багатоступінчатим процесом сортування і переробки сміття, за якого мінімізується кількість залишків при рециркуляції;
- у зв'язку зі зростанням вартості сировинних ресурсів, з огляду як економіки, так і екології, стає нераціональним захоронювати готову сировину чи продукцію, яка може бути повторно використана. Одним з основних викликів у використанні цієї сировини є її видалення з сміттевої маси, бо у змішаному стані

вона практично не піддається ефективній переробці. Враховуючи вищезазначені недоліки, компанія приділяє пріоритетне значення роздільному збиранню відходів, одночасно здійснюючи удосконалення систем технічного сортування побутових відходів;

- утилізація відходів на сучасному модернізованому полігоні ТПВ;
- упровадження європейської тарифної структури та їх калькуляції, а також проводить розрахунок за міжнародним взірцем;
- забезпечення миття та знезараження дезінфекційними засобами контейнерів, включаючи дезінфекцію та дератизацію;
- облаштування контейнерних майданчиків відкритого та закритого типу;
- компанія надає щомісячний, деталізований звіт про кількість вивезеного ТПВ.

ГрінЕра обслуговує м. Львів, м. Стрий, а також у своєму підпорядкуванні має облаштування полігону ТПВ у м. Стрий та м. Борислав. З червня 2021 року компанія розпочала роботу з вивезення твердих побутових відходів зі Стрия: у перший тиждень компанія встановила 134 нових якісних пластикових контейнери об'ємом 1,1 м³, у другий тиждень – ще 84, на теперішній час нараховується 280 контейнерів та 52 контейнерні майданчики. «ГрінЕра» використовує європейські підходи, тому часто проводить ряд змін у роботі.

Таблиця 3.4 – Структура відходів, зібраних ТзОВ «ГрінЕра Україна»

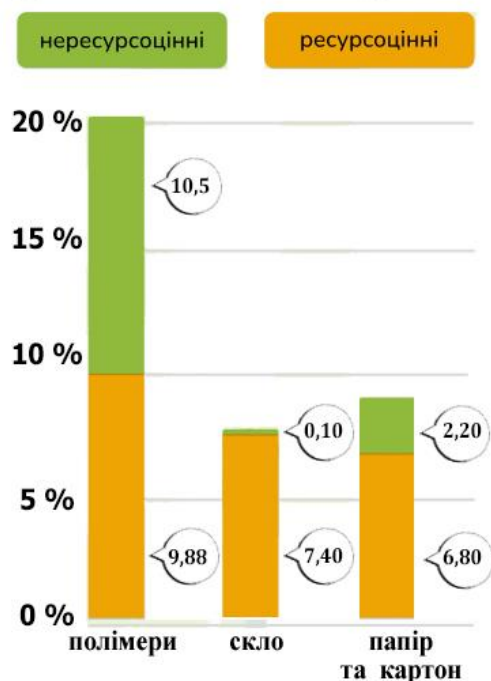
Збирає ТПВ на місяць	Вторинна (метал)	Скло	Органіка	Паперу та картону	Текстиль	Велико- габаритні та будівельні відходи	Пластик	Деревина	Садові відходи
	тонн / на місяць								
4000 тонн побутових відходів	70	20	65	2	34	150-200	56	20	1,6

Проаналізувавши структуру відходів, з'ясовано, що переважають відходи вторинних матеріалів, органіки, деревини та інших матеріалів. Контейнери для

органічних відходів обладнані спеціальним подвійним дном, яке дозволяє відділити рідку фазу від твердої. Також є спеціальні бокові отвори для провітрювання. Органіка в цих контейнерах не запарюється, постійно відбувається провітрювання, таким чином мінімізується взагалі утворення неприємних запахів. Всю органіку привозять на компостувальну станцію і вже опісля отриманий компост використовують для підживлення ґрунту та міських клумб.

Для зменшення негативного впливу при збиранні, обробці та утилізації відходів на довкілля передусім враховують динаміку нагромадження та компонентного складу цих відходів, який варіюється в залежності від сезону. Разом із працівниками підприємства проводили аналіз морфологічного складу змішаних відходів у ОСББ, вул. Озерна, де є 109 квартир. Впродовж дослідження розібрали один з двох контейнерів для змішаних відходів об'ємом 1,1 м³, який був повністю заповнений. Встановлена маса опрацьованих відходів становить 135,5 кг (рис. 3.1).

Вміст ресурсоцінних та нересурсоцінних субфракцій у складі деяких фракцій ТПВ, кг



Морфологічний склад змішаних ТПВ

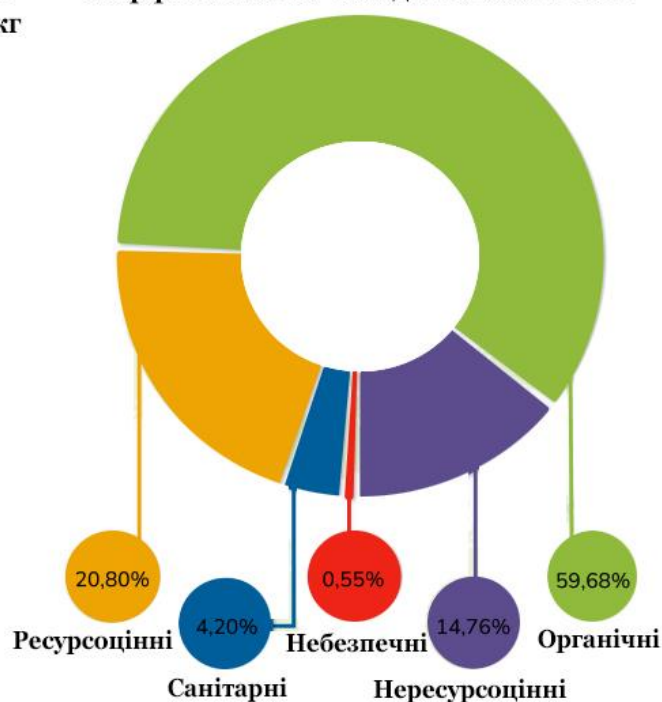


Рисунок 3.1 – Компонентний склад змішаних відходів

Узагальнюючи дані морфологічного складу відходів, виділили п'ять категорій: найбільшу частку складають органічні відходи – 59,68%, ресурсоцінні – 20,80%,

санітарні – 4,20%, менше 1% – небезпечні, а також ті, що не переробляються, тобто нересурсноцінні – 14,76%.

