

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Факультет агротехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. геоєкології і землеустрою

доцент _____ Максим ГАНЧУК

“ _____ ” лютого 2025 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи здобувача СВО Магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему: **«УПРАВЛІННЯ БІОВІДХОДАМИ В АСПЕКТІ СКОРОЧЕННЯ
ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ: ПОРІВНЯННЯ З ДОСВІДОМ ЄС ТА
ПОТЕНЦІАЛ ДЛЯ УКРАЇНИ»**

13 ГЗ Д 001 000000 ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 21МБ ЕК

спеціальності 101 Екологія

за ОПП Екологія

(шифр і назва спеціальності та ОПП)

Здобувач вищої освіти _____ Олексій БУГАСВ
(підпис) (П.І.Б)

Керівник, доцент _____ Вікторія СКИБА
(підпис) (П.І.Б)

Консультант, доцент _____ Михайло ЗОРЯ
(підпис) (підпис)

Нормоконтроль, доцент _____ Максим ГАНЧУК
(підпис) (П.І.Б)

Запоріжжя - 2025 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет агротехнологій та екології
Кафедра геоекології і землеустрою
(назва кафедри)
Ступінь вищої освіти Магістр
Галузь знань 10 «Природничі науки»
(шифр і назва)
Спеціальність 101 «Екологія»
(шифр і назва)
Освітня програма «Екологія»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ГЕЗ

к.с.-г.н., доцент Максим ГАНЧУК
(підпис) (ініціали та прізвище)

«18» жовтня 2024 р

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

студенту Бугаєву Олексію Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Управління біовідходами в аспекті скорочення викидів парникових газів: порівняння з досвідом ЄС та потенціал для України**

керівник роботи к.с.-г.н., доцент Скиба Вікторія Павлівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від «22» жовтня 2024 р. № 504-С

2. Строк подання студентом роботи «25» січня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи дані відділу статистики, чинне законодавство України та ЄС.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: теоретичні та законодавчі аспекти проблеми відходів у контексті сучасних досліджень (огляд літератури); методологія та законодавчі підходи управління біовідходами; порівняльний аналіз управління біовідходами в Україні та державах-членах ЄС; охорона праці в галузі.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв
Розділ 4 Охорона праці в галузі	Михайло ЗОРЯ, к.т.н., доцент, завідувач кафедри цивільної безпеки	10.10.2024	10.10.2024

6. Дата видачі завдання

10.10.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Розділ 1 Теоретичні та законодавчі аспекти проблеми відходів у контексті сучасних досліджень (огляд літератури)	Вересень	Виконано
Розділ 2 Методологія та законодавчі підходи управління біовідходами	Жовтень	Виконано
Розділ 3. Порівняльний аналіз управління біовідходами в Україні та державах-членах ЄС	Листопад	Виконано
Розділ 4 Охорона праці в галузі	Грудень	Виконано
Висновки	Січень	Виконано

Студентка

Керівник роботи

(підпис)

О.В. Бугаєв
(ініціали та прізвище)

В.П. Скиба
(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Бугасєв О.В. Управління біовідходами в аспекті скорочення викидів парникових газів: порівняння з досвідом ЄС та потенціал для України. Магістерська робота. Кафедра геоєкології і землеустрою. Запоріжжя, Таврійський ДАТУ ім. Д. Моторного, 2025. С.84

Текст викладений на 84 сторінках, містить 4 розділи, 3 таблиці, 17 рисунків, 100 літературних джерела, 1 додаток.

У сучасному світі проблема поводження з органічними відходами набуває дедалі більшого значення. Щороку людство генерує мільйони тонн органічних відходів, значна частина яких потрапляє на полігони, спричиняючи викиди парникових газів та інші екологічні загрози.

Актуальність теми дослідження обумовлена глобальними концепціями природоохоронної діяльності та необхідністю скорочення викидів парникових газів на шляху формування кліматично-нейтрального суспільства, що відповідає європейським стратегіям та підходам. У роботі аналізується зміст категоріального визначення «біовідходи», кількісні показники продукування даного виду відходів в Україні та державах-членах ЄС. Здійснено аналіз даного сектору як складника у загальній структурі продукування відходів та емісії парникових газів. Нераціональне управління біовідходами створює величезні ризики для екосистем, тоді як правильна утилізація біовідходів може стати важливим ресурсом для створення гумусу, отримання біогазу та зменшення викидів парникових газів.

Проведений порівняльний аналіз засвідчив, що управління біовідходами в Україні суттєво відстає від європейської практики. Основною проблемою залишається домінування захоронення відходів на полігонах, що спричиняє значні екологічні ризики. Водночас у країнах ЄС спостерігається стійка тенденція до зменшення обсягів захоронення біовідходів та активне впровадження альтернативних технологій утилізації, таких як компостування, механіко-біологічна обробка та отримання біогазу.

ЗМІСТ

	Стр.
СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЗАКОНОДАВЧІ АСПЕКТИ ПРОБЛЕМИ ВІДХОДІВ У КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	8
1.1. Огляд літератури з питань утилізації відходів та проблематики, пов'язаної з цим процесом.....	8
1.2. Розуміння категорії органічні відходи (біовідходи), потенціал даного виду відходів як джерела альтернативної енергії.....	9
1.3. Сучасні підходи до управління органічними відходами: досвід країн ЄС та України.....	13
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ТА ЗАКОНОДАВЧІ ПІДХОДИ УПРАВЛІННЯ БІОВІДХОДАМИ.....	19
2.1. Основні поняття та характеристика органічних відходів (біовідходів).....	19
2.2. Законодавчі аспекти управління біовідходами.....	21
2.3. Проблематика та сучасний стан поводження з відходами в Україні.....	24
РОЗДІЛ 3. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ УПРАВЛІННЯ БІОВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ ТА ДЕРЖАВАХ-ЧЛЕНАХ ЄС.....	31
3.1. Порівняльна динаміка утворення та утилізації відходів в Україні та країнах ЄС.....	31
3.2. Продукування викидів парникових газів сектором «Відходи».....	39
3.3. Потенціал викидів звалищного газу в Україні.....	44
3.4. Розрахунковий потенціал скорочення викидів парникових газів, які продукуються біовідходами (на прикладі Запорізької області).....	48
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ.....	53
4.1. Основні концепції дотримання вимог охорони праці та промислової безпеки при управлінні відходами.....	53
4.2. Загальні кваліфікаційні вимоги до персоналу при експлуатації об'єктів оброблення відходів.....	55
4.3. Специфіка вимог на різних етапах управління відходами.....	58
4.4. Обов'язки оператора при здійсненні оброблення відходів.....	61
4.5. Безпека на підприємстві та ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій....	64
ВИСНОВКИ.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	68
ДОДАТКИ.....	80

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

ТПВ – тверді побутові відходи;

СЕС (Cation Exchange Capacity) – ємність катіонного обміну параметр;

ПГ – парникові гази;

ЄС – Європейський Союз;

ООН – Організація Об'єднаних Націй;

WRAP (Waste & Resources Action Programme) – зареєстрована в Британії благодійна організація;

UNEP (United Nations Environment Programme) – Програма Організації Об'єднаних Націй з охорони навколишнього середовища;

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) – Міжурядова група експертів зі зміни клімату;

ЗЗЗЛГ (LULUCF) – землекористування, зміни у землекористуванні та лісове господарство (Land use, land-use change, and forestry);

МВТ – Механічна біологічна очистка;

DOC (Dissolved Organic Carbon) – розчинений органічний вуглець.

ВСТУП

Одна з основних проблем, що постала перед людством у XXI ст., стосується ефективності діючих систем управління органічними відходами. Доповідь Програми ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) спільно з WRAP [1] висвітлює актуальність цього питання, адже органічні відходи є значущим фактором продукування викидів парникових газів. За даними звіту, даний виді відходів щорічно продукує 8-10% від загальної кількості викидів парникових газів (ПГ) у глобальному масштабі, що майже у 5 разів перевищує кількість викидів від авіаційного сектора!

Щорічно у світі утворюється близько 1,05 млрд тонн харчових продуктів, що становить 132 кг на душу населення і майже одну п'яту від кількості харчових продуктів доступних споживачам. При цьому 60% харчових решток продукується на рівні домогосподарств, тоді як послуги громадського харчування та роздрібною торгівлі складають 28% і 12% відповідно. При цьому варто враховувати стрімку динаміку зростання народонаселення планети, а відповідно і споживання.

Органічні речовини, що містяться на полігонах, виділяють метан – парниковий газ, який за 20 років витримує в 82,5 разів більше тепла, ніж CO₂. Нераціональний підхід такого масштабу не тільки прискорює зміну клімату, а й загострює проблему втрати біорізноманіття та забруднення довкілля, завдаючи шкоди суспільству величезних економічних втрат.

Зважаючи на глобальні виклики зміни клімату та необхідність ефективного використання ресурсів, управління біовідходами розглядається як один із ключових інструментів екологічно безпечного розвитку. Мета досягнення Цілі сталого розвитку 12.3 щодо скорочення харчових відходів передбачає зменшення цього показника вдвічі до 2030 року. Однак, на сьогодні прогрес залишається нерівномірним, оскільки лише чотири країни G20 і Європейський Союз наразі мають оцінки харчових відходів, придатні для відстеження прогресу на шляху до цієї мети. Починаючи з 2018 року Європейський Союз взяв на себе зобов'язання скоротити обсяг утворених харчових відходів на 30% до 2025 року та на 50% до 2030 року [1, 2].