У Львові полімерів є майже 20 кг, але лише 10 кг з них є ресурсоцінними. Не весь папір та картон є ресурсоцінним (наприклад, чеки, серветки, забруднена упаковка від харчових продуктів). У склі теж трапляються ті види скла, що не переробляються – ампули, жарівки, термостійкий посуд.

З аналізу літературних джерел відомо, що у малорозвинутих країнах переважає органіка (64%), відбувається накопичення великих обсягів біомаси, які не підлягають рециклінгу, що призводить до виникнення санітарно-гігієнічних проблем і поширення хвороб. У перехідних країнах значна частина відходів припадає на папір (16%), органіку (45%), текстиль і гуму (15%), пластик (12%). Розвинуті країни характеризуються значними обсягами утворення паперу (34%), органіки (26%), інших відходів (12%). Головними проблемами для них є виснаження природних ресурсів, зростаючий антропогенний вплив на довкілля.

Підприємство «ГрінЕра Україна» з 2020 року розпочала роздільний збір скляних відходів у Львові, насамперед збирали з ресторанів та кафе, готелів та торгових точок, тобто комерційних закладів, які виявили зацікавлення долучитися до реалізації проекту «Нуль відходів у дії» й сортувати власні відходи. Для таких закладів компанія надала заохочувальну знижку на вивіз відходів в межах до 20%.

З серпня 2021 року почали встановлювати контейнери для садових відходів, таким чином жителі центральної частини міста можуть викидати туди садові відходи: гілля, трави, квіти, листя.

Компанією «ГрінЕра Україна» встановлено 15 підземних контейнерів у місті Львові (рис. 3.2, рис. 3.3). Підземні системи зі зовнішнім підйомним пристроєм відмінно вирішують проблеми нестачі вільного простору при проектуванні житлових та торговельних комплексів, задоволення підвищеним санітарно-гігієнічним вимогам, а також необхідність збереження незнищеного ландшафту історичної забудови міст. Запобігають несанкціонованому доступу до ТПВ, як правило мають антивандальну конструкцію.



Рисунок 3.2 – Підземні системи зі зовнішнім підйомним пристроєм



Рисунок 3.3 – Машина, яка обслуговує підземні контейнери

Миттям контейнерних майданчиків займається технічний відділ, який налічує всього 7 працівників: керівник відділу, 3 водіїв та 3 експедитори. Екіпажі працюють 24/7, щоб місто було чистим. Окрім дезінфекції контейнерів і контейнерних майданчиків, працівники розвозять баки та встановлюють нові накриття. Також збирають органічні відходи, маркують та ремонтують контейнери.

Рекомендовані відстані розташування баків для сміття:

- зона збору ТПВ повинна розміщуватися на відстані 20-100 м від житлового будинку.

Також існують окремі вимоги щодо віддаленості від різних об'єктів спеціального призначення і людних місць:

- від установ охорони здоров'я – 50 м;
- від скверів, дитячих та спортивних майданчиків, зон відпочинку, парків – не менше 20 м;
- розважальних комплексів і торгових точок – 30 м;
- сміттєзбірник повинен встановлюватися на 4000 м².

При установці контейнерів підземного типу розмір санітарної зони може бути зменшений. Санітарні норми розміщення сміттєвих контейнерів регламентуються СапПіН 42-128-4690-88, де описані санітарні норми розташування сміттєвих контейнерів на прибудинкових ділянках і в місцях з активною відвідуваністю.

24 лютого 2022 року наше життя поділилось на «до» і «після». Компанія не переривала своєї діяльності, а продовжила працювати у майже звичному режимі: шукаючи добрих підрядників, знаходячи нових клієнтів, сортуючи відходи, і роблячи все, щоб місто було чистим. Кінець лютого, як і наступні тижні весни, був справжнім викликом: побільшало «нових» містян, новоспечених мешканців області. За офіційними даними, у цей період наш регіон прийняв 235 тисяч переселенців. І це лише офіційна інформація про людей, які зареєструвалися як внутрішньо переміщені особи. Є ж такі, які приїздили до рідних, друзів, знайомих, а отже, побільшало й сміття. «Сортування в час війни» є дуже важливим – і в мирний, і у воєнний час. По-перше, наша екологія страждає від

війни. Їй не потрібні додаткові втрати. По-друге, таку сировину можна використати повторно. Тому, підприємство додатково встановило 183 контейнери для скляних відходів, 115 баків для вторсировини (пластик, папір та метал) і ще окремо 322 сітки для пластику, а для сортування органіки у Львові є 252 контейнери. Все решта йде у баки зі змішаними відходами, яких у місті є 1376.

Для забезпечення можливості оцінки успішності заходів, викладених у Стратегії, а також обґрунтування необхідності змін у застосовуваному підході, необхідно систематично моніторити реалізацію Стратегії в коротко- і середньостроковій перспективі.

3.7 Особливості інноваційних рішень рециклінгу відходів

Чисельність людства стабільно збільшується, і до 2050 року очікується досягнення позначки в 10 мільярдів людей. Проте, проблема відходів прогресує набагато швидше. Через це все більшість розвинених країн розглядають сучасні підземні технології перероблення сміття та автоматизацію процесів як рішення цієї проблеми. Міські агломерації, мегаполіси активно досліджують та впроваджують новітні технології поводження зі сміттям, оскільки в іншому випадку перед будинками накопичуватимуться гори сміття, викликаючи неприємний запах та небезпеку для здоров'я.

Впровадження апробованих практик керування відходами, які успішно функціонують у Європейському Союзі і показують позитивний результат, може сприяти зміні ситуації. Такі практики представлені складним, комплексним характером і генеруватимуться інфраструктурними, управлінськими, фінансовими та соціокультурними компонентами.

Головною складовою цих систем є ієрархія поводження з відходами, яка може бути уявлена у вигляді перевернутої піраміди. На верхньому рівні розташоване запобігання утворенню відходів. Кожна країна ЄС має свої програми, спрямовані на запобігання утворенню різного виду сміття, зокрема для домогосподарств, муніципалітетів, сільського господарства та промисловості.

Британці реалізують проекти з використанням біорозкладних пакувальних матеріалів, в який включені всі великі торговельні майданчики у мережах. У Фландрії (Бельгія) перевага віддається функціонуючим центрам повторного використання, які збиратимуть, сортуватимуть, ремонтуватимуть і знову продаватимуть вживані речі – від одягу до побутової техніки.

Наступним етапом в ієрархії керування відходами є повторне використання, при якому продукти і компоненти, що не стали відходами, використовуються знову для своєї початкової мети. Цей підхід широко застосовується в автомобільній промисловості (автозапчастини), меблевому виробництві, побутовій техніці (електроприлади), комп'ютерах, одязі та інших галузях. Ці речі збираються у спеціальних центрах, де вони проходять процес оновлення, де вони піддаються оновленню та отримуючи нове життя, продаються за принципом секунд-хенду.

Принцип рециклінгу передбачає переробку матеріалів зі сміття в нові продукти. Цей процес застосовується до скла, чорних та кольорових металів, паперу, текстилю, пластику та дерева. Сортування сміття на різні фракції (скло, папір, метал, пластик), які можна використовувати в різних сферах життєдіяльності. У країнах Скандинавії понад половини сміття піддаються рециркуляції, в Німеччині – дві третини, а в Франції – понад 41% [41, 43, 46]. З часом країни Європи продовжують збільшувати обсяги рециклінгу.

Інший спосіб використання відходів – перетворення їх на енергію. Сміттеспалювальні установки переробляють відходи в енергії – електричну та теплову. У європейській країнах від 22% до 59% побутових твердих відходів підлягають спалюванню. Біогазові установки, які функціонують на місці полігонів або скупчення сільськогосподарських відходів, також є поширеними.



Рисунок 3.4 – Концепція оптимального управління відходами з використанням їх потенціалу для виробництва енергії

Рециклінгові центри, що приймають об'ємні та небезпечні відходи, успішно функціонують у Швеції, в якій майже 93 % відходів переробляється. Країна має близько 6 тисяч таких центрів, які переробляють пакувальні матеріали. У Німеччині вторинна переробка товарів має значний вплив: 68% паперу, 94% скла й 45% сталі виготовляються завдяки цьому процесу. Рециркуляція пластикових пляшок, наприклад, вже приносить значні енергетичні заощадження, достатні для забезпечення Берліна енергією протягом 130 днів.

Поділ відходів на різні групи є необхідною передумовою для рециклінгу. В ЄС сміття зазвичай розсортовують на мінімум чотири фракції (скло, папір, метал, пластик), додаючи контейнери для біорозкладних відходів та сміття, яке не відноситься до жодної конкретної категорії [32, 37].

Захоронення на полігонах є останнім варіантом для відходів, які не можуть бути утилізовані іншими способами. Модернізовані полігони в Європейському Союзі відрізнятимуться від традиційних, включаючи ускладнену інженерну систему, що здатна запобігти проникненню забруднювальних речовин в ґрунт та підземні води. Такі полігони використовуються лише для певних видів відходів і з обов'язковим закриттям полігону, та відновленням природньої екосистеми. Наприклад, у Німеччині вже закрито більше половини із 300 сміттєзвалищ, у Швеції для захоронення підлягає всього 0,4% відходів, у Фінляндії – 1%, а в Данії – 0,9%.

У Швеції науковцями розроблена біотехнологія розщеплення пластику за допомогою ферменту грибів, який може розкласти полімери на простіші мономери. Це сприяє створенню «колообігу пластику», де відходи одного продукту стають сировиною для інших.

У Великій Британії розроблена і використовується технологія анаеробного розкладання харчових відходів для отримання енергії. Вона використовує бактерії для виробництва біогазу та біодобрив.

У Сінгапурі упроваджена технологія виробництва енергоблоків зі сміттєвих відходів. Завдячуючи цьому щодня виробляється 2350 МВт-годин електроенергії.

У Південній Кореї застосовується спеціальна пневматична каналізаційна установка, яка видаляє сміття безпосередньо з квартир і транспортує його через підземні труби до сортувальних механізмів. У майбутньому це сміття може бути використане для виробництва газу на спеціальному заводі.

В Індії застосовують технологію переробки пластику, замінюючи бітум в асфальтових покриттях доріг. Ця технологія дозволяє замінити до 15% бітуму в конструкції дорожнього покриття за рахунок пластикових відходів.

На сьогоднішній день в Індії вже побудовано тисячі кілометрів доріг, в яких використовується ця технологія. Заміна частини бітуму пластиком має кілька переваг, зокрема зменшення використання природних ресурсів, зниження кількості пластикових відходів та покращення якості дорожнього покриття.

Встановлена компанією ТзОВ «ГрінЕра Україна» підземна підйомна система для сміттєвих контейнерів є сучасним рішенням для збору і зберігання відходів, що спрощує процес випорожнення сміттєвих баків, а також підвищує ефективність роботи житлово-комунальних служб, будівельних компаній при проектуванні житлових комплексів, міських адміністрацій (у контексті благоустрою міст) та ОСББ. Вищевказані підземні баки для сміття, вимагають застосування спеціальних машин, облаштованих краново-маніпуляторної установкою, з допомогою яких і здійснюється вилучення відходів.

У 2019 році було створено ЛКП «Зелене місто», основною задачею якого є формування сучасної системи управління відходами у Львові. З 2020 року працює

станція компостування органічних відходів, яка розташована поблизу території майбутнього сміттєпереробного заводу на вул. Пластовій, 13.