Проблема утилізації біовідходів стоїть особливо гостро і в Україні, де щороку утворюються тонни органічних відходів, які нерідко просто потрапляють на полігони та спричиняють ряд негативних наслідків для довкілля та здоров'я людини. Влітку поточного року в Україні офіційно стартувала реформа управління відходами. На законодавчому рівні вона регламентується набуттям чинності Закону України «Про управління відходами» від 9 липня 2023 року [3]. Цей закон спрямований на введення нормативно-правового регулювання в галузі управління відходами, що відповідає вимогам відповідних директив ЄС [4]. Головна його мета – поліпшення стану навколишнього середовища та створення необхідної інфраструктури для управління відходами.

Мета дослідження оцінка сучасного стану управління біовідходами в Україні в аспекті скорочення викидів парникових газів, здійснення порівняльного аналізу з показниками європейських країн.

Завдання дослідження:

- Проаналізувати сучасний стан та підходи до управління біовідходами в різних країнах, зокрема в країнах ЄС та Україні.
- Оцінити фактичний внесок сектору «Відходи» у загальній структурі продукування парникових газів різними видами економічної діяльності.
- Порівняти досвід країн ЄС щодо ефективності альтернативних методів утилізації біовідходів.

Об'єкт дослідження: система управління біовідходами, а також технології їхньої утилізації, що сприяють скороченню викидів парникових газів.

Предмет дослідження: ефективність сталих практик управління біовідходами у порівнянні з досвідом європейських країн.

Методи дослідження

У роботі застосовано загальнонаукові методи аналізу та синтезу, порівняльного аналізу, статистичний метод для оцінки кількісних показників утворення біовідходів, а також метод експертного оцінювання для розробки рекомендацій щодо покращення управління біовідходами.

Дослідження спрямоване на пошук альтернативних підходів задля розв'язання актуальних проблем екологічної безпеки через вдосконалення системи управління біовідходами, що сприятиме зменшенню їхнього негативного впливу на довкілля та покращенню якості життя населення.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЗАКОНОДАВЧІ АСПЕКТИ ПРОБЛЕМИ ВІДХОДІВ У КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Огляд літератури з питань утилізації відходів та проблематики, пов'язаної з цим процесом

На теренах сучасної України проблема управління побутовими відходами є одним з найактуальніших екологічних і соціальних викликів сьогодення. Щороку в країні є мільйон тонн вмісту, значуща частина якого накопичується на полігонах і звалищах, що створює екологічні ризики. Неефективна система поводження з побутовими відходами, низький рівень їх перероблення та утилізації, а також показ культурного роздільного збору змісту посилюють масштаби цієї проблеми.

Поняття управління відходами [5], їх переробка та пошук шляхів підвищення ефективності використання ресурсів і вторинної переробки набувають все більшого значення в останні десятиліття. Проблеми поводження з відходами активно вивчаються в дослідженнях українських та зарубіжних вчених та експертів даної галузі. Інтерес українських фахівців часто зосереджується на сучасному стані розвитку галузі, зокрема приведенні вітчизняного законодавства у відповідність до європейських норм, сортуванні та вторинному використанні відходів, виробленні енергії у процесі переробки відходів, технологічних аспектах цієї діяльності, розробці стратегії управління відходами, вивченні досвіду країн-членів ЄС тощо. Закордонні розвідки підходять до проблематики відходів значно ширше, вивчаючи різні аспекти й історичні практики їх утилізації та вторинного використання у побуті й у промисловості[6, 7, 8, 9].

Українські науковці, такі як Сталінська І.В. та Корнякова Н.М. (2004, 2016), наголошують на необхідності створення ефективних механізмів управління відходами, які б відповідали сучасним екологічним вимогам та принципам циркулярної економіки. Зокрема, Корнякова (2004) зазначає, що відходи можуть розглядатися як цінний ресурс для виробництва за умови ефективної переробки [10-11].

На думку Романів М.В. (2017) сучасні технології переробки відходів, включаючи вторинну переробку, є перспективними для розв'язання проблеми відходів. Проте для їх впровадження необхідні зміни у поведінці населення, підвищення обізнаності та організація роздільного збору відходів [12].

Українські вчені Білецька Г.А., Виговська Г.П. та Веклич О.О. (2016) розглядають питання взаємозв'язку інновацій та переробки відходів і необхідності впровадження ефективних технологій управління виробництвом, у тому числі переробки відходів, для раціонального використання природних ресурсів, а також досліджують шляхи мотивації суб'єктів господарювання до здійснення ресурсоефективної господарської діяльності [13].

Білецька Г.А та ін. (2020) зазначають, що водночас потребує розв'язання питання забезпечення ефективності наявних систем управління відходами відповідно до вимог циркулярної економіки, підвищення конкурентоспроможності національних економік на світовому ринку та забезпечення сталого економічного зростання. Ці вимоги вимагають розробки нових економіко-правових механізмів поводження з відходами, спрямованих на реалізацію принципів безвідходності та сталого розвитку [13].

Досвід показує, що розв'язування проблем ефективного управління відходами в Україні ускладнюється недосконалістю практичної реалізації нормативно-правової бази, перешкодами на шляху євроінтеграційних реформ у сфері поводження з відходами та, зокрема, відсутністю у місцевих органів влади досвіду розробки ефективних стратегій і програм управління відходами, а також відсутністю належного фінансування задля швидкого впровадження законодавчих реформ у сфері управління відходами.

1.2. Розуміння категорії органічні відходи (біовідходи), потенціал даного виду відходів як джерела альтернативної енергії

Поводження з органічними відходами (біовідходами) є ключовим аспектом екологічної політики в умовах глобальних кліматичних змін. Відходи органічного походження становлять значну частину загального обсягу сміття, недієва система

управління ними стає джерелом викидів парникових газів (ПГ), зокрема метану та вуглекислого газу. Наукові джерела вказують на те, що раціональне поводження з органічними відходами може суттєво зменшити вплив на довкілля.

Скрипник Ю.В. (2013) у своїх дослідженнях підкреслює значення екологічного підходу до управління біовідходами. Автор звертає увагу на те, що неправильне зберігання органіки, особливо на полігонах, призводить до утворення великих обсягів метану (CH_4), що є одним із найпотужніших джерел продукування викидів ПГ. Метан має у 25 разів вищий парниковий потенціал, ніж вуглекислий газ (CO_2). Автор наголошує на необхідності вдосконалення підходів до переробки відходів для зменшення негативного впливу на довкілля. Впровадження сучасних технологій, таких як компостування та анаеробне зброджування, може суттєво зменшити цей вплив [14].

Горобець О.В. (2016) зазначає, що до органічних відходів відносяться відходи, які біологічно розкладаються, такі як харчові відходи, залишки фруктів та овочів, опале листя, садові та паркові відходи, різні культури та фекалії тварин [15].

Утилізація органічних відходів на звалищах призводить не лише до бактеріологічного забруднення водойм і ґрунту, а й до утворення токсичних газів, які виділяють неприємні запахи, збільшують парниковий ефект і спричиняють пожежі. У разі спонтанного загоряння на сміттєзвалищі в атмосферу потрапляють такі токсичні речовини, як діоксини та фурани. За оцінками вчених, з однієї тонни побутових відходів утворюється від 120 м^3 до 200 м^3 біогазу, переважно метану та вуглекислого газу. Враховуючи, що внесок метану в парниковий ефект у 21 раз більший, ніж вуглекислого газу, це еквівалентно 16 млн тонн вуглекислого газу (CO_2) і має негативний вплив на місцевому та глобальному рівнях [16]. Таким чином, при біологічному розкладанні відходів на полігонах у навколишнє середовище виділяється від 120 м^3 до 200 м^3 газу на тонну побутових відходів. Цей газ містить переважно метан (CH_4) і вуглекислий газ (CO_2), а також невелику кількість неметанових органічних сполук, включаючи забруднювачі повітря і леткі органічні сполуки [15].

Переважна більшість наукових публікацій та розробок присвячена як вивченню негативного впливу органічних відходів на довкілля, так і пошуку нових дієвих рішень щодо їх раціональної утилізації.

Goldemberg J., Coelho S.T (2004) зазначають, що біомасу можна спалювати безпосередньо у твердому вигляді (дрова, тирса, тюки соломи, пелети з біомаси, брикети) або перетворювати на рідину (біодизель, біоетанол) чи газ (біогаз, біометан). Цей вид виробництва альтернативної енергії, як і інші, створює робочі місця та підвищує енергетичну самодостатність у деяких країнах, особливо в сільськогосподарських, проте у науковій спільноті виникають суперечливі дискусії щодо скорочення викидів парникових газів від біоенергетики. У цьому контексті розрізняють традиційну біомасу, вироблену відповідно до принципів сталого розвитку, і так звану сучасну біомасу. Це виключає використання деревини як палива, але включає виробництво теплової та електричної енергії, а також виробництво біопалива та біогазу. Переваги біомаси полягають у тому, що вона є легкодоступною та відносно дешевою [17].