Львів став першим містом в Україні, де діє унікальна мобільна система збирання небезпечних відходів. Міська рада з бюджету виділила 820 тис. грн для збирання у населення ртутних термометрів, батарейок та ртутьвмісних ламп за допомогою «Екобуса».

3.8 Оцінка зниження навантаження на довкілля при використанні рециклінгових технологій

Оцінка зниження навантаження на довкілля при використанні рециклінгових технологій є важливим кроком у визначенні екологічної ефективності цих методів. Для проведення такої оцінки можуть використовуватись різні показники, а саме зменшення використання природних ресурсів, скорочення обсягу відходів, зниження викидів шкідливих речовин, енергозбереження та інші фактори, які впливають на стан довкілля.

Оцінка здійснюється шляхом порівняння екологічних показників до і після впровадження рециклінгових технологій. Вона може включати аналіз життєвого циклу матеріалів, вимірювання викидів забруднюючих речовин, врахування використання енергії та водних ресурсів, оцінку економічних вигод та інші фактори, які впливають на довкілля.

Після отримання результатів оцінки можна зробити висновки про екологічну ефективність рециклінгових технологій, їх вплив на зниження негативного впливу на довкілля і прийняти необхідні рішення для покращення екологічної сталості та розвитку стійкого відходового управління [5, 13, 9, 26].

Оцінка зниження навантаження на довкілля при використанні рециклінгових технологій включає такі ключові аспекти:

– по-перше, рециклінг дозволяє зменшити кількість відходів, які потрапляють на сміттєпереробні заводи або на полігони. Замість того, щоб просто викидати використані матеріали, переробивши, їх повторно використовують. Наприклад, пластикові пляшки можна переробити у новий

пластиковий продукт, замість того, щоб вони залишались у довкіллі як шкідливі відходи. Це сприяє зниженню обсягу відходів, які потрапляють на звалища, та скороченню необхідності в виділенні нових ресурсів для виробництва;

– по-друге, рециклінг зменшує енергетичні витрати, пов'язані з виробництвом нових матеріалів. Наприклад, виробництво нового алюмінію вимагає значно більше енергії, ніж переробка використаного алюмінію. Використання рециклінгових технологій дозволяє знизити енергетичні витрати та відповідні викиди шкідливих газів, що сприяє зменшенню негативного впливу на клімат;

– по-третє, використання рециклінгу дозволяє замінити деякі з цих матеріалів на перероблені відходи, що зменшує потребу в видобутку природних ресурсів. Наприклад, переробка паперу дозволяє замінити частину деревини, яка використовується для виготовлення нового паперу. Це сприяє збереженню природних екосистем та біорізноманіття.

Для оцінки, класифікацій та при визначенні приналежності відходів до певних груп можна використовувати підхід, запропонований Бостонською консалтинговою групою в 70-х роках ХХ століття. Цей підхід передбачає побудову таблиці з чотирьох квадрантів. В контексті побутових відходів можна створити матрицю (рис. 3.4.1 та 3.4.2), де на вертикальній осі відображатимуться економічні або екологічні результати, а на горизонтальній осі відображатиметься – плата за утворені відходи [1, 3, 23, 44].

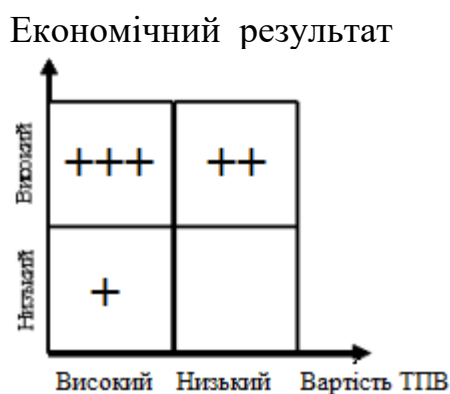


Рис. 3.4.1 – Оцінювання економічної ефективності рециклінгу ТПВ

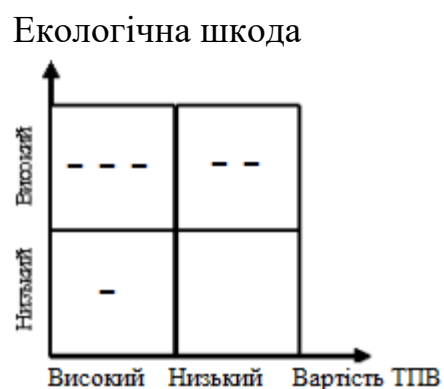


Рис. 3.4.2 – Оцінювання екологічної ефективності рециклінгу ТПВ

Матриця дозволяє систематизувати відходи за їхнім впливом на економіку та довкілля. Чотири квадранти в таблиці можуть представляти наступні категорії:

- «Stars» – відходи, які мають високий екологічний результат та економічну цінність, є перспективними для рециклінгу та можуть принести значний прибуток при їх переробці.

- «Витратні товари» (Cash Cows), тобто відходи, які мають високу екологічну важливість, але низьку економічну цінність. Ці відходи вимагають витрат для їх переробки, але при цьому приносять значну користь довкіллю.

- «Питання» (Question Marks) характеризують відходи, які мають високу економічну цінність, але низьку екологічну важливість. Для цих відходів потрібно провести додаткові дослідження та оцінку їхнього впливу на довкілля, щоб визначити оптимальний шлях їх обробки.

- «Low effect», тобто відходи, які мають низьку екологічну важливість та економічну цінність. Оцінюючи екологічну ефективність систем виробництва енергоносіїв з органічних відходів, необхідно враховувати зменшення техногенного впливу, пов'язаного з утилізацією відходів і зниженням витрат первинних енергоносіїв, а також додаткове техногенне навантаження, що виникає у системі протягом її життєвого циклу, з метою зниження рівня техногенної небезпеки.