Проте не варто відкидати і протилежну думку. За даними вчених з Міжнародної групи експертів зі зміни клімату (IPCC) [18], енергія біомаси, навіть якщо вона є відновлюваною, викидає більше парникових газів, ніж спалювання вугілля. Вони вважають, що під приводом благородної мети, а саме заміни викопного палива відновлюваним біологічним паливом, лісозаготівельна промисловість по всьому світу широко використовує субсидії для знищення лісів і використання деревини для біоенергетики. Таким чином використання енергії біомаси потребує зваженого підходу із урахуванням місцевої та національної специфіки.

Компостування ж передбачає серію аеробних перетворень органіки через діяльність мікроорганізмів з утворенням стабільного продукту, відомого як компост [19, 20]. Компостування має численні переваги для навколишнього середовища, такі як зменшення об'єму відходів, що вивозяться на звалища, зменшення запаху, пов'язаного з анаеробним розкладанням органічних відходів, скорочення викидів метану та перетворення органічних відходів у цінні, збагачені

поживними речовинами добавки до ґрунту [21, 22]. Крім того, використання компосту як добавки до ґрунту має потенціал для підвищення родючості ґрунту, збільшення поглинання вуглецю та покращення структури ґрунту, його фізичних, хімічних і біологічних властивостей [23]. Компостування також допомагає реінтегрувати значну кількість перероблених поживних речовин назад у ґрунт, покращуючи властивості ґрунту за рахунок збільшення органічного вуглецю в ґрунті (SOC), посилення мікробної активності та покращення утримання води та доступності поживних речовин [28, 33, 34]. Це, як наслідок, призводить до зменшення потреби в синтетичних добривах, таким чином, викиди ПГ від їх виробництва та застосування також зменшуються [19, 33, 35, 36].

Удосконалення технології та практики компостування підвищили його ефективність і актуальність. Такі методи, як компостування в посудині, вермікомпостування та використання мікробних інокулянтів підвищили ефективність компостування та якість компосту. Крім того, поєднання компостування з різними рішеннями для управління відходами, такими як анаеробне зброджування, створило додаткові альтернативи для корисного відновлення ресурсів і виробництва електроенергії [26].

Таким чином, процес компостування ідеально інтегрується в бажаний контекст циклічної економіки, сприяючи переробці поживних речовин і зменшуючи попит на синтетичні добрива, підтримуючи, в той же час, практику сталого сільського господарства та довгострокову продовольчу безпеку [24, 25].

Компостування міських органічних відходів забезпечує значні екологічні переваги порівняно з традиційним захороненням на звалищах, наприклад, скорочення викидів парникових газів, продовження терміну експлуатації звалищ, зменшення забруднення навколишнього середовища, виробництво цінного компосту та збереження ресурсів.

Літературні дані свідчать про те, що компостування міських органічних відходів може значно скоротити викиди парникових газів і посилити поглинання вуглецю. Широко відомо, що компостування органічних відходів значним чином скорочує загальний обсяг ТПВ, який надходить на звалища, тим самим зменшуючи

викиди метану (CH_4) [27, 29-31]. Наприклад, тематичне дослідження, проведене Chee Guan N. та Yusoff, S. (2015) показало, що роздільне компостування органічних відходів, може зменшити чисті викиди парникових газів до 47% порівняно з традиційним захороненням [30]. Однак варто зазначити, що процес компостування може також і продукувати парникові гази, такі як вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4) і закис азоту (N_2O), але в порівнянні з захороненням на звалищах викиди ПГ, як правило, на низькому рівні і можна певною мірою пом'якшити за допомогою ефективних практик управління процесом компостування, таких як належна аерація [27, 37, 38].

Окрім численних екологічних та економічних переваг, широке впровадження процесу компостування як основного рішення щодо управління відходами стикається з певними технічними проблемами та соціально-економічними бар'єрами. Більшість занепокоєнь пов'язана з наявністю забруднюючих речовин, таких як важкі метали та мікропластик у вихідній сировині та кінцевому компості, а також потенційною якістю та безпекою виробленого компосту. Вирішення цих проблем потребує впровадження поміркованої системи управління органічними відходами.

1.3. Сучасні підходи до управління органічними відходами: досвід країн ЄС та України

Наукова інформація висвітлена у закордонних та вітчизняних публікаціях, присвячених подоланню проблем, пов'язаних з побутовими відходами відображає дієвість та варіативність підходів до розв'язання цього питання, а також пошук та розробку альтернативних шляхів до їх подолання на основі сучасних науко-практичних розробок, проте цікавим залишається прикладний аспект впровадження дієвих практик управління ТПВ у різних країнах світу.