Загалом, оцінка зниження навантаження на довкілля при використанні рециклінгових технологій показує, що цей підхід є ефективним і стимулює стале використання ресурсів та зменшення негативного впливу на довкілля. Впровадження рециклінгу на широкому рівні є важливим кроком у напрямку сталого розвитку та збереження природи для майбутніх поколінь.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Згідно з Законом України «Про відходи» поводження з відходами – дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, сортування, зберігання, оброблення, перероблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення. На суб'єктів господарської діяльності відповідно до статті 17 Закону України «Про відходи» покладається зобов'язання призначати відповідальних осіб у сфері поводження з відходами та забезпечувати професійну підготовку, підвищення кваліфікації та проведення атестації фахівців у сфері поводження з відходами.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Охорона праці на підприємстві спрямована на реалізацію на виробництві системи безперервного навчання з питань охорони праці, яке проводиться з працівниками в процесі трудової діяльності [14, 36, 37].

Для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам на підприємстві, професійним захворюванням і аваріям в процесі праці на ТЗОВ «ГрінЕра Україна» має бути створена, відповідно до Закону України Про охорону праці та Типового положення про службу охорони праці затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці, служба охорони праці.

4.1 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Сортування і комплексна переробка твердих побутових відходів проводяться за допомогою потужного високотехнологічного обладнання. Працювати з ним потрібно тільки строго дотримуючись техніки безпеки, тому кожен співробітник повинен в обов'язковому порядку проходити підготовку,

вступний та первинні інструктажі. Для того, щоб переробка і сортування ТПВ на спеціалізованому обладнанні проводилися максимально безпечно, роботодавець повинен забезпечити відповідні умови роботи.

У даній роботі розглянуті умови праці сортувальника твердих побутових відходів на сортувальній станції. Сортувальна станція – це закрите приміщення, в якому є лінія ручного сортування. Тверді побутові відходи знаходяться на горизонтальному стрічковому транспортері, розташованому на висоті 1-1,2 м над рівнем підлоги. По боках горизонтального транспортера – робочі місця сортувальників. Робочі місця сортувальників обладнані контейнерами для збору фракцій ТПВ, сидінням, спеціальними пристосуваннями для полегшення роботи по розбиранні сміття.

До кожного робочого місця має бути підведена витяжна вентиляція та освітлення, з використанням ламп денного світла. Також організовано обігрів робочих місць для створення комфортної температури для робітників у холодну пору року.

Забезпечується наявність огорожень у небезпечних зонах. Підходи до небезпечних об'єктів, особливо таких, як дробильні установки, повинні бути огорожені для виключення безпосереднього контакту робітників з цим обладнанням.

Роботодавець повинен заборонити чистити або ремонтувати установки в момент, коли вони працюють.

Експлуатація кожної окремої установки, такої як барабан, конвеєр, дробарка або інше обладнання, передбачає дотримання індивідуальних норм і правил безпеки.

Експлуатація технологічного обладнання здійснюється відповідно до інструкцій по експлуатації (складаються службою головного механіка) і заводською (фірмовою) технічною документацією. Дані інструкції містять правила підготовки, роботи і зупинки устаткування, повсякденного відходу і змащування механізмів; карту змащувань; короткі відомості про можливі несправності; основні вимоги безпеки. Експлуатація обладнання повсякденно

здійснюється працівниками, що обслуговують його, а саме слюсарями-налагоджувачами, електриками, черговими слюсарями і електриками цеху або заводу. Огляди і плановопереджувальні ремонти обладнання виконуються службою головного механіка.

Для забезпечення працездатності, безпечної, безаварійної та економічної роботи устаткування, зокрема і молоткової дробарки, яка розроблялась, необхідно: - вивчити технічну документацію (опису, схеми, креслення і т.п.), принцип роботи, конструктивні особливості, правила складання, розбирання і налагодження; - швидко і безпомилково виконувати всі дії, що забезпечують безаварійний пуск, експлуатацію і вихід машини з дії; - здійснювати належний догляд за обладнанням, містити його в технічно справному стані, проводити регулювання відповідно до вимог заводу, де було виготовлене устаткування, усувати характерні несправності вузлів і механізмів машини.

Перед пуском обладнання в експлуатацію необхідно підготувати робоче місце і оглянути обладнання. Під час огляду перевіряють наступне:

- чистоту і справність обладнання, відсутність сторонніх предметів на рухомих частинах; - наявність і справність захисних елементів на обертових і рухомих частинах обладнання, справність завантажувальних (розвантажувальних) пристроїв; надійність кріплення вузлів і деталей обладнання, справність з'єднувальних муфт, гальмівних пристроїв і т.п.; - справність ланцюгових, ремінних і інших передач. При необхідності треба відрегулювати натяг останніх відповідно до вимог інструкції заводу-виготовлювача; - наявність і справність контрольно-вимірювальних приладів, своєчасно пройшли перевірку, засобів світлової та звукової сигналізації; - наявність і справність заземлюючих пристроїв.

4.2 Аналіз стану охорони праці на підприємстві ТЗОВ «ГрінЕра Україна»

Особливу увагу законодавство приділяє поведженню з небезпечними відходами, до якого допускаються особи, які мають професійну підготовку, підтверджену свідоцтвом (сертифікатом) на право роботи з небезпечними

речовинами, та не мають медичних протипоказань. Допуск працівників до роботи забезпечується відповідною посадовою особою підприємства, установи, організації. Перевезення небезпечних відходів дозволяється лише за наявності їх паспорта та ліцензії на поводження з ними і в порядку, визначеному законодавством про перевезення небезпечних вантажів. Розміщення небезпечних відходів дозволяється лише у спеціально обладнаних місцях та здійснюється відповідно до ліцензійних умов щодо поводження з небезпечними відходами. Проведення інших видів діяльності, не пов'язаної з поводженням з небезпечними відходами, на території, відведеній для їх розміщення, забороняється

Рекомендовані відстані розташування баків для сміття: зона збору ТПВ повинна розміщуватися на відстані 20-100 м від житлового будинку.