Аналізуючи історію появи утилізації сміття у сучасному розумінні, зазначають, що вона формувалася у тісному зв'язку з рухом за санітарію, який почав розвиватися у ХІХ ст. Доти міські відходи мали більш органічний характер і переважно використовувалися як добрива на довколишніх полях і присадибних

ділянках, однак індустріалізація та поступове насичення ринку товарами широкого вжитку ускладнили наявні способи утилізації сміття. Крім того, воно почало накопичуватися у населених пунктах, створюючи значні санітарні проблеми. Муніципальна влада прагнула ліквідувати гігієнічну кризу, викликану скупченням міських відходів, до яких відносили залишки сировини або продукції промислових підприємств, побутове сміття. Рішенням було вивезення сміття із міст на околиці, що спричинило появу довкола міст звалищ та полігонів. Для збирання та видалення відходів були створені спеціальні державні служби. Як результат, в епоху муніципальних соціальних реформ утилізація побутових відходів перетворилася з проблеми, яку містяни мали вирішувати самотужки, на обов'язок органів влади населених пунктів із їх прибирання. Власне на початку ХХ ст. у більшості країн світу, включаючи СРСР, загалом вже використовувалася подібна практика утилізації відходів, однак постійно здійснювалися спроби покращити цю діяльність, реформувати її згідно з новими технологічними досягненнями [39].

Якщо казати про історичну практику поводження з відходами типову для нашої країни, то у ХХ ст. (в цілому в СРСР) пріоритет надавався централізованому управлінню сільськогосподарськими відходами. Значна увага приділялася використанню гною та органічних залишків для добрив. Організовувалися спеціалізовані ферми та компостні майданчики, що забезпечували підвищення врожайності. Важливим елементом системи також були місцеві програми з роздільного збору відходів для переробки.

У США на початку ХХ ст. органічні відходи здебільшого спалювалися або вивозилися на звалища. Проте вже з середини століття набула популярності ідея переробки відходів для виробництва біогазу та компосту. На противагу СРСР, за кордоном сміття, зібране у квартирах і на вулицях, зазвичай не змішували зі сміттям із кухонь (органічними відходами), тобто сортували ще на початковій стадії процесу утилізації. Згідно з американським досвідом навіть квартирне сміття піддавалося сортуванню за трироздільною системою: 1) попіл, домова обметиця; 2) кухонна покидь; 3) велика покидь. Насамперед це обумовлювалось специфікою утилізації, особливо в місцях, де неможливо вивозити сміття щоденно. У 1970-х

роках було створено перші програми сортування зміщення зі зменшенням кількості відходів на полігонах [40].

Практика компостування органічних відходів ще більш давня, особливо це поширено у приватних домогосподарствах та на сільськогосподарських підприємствах різного типу. В Америці ще 10 років тому понад 100 міст долучились до екологічного принципу Zero Waste, пропагуючи екологічні підходи до повної переробки та утилізації твердих побутових відходів (ТПВ). У США створено навіть Biodegradable product institute, наукову організацію, яка підтримує перехід до економіки замкнутого циклу, сприяючи виробництву, використанню та належному завершенню терміну служби матеріалів і продуктів, які призначені для повного біологічного розкладання в певних біологічно активних середовищах [41, 42].

В Європі практика компостування в сільських господарствах була започаткована давно, але масова урбанізація вимагала пошуку нових рішень, а звична система «збирання – вивезення» з часом трансформувалась в альтернативні еко-рішення, адаптивні для кожної окремої країни та громади.

Під переробкою у Європі розуміють операцію з утилізації при якій відходи переробляються в продукти, матеріали або речовини для первинної чи іншої мети. Вона включає переробку органічного матеріалу, але не відновлення енергії чи переробку в матеріали, що будуть використовуватися як паливо чи наповнювачі. Тобто переробка - це операція, в результаті якої відходи приносять користь, замінюючи інші матеріали, які в іншому випадку були б використані для виконання конкретної функції, або відходи приготвлені для виконання такої функції, на заводі чи для більш масштабної економіки. [41, 43].

Починаючи з 1990-х років, ЄС запровадив жорсткі екологічні норми «нуль відходів», що стимулювало розробку програми компостування та будівництва біогазових установок. У Німеччині, Нідерландах та Австрії біогазові технології стали популярними для утилізації як харчових, так і агропромислових відходів [43, 44].