Також існують окремі вимоги щодо віддаленості від різних об'єктів спеціального призначення і людних місць:

- від установ охорони здоров'я – 50 м;
- від скверів, дитячих / спортивних майданчиків, зон відпочинку, парків – не менше 20м;
- розважальних комплексів і торгових точок – 30 м;
- сміттєзбірник повинен встановлюватися на 4000 м².

При установці контейнерів підземного типу розмір санітарної зони може бути зменшений.

Не дозволяється розміщувати накопичувачі поблизу пішохідних доріжок, тротуарів, автомагістралей, на вузьких вулицях. Якщо на ділянці проводяться будівельні роботи, сміттєзбірник може розміщуватися тут тільки тимчасово, не більше доби.

Вирішуючи, на якій відстані від приватного будинку повинні стояти сміттєві баки, потрібно врахувати віддаленість від лісів, річок і природних заповідників – якщо поруч є ці об'єкти, потрібно узгодження з природоохоронними органами.

Також враховується відстань до автостради, ЖД-шляхів, електростанцій і вузлів розподілу газу.

Санітарні норми розміщення сміттєвих контейнерів регламентуються СанПіН. Даний документ встановлює локалізацію баків і регулярність забору сміття. Дотримуватися цих вимог потрібно обов'язково, оскільки сміття, яке розкладається стає джерелом неприємних запахів, а також приваблює комах і бродячих тварин, які часто є разнощиками інфекцій. Це істотно погіршує епідемічну обстановку.

Щоб повністю ознайомитися з правилами та розібратися в них, потрібно вивчити СанПіН 42-128-4690-88. Тут описані санітарні норми розташування сміттєвих контейнерів на прибудинкових ділянках і в місцях з активною відвідуваністю. Місця для сміттєзбірників виділяються біля житлових будинків, парків, лікувально-санаторних установ, різних підприємств і точок торгівлі.

Нормативи по установці сміттєвих баків у дворах багатоповерхових будинків: вибір ділянки, де передбачено розміщення сміттєвих контейнерів, здійснюється будівельною компанією. Це відповідальний захід, оскільки недотримання конкретних вимог може спричинити за собою порушення гігієнічних норм, пожежі та інші нещасні випадки. А віддаленість від будинку призводить до засмічення простору – не всі мешканці будуть доносити сміття до накопичувачів.

Ось основні вимоги до розташування таких зон:

1. Вибір місця узгоджується з органами, уповноваженими вирішувати питання місцевого значення, організацією, що займається довірчим управлінням, і власником нерухомості.

2. Відстань до парків, зон відпочинку, спортивних та інших майданчиків, житлових будинків повинно бути не менше 20 м. Найчастіше це вимога виконати не вдається через різні факторів. Тоді можна застосувати відстань 9 м. Оптимальним виходом в такому випадку є обладнання підземних контейнерів. Максимальна віддаленість від житлової нерухомості – 100 м. Кількість сміттєзбірників розраховується з урахуванням обсягу ТПВ і числа мешканців.

3. Як передбачають спеціально розроблені норми, розміщення сміттєвих контейнерів забезпечує зручний під'їзд до них.

4. На кожному майданчику повинна розміщуватись не більше 5 ємностей. Тут використовуються металеві або пластикові або склопластикові контейнери для сміття. В одному мікрорайоні можна встановлювати кілька таких майданчиків з індивідуальним огорожею — так наказують правила обладнання майданчиків під контейнери для сміття.

5. Біля під'їздів житлових будинків встановлюються вуличні урни, які також періодично спустошуються.

Отже, відповідно до Статті 17 Закону України «Про відходи» суб'єкти господарської діяльності у сфері поводження з відходами зобов'язані:

- визначати склад і властивості відходів, що утворюються, а також ступінь небезпечності відходів для навколишнього природного середовища та здоров'я людини;
- виявляти і вести первинний поточний облік кількості, типу і складу відходів;
- забезпечувати повне збирання, належне зберігання та недопущення знищення і псування відходів;
- здійснювати заходи для максимальної утилізації відходів, а також забезпечувати за власний рахунок екологічно обґрунтоване видалення тих відходів, що не підлягають утилізації;
- не допускати змішування відходів;
- призначати відповідальних осіб у сфері поводження з відходами;
- забезпечувати розробку в установленому порядку та виконання планів організації роботи у сфері поводження з відходами;
- мати дозвіл на здійснення операцій у сфері поводження з відходами, якщо їхня діяльність призводить до утворення відходів, для яких показник Пзув перевищує 1000;
- забезпечувати професійну підготовку, підвищення кваліфікації та проведення атестації фахівців у сфері поводження з відходами та ін.

ВИСНОВКИ

Щороку у Львівській області утворюється більше 2 млн т відходів, при цьому спостерігається тенденція до збільшення кількості відходів, утворених у процесі діяльності як підприємств, так і домогосподарств.

Досліджено, що значна кількість побутового сміття є ресурсом, і за умови повторного та правильного використання матеріалів та енергії, що містяться в цих відходах, можна скоротити використання природних ресурсів та зменшити вплив рециркуляції відходів на довкілля.

Встановлено, що в країнах ЄС основними пріоритетами у збиранні та переробці побутових відходів є запобігання утворенню відходів та повторне використання, що сприяє мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Дослідженнями, які проводилось з метою визначення морфологічного складу змішаних відходів, встановлено, що «ГрінЕра» збирає за місяць ТПВ – 4000 тонн побутових відходів, з яких вторсировина становить 70 т, скло – 20 т, органіка – 65 т, папір та картон – 2 т, текстиль – 34, великогабаритні та будівельні відходи – 150-200 т, пластик – 56 т, деревина – 20 т, садові відходи – 1,6 т/міс.

Здійснюючи аналіз компонентного складу відходів, ми виділили 5 категорій, а саме ресурсоцінні, органічні, санітарні, небезпечні, та ті відходи, що не переробляються. Найбільшу частку складають органічні відходи – 59,68%, ресурсоцінні – 20,80%, санітарні – 4,20%, менше 1% – небезпечні, а також ті, що не переробляються, тобто нересурсоцінні – 14,76%.

Відзначено, що на кількість утворення ТПВ у населених пунктах пливає, передусім чисельність населення, відмінності рівня споживання та ступінь благоустрою житлових будинків. Порівняно з 2018 р., у 2020 році спостерігалось зростання обсягів утворення відходів у розрахунку на одну особу як для області загалом, так і для м. Львова зокрема. Так, у Львівській області цей показник зріс від 847,0 до 1246 кг/особу, тоді як у Львові – з 235,8 до 2009,9 кг/особу.

Отримані результати показали, що встановлені підприємством «ГрінЕра Україна» системи підземного збору сміття є сучасним рішенням для збору і зберігання відходів, спростила процес випорожнення сміттевих баків, а також дозволяє зберігати естетичний зовнішній вигляд ділянки, й мінімізувати витрати на логістику при вивезенні відходів.

Для вирішення проблем з утилізацією відходів необхідне створення чіткої стратегії та механізму поводження з відходами, що неодмінно повинні враховувати економічну та екологічну оцінку їх переробки або утилізації.

Пропонуємо проводити серед місцевого населення просвітницьку кампанію щодо рециклінгу відходів, використовуючи різні засоби комунікації, такі як брошури, плакати, веб-сайти, соціальні медіа, лекції та семінари. Важливо пояснити переваги рециклінгу, його вплив на збереження природних ресурсів, зменшення відходів, забруднення довкілля та зміну свідомості щодо сталого споживання. Організувати практичні тренінги з правильного сортування відходів та надати населенню доступ до зручних контейнерів для роздільного збирання.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Андрєєва Н.М. Інноваційна ідеологема впровадження економіки замкнених циклів в контексті пріоритетів «зеленого зростання» України. *Міжнародна наукова конференція «Економіко-екологічні проблеми сучасності у дослідженнях науковців»: матеріали конференції*. Одеський державний екологічний університет. Одеса: «ТЕС», 2019. С. 5-10.
2. Базельська конвенція про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів і їх видаленням [Електронний ресурс]: Конвенція, Міжнародний документ від 22.03.1989. Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/995_022
3. Використання експертних методів у системі управління сферою поводження з твердими побутовими відходами регіону / П.В. Писаренко, М. С. Самойлік, О.Ю. Диченко, Ю.В. Добровольська, О.М. Губченко. *ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії*. Полтава. 2019. №4. С. 83-91.
4. Геоекологія Львівської області: монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін. / за заг. ред. Є. Іванова. Львів: Простір, 2021. 606 с.
5. Довга Т.М. Визначення ефективності рециклінгу: економіко-екологічний аспект. *Актуальні проблеми економіки*. 2012. № 3. С. 235–240.
6. Зварич І.Я. Циркулярна економіка і глобалізоване управління відходами. *Журнал європейської економіки. Міжнародна економіка*. Тернопільський національний економічний університет. 2017. Том 16. №1(60). С. 41-57. URL: <http://jeej.wunu.edu.ua/index.php/ukjee/article/view/914> (дата звернення: 23.10.2020).
7. Державна служба статистики України. Головне управління статистики у Львівській області. URL: <http://www.lv.ukrstat.gov.ua/>
8. Ковтун Т.А. Логістика ресурсозбереження як інструмент оптимізації поводження з відходами в рамках концепції сталого розвитку. *Науково-технічний журнал*. 2020. № 1 (21). С. 79–90. DOI: [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2020-1\(21\)-79-90](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2020-1(21)-79-90)
9. Колодійчук І. А. Формування територіально збалансованих систем управління відходами: регіональний вимір: монографія. Львів: ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долішнього НАН України», 2020. 524 с.

10. Концепція циркулярної економіки як механізм забезпечення структурних трансформацій у сфері поводження з відходами. URL: <http://www.ecos.kiev.ua/news/view/749> (дата звернення: 23.10.2020)
11. Кравченко В.А. Проведення досліджень щодо безпечного поводження з компонентами (складовими) небезпечних відходів у складі побутових відходів: Звіт про науково-дослідну роботу, від 16.05.2013, № 1-17/59-2013 (заключний) / [В.А. Кравченко, І.Л. Бондар, Н.В. Муравйова та ін.]. К.: НДКТИ МГ, 2013. 63 с.
12. Кращі європейські практики управління відходами: посібник / А. Войціховська, О. Кравченко, О. Мелень-Забрамна, М. Панькевич, [за заг. ред. О. Кравченко]. Видавництво «Компанія Манускрипт». Львів, 2019. 64 с.
13. Кривенко С. В. Сучасні підходи до розвитку рециклінгу вторинних матеріальних ресурсів в контексті «зеленої» індустрії. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2014. № 4 (66). С. 83-89.
14. Мальований М.С., Боголюбов В.М., Шаніна Т.П., Шмандій В.М., Сафранов Т.А. Техноекологія: підручник / За ред. М.С. Мальованого. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2013. 424 с.
15. Маменко О.М., Портянник С.В. Економіка природокористування: підручник. Х.: *Кафедра прикладної екології ХДЗВА*, 2017. 286 с. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/jspui/bitstream/123456789/4190/1/17_ekonomyka%20pryro_dokorystuvannya.pdf (дата звернення: 25.11.2020).
16. Міщенко В.С. Удосконалення системи управління відходами в Україні в контексті європейського досвіду / В.С. Міщенко, Г.П. Виговська, Ю.М. Маковецька та ін.. К.: Лазурит-Поліграф, 2012. 120 с.
17. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. №820-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text>
18. Національний план управління відходами до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 лютого 2019 р. №117-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D1%80#Text>
19. Огляд сучасного стану сталих технологій для енергетичної утилізації твердих побутових відходів / В. М. Чуца, О. М. Карпаш, А. В. Яворський, П. М. Райтер.