Основними елементами ініціативи ЄС «Нуль відходів»[43] є:

- збір відходів за системою «двері в двері», включаючи органічні відходи (реалізується для приватних домогосподарств);
- запровадження системи оплати за послуги управління відходами за принципом «плати стільки – скільки викидаєш»;
- вжиття заходів щодо запобігання утворенню відходів;
- належне поводження з органічними відходами;
- аналіз складу відходів, в першу чергу змішаних відходів;
- комунікація між усіма зацікавленими сторонами (жителі, бізнес, муніципалітети, комунальне підприємство, що займається поводженням з відходами).

Крім системи збору відходів «двері в двері», в Європі діє система збору відходів в контейнери. У переважній більшості вони призначені для збору відходів із багатоквартирних будинків. Якість сортування відходів, отриманих із застосуванням такої системи збору, набагато нижча, ніж від збору відходів за системою «двері в двері». Звичайно, що великі міста застосовують і одну, і другу систему збору відходів

Також у Європі застосовується термін «відходи в енергію», що відображає різні види технологій обробки відходів для отримання енергії у формі теплової, електричної, чи альтернативного палива. Цей термін може включати технології, що виробляють газ з органічних відходів, збір метану з сміттєзвалищ, термальну обробку відходів на сміттєспалювальних заводах, спалювання RDF (твердого відновленого палива) на цементних заводах чи газифікацію [43]. Набувають поширення програми зі створення біогазових установ, переважно за рахунок грантових програм ЄС та приватних ініціатив.

На сьогодні більшість розвинених країн, до яких належать США та країни Західної Європи активно видобувають біогаз зі сміттєзвалищ, зокрема, в рамках програми Global Methane Initiative [16].

Гарний досвід управління відходами має Японія, проблема поводження з відходами особливо актуальна тому, що там просто немає місця для їх накопичення. Щорічно в Японії утворюється близько 400 млн. т промислових і 50

млн. т побутових відходів. У перерахунку на душу населення це 3,75 т всіх видів відходів на рік. Таким чином, середній японець щодня «виробляє» більше 10 кг відходів, у тому числі понад 1 кг побутового сміття. У структурі побутових відходів (сміття) 80% припадає на три види відходів: харчові відходи (30%), пакувальні матеріали і тару (25%) і макулатуру (25%). Саме японці мають передовий досвід у розбудові малих урбоекосистем замкненого циклу за принципом Zero Waste [45].

За наявними статистичними даними в Україні органічні відходи становлять значну кількість від загального обсягу відходів на звалищах та полігонах (від 30 до 40%), при цьому лише 3-5% органічних відходів піддається компостуванню. Враховуючи, що близько 95% побутових відходів потрапляють на сміттєзвалища, значна частина органічних відходів безповоротно втрачається. Крім того в процесі розкладання органічні відходи спричиняють санітарні та екологічні проблеми [15].

В останні роки Україна впроваджує сучасні підходи до управління цими відходами, слідуючи європейським принципам циркулярної економіки та політики "нульових відходів". також, в центрі уваги – зменшення утворення відходів, сортування на місцях та переробка для повторного використання.

Стратегія поводження з відходами до 2030 року передбачає створення системи роздільного збору, переробки та компостування органічних відходів. У рамках цієї стратегії велика увага приділяється розвитку інфраструктури для компостування на рівнях громад та впровадження новітніх технологій для виробництва біогазу з харчових і сільськогосподарських залишків. Місцеві органи влади отримують нові повноваження для впровадження роздільного збирання, що створює основу для переробки органічних відходів у компост або біогаз.

Наприклад, деякі громади, зокрема у Львівській, Київській та Закарпатській областях, активно впроваджують локальні майданчики для компостування та збору звалищного газу; сучасні агрохолдинги (такі як МХП) інвестують у будівництво біогазових комплексів, використовуючи залишки сільськогосподарської продукції та пташиний послід для виробництва енергії.

Україна є дуже перспективною країною для розвитку технологій видобутку біогазу з твердих побутових відходів (ТПВ): високо урбанізована, має відносно

м'який клімат, а це означає, що кількісний потенціал біогазу для виробництва енергії з відходів є високим. На 90 найпотужніших сміттєзвалищах річний обсяг біогазу сягає близько 400 млн. м³/рік або 0,3 млн. тонн умовного палива [16].

Таким чином, можна зробити висновок, що управління відходами як інституційне рішення спроможне покращити економічну та екологічну ситуацію в країні.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ТА ЗАКОНОДАВЧІ ПІДХОДИ УПРАВЛІННЯ БІОВІДХОДАМИ

2.1. Основні поняття та характеристика органічних відходів (біовідходів)

Визначання органічні відходи базується на розумінні того, що даний вид відходів розкладається природним шляхом. Якщо ці відходи потрапляють на сміттєзвалища (а не на спеціалізовані підприємства з переробки), при розкладанні вони утворюють метан, займають простір і ускладнюють процес відділення від решти відходів [46].