- Науково-технічний журнал. № 1 (23). 2021. С. 115-123. Режим доступу: DOI: [10.31471/2415-3184-2021-1\(23\)-115-123](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2021-1(23)-115-123)*
20. Про відходи: Закон України від 16. 10. 2020. № 187/98-ВР. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, № 36-37, ст. 242.
21. Про управління відходами: Закон України від 20 червня 2022 року № 2320-ІХ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>
22. Підходи та практики ресурсоефективного виробництва. Програма «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського Союзу» (ЕaP GREEN). Партнерство заради довкілля та зростання. Київ, 2015. URL: <http://www.recpc.kpi.ua/images/materials/Primer%20Ukr.pdf>
23. Пиріков О.В. Сучасний рециклінг твердих побутових відходів: економіко-екологічні аспекти. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*. Випуск 9-1. Частина 1. 2014. Ст. 70-75.
24. Практичні аспекти управління відходами в Україні. Посібник / М. Барінов, І. Олексієвець, Д. Родная, Т. Журавель, С. Коломієць, І. Козлова. К.: «Поліграф плюс», 2021. 118 с.
25. Петрук М.П., Козій О.І., Вахула О.М., Яцюк Р.А. Екологічні та правові аспекти утилізації твердих побутових відходів. Наше право. Серія: «Екологічне право». № 3. 2017. С. 178-184.
26. Погребенник В. Д., Коваль І. І., Джумеля Е. А. Тенденції розвитку методів і систем управління відходами. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2019, т. 29, № 1. С. 78-82. URL: <https://doi.org/10.15421/40290117>
27. Приходько В.Ю., Гюльяхмедова К.Р. Характеристика біоорганічної складової ТПВ // *Вісник ХНУ*. 2018. Вип. 19. С. 82–90. DOI: [10.26565/1992-4259-2018-19-08](https://doi.org/10.26565/1992-4259-2018-19-08)
28. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року / Розпорядження Кабінету Міністрів України. 2017. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820\\$2017\\$%D1%80#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820$2017$%D1%80#Text) (дата звернення 20.09.2020).
29. Рамкова директива про відходи 2008/98/ЄС. *Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives.*
30. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2020 році. Департамент екології та природних ресурсів

- Львівської ОДА, 2021. URL: https://drive.google.com/file/d/1g1A3DRr3QeH1kESZ_VQmh4TKGC8FMDQ1/view
31. Сілонова Н.Б., Вакуленко Г.В. Аналіз основних аспектів управління відходами з урахуванням вимог європейського законодавства. URL: https://nd.nubip.edu.ua/2013_6/4.pdf
32. Системи екологічного управління: сучасні тенденції та міжнародні стандарти. Посібник / С.В. Берзіна, І.І. Яреськовська та ін. К: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 134 с.
33. Стан довкілля у Львівській області (за результатами моніторингових досліджень). Інформаційно-аналітичний огляд. II квартал 2021 року. URL: https://mepr.gov.ua/files/docs/EkoMonitoring/Львівська_ОДА_додаток.pdf
34. Стратегія управління відходами у Львівській області до 2030 року. Львівська ОДА. URL: https://archive.lvivoblrada.gov.ua/document.php?doc_id/1451 (дата звернення: 01.09.2022).
35. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки. Посібник курсу ZWA deep level. 2021. 140 с. URL: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>
36. Утилізація та рекуперація відходів. Підручник / В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля, Я.В. Радовенчик. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2021. 248 с.
37. Управління та поводження з відходами. Частина 2. Тверді побутові відходи: навчальний посібник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Кватернюк С. М. та ін. Вінниця: ВНТУ, 2015. 100 с.
38. Управління твердими побутовими відходами. Успішні кейси в Україні / Solid Waste Management. Successful cases in Ukraine, 2021. URL: https://iri.org.ua/sites/default/files/resources/IRI_Vidhody_WWW_Final.pdf
39. Звіти Міністерства екології та природних ресурсів України (Електронний ресурс). Режим доступу до ресурсу: <https://menr.gov.ua/timeline/Zviti.html>
40. Blockchain Applications for Waste Management. Analysis of Blockchain use cases in waste management and general guidance for starting Blockchain projects. BlockWASTE project Intellectual Output 1.A2.1. April 2021. URL: <https://blockwasteproject.eu/>

41. Koopman R., Laney K. Remanufactured Goods: An overview of the U.S. and Global Industries, Markets and Trade. Washington: USITC Publication, 2012. Inv. No. 332-525. 284 p. URL: <https://usitc.gov/publications/332/pub4356.pdf> (дата звернення: 28.10.2020).
42. Peculiarities of marketing activities of agrarian enterprises in the conditions of martial law. Monograph / Lohosha R., Mazur K., Alieksieieva O., Babyna O., Babyn I. and other. Primedia eLaunch, Boston, USA, 2023. 257 p.
43. Review of polymer technologies for improving the recycling and upcycling efficiency of plastic waste / Hyuni Jung, Giyoung Shin, Hojung Kwak and other. Chemosphere. Volume 320, April 2023, 138089. URL: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138089>
44. Resources Recycling and Waste Management. URL: <https://www.imedpub.com/resources-recycling-and-waste-management/>
45. Remanufacturing Market Study. Report of EC. 2015. 145 p. URL: <https://www.remanufacturing.eu/assets/pdfs/remanufacturing-market-study.pdf> (дата звернення: 16.10.2021)
46. Zeeshan Hameed, Muhammad Aslam, Zakir Khan, Abdul-Sattar Nizami. Gasification of municipal solid waste blends with biomass for energy production and resources recovery: Current status, hybrid technologies and innovative prospects / Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 136, February 2021, 110375 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032120306638>
47. Vergara V., Jammi R. Towards a circular economy: Addressing the waste management threat. April 7. 2022. URL: <https://ieg.worldbankgroup.org/blog/towards-circular-economy-addressing-waste-management-threat>

ДОДАТКИ

Додаток А



Рисунок А – Адміністративно-територіальний устрій Львівської області



Рисунок В – Екологічна політика України на період до 2030 року