В чинному природоохоронному законодавстві України зустрічаються обидва терміни: «органічні відходи» і «біовідходи». Наприклад, у ст. 1 Закону України «Про альтернативні джерела енергії» (2003) [47] енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів визначена як альтернативні джерела енергії.

Проте вважаємо за доречне надалі використовувати визначення «біовідходи», з огляду на те, що саме це поняття значиться в Законі України «Про управління відходами» (2023 р.) з огляду на те, що він враховує європейські концепції та підходи [48].

У цьому законі [48] визначення сформульоване наступним чином: «біовідходи - відходи, що мають властивість піддаватися анаеробному або аеробному розкладу, такі як відходи харчових продуктів або відходи харчової промисловості на всіх етапах виробництва та споживання, відходи від зелених насаджень».

А згідно з визначенням, наведеним у нормативних актах ЄС [49], «біовідходи» – це біорозкладні садові й паркові відходи, продуктові й харчові відходи з домогосподарств, офісів, ресторанів, підприємств оптової торгівлі, їдалень, закладів громадського харчування та роздрібною торгівлі, а також аналогічні відходи з підприємств харчової промисловості». Їх часто називають органічними відходами, з огляду на їхній природний зв'язок із землею спираючись на природне походження та здатність повертатися у ґрунт.

Органічні відходи або біовідходи включають всі залишки біологічного походження, тобто залишки, які колись були живими або частиною організму і властивості яких не зазнали жодних перетворень. Крім того, процес розкладання цих залишків є швидким. Своєю чергою неорганічні відходи утворюються з таких матеріалів, як скло, пластик і метали, які не є похідними від хімічних речовин або живих організмів. На відміну від органічних, неорганічні відходи розкладаються повільно, іноді це може тривати тисячі років, при цьому їх важко утилізувати [46].

При цьому біовідходи мають високу вологість та біологічну активність, що сприяє їх швидкому розкладенню, дозволяючи використовувати ці відходи для отримання компосту, біогазу та інших корисних продуктів. З іншого боку, якщо ці відходи не утилізуються належним чином, вони можуть стати джерелом забруднення довкілля, зокрема водних ресурсів та повітря, а також стати джерелом неприємних запахів та шкідливих для здоров'я людини речовин, таких як метан і закис азоту. Розподіл органічних відходів на групу дозволяє оптимізувати процес їх збору та переробки. Основні групи включають [46]:

- Харчові відходи – залишки їжі, що утворюються у домогосподарствах, ресторанах та супермаркетах. Вони складають значну кількість міських відходів та потребують швидкої переробки через високий вміст вологи та швидкого псування.
- Агропромислові відходи – побутові продукти сільськогосподарського виробництва, такі як гній, солома, силос.
- Лісові та садові відходи – гілки, листя, трава та інші біологічні рештки, що утворюються в міських парках, сквери тощо.
- Промислові органічні відходи – рештки, утворені під час виробництва харчових продуктів або біопалива.
- Органічні відходи лікарського походження – залишки лікарських трав та інші біологічні залишки з медичних установ. Їхня утилізація потребує особливих умов через наявну загрозу зараження.

2.2. Законодавчі аспекти управління біовідходами

Законодавче регулювання поводження з біовідходами у світі базується на двох основних принципах: запобігання утворенню відходів та стимулювання їх використання. У Європейському Союзі ключовим документом є Директива 2008/98/ЄС про відходи, яка передбачає ієрархію управління відходами: від запобігання до утилізації (рис. 2.1). Ця директива стала базою для розробки національного законодавства багатьох країн ЄС.



Рис. 2.1. Ієрархія пріоритетів поводження з відходами в Україні та країнах Європи

Законодавство у сфері поводження з органічними відходами в країнах Європейського Союзу, США та інших розвинутих країнах значно розвинутіше, ніж в Україні. Наприклад, Директивою 1999/31/ЄС [50] встановлюється, що у місця захоронення можуть спрямовуватися лише відходи, які були оброблені з метою зменшення їх обсягів та небезпеки для довкілля. Тобто неможливо на полігон вивезти контейнер зі змішаними відходами. Плата за захоронення відходів повинна покривати в повному обсязі витрати на будівництво місця захоронення відходів (МЗВ)/полігону, на експлуатацію, на фінансову заставу, а також закриття, на догляд за МЗВ протягом наступних 30 років після його закриття.

Директива 2008/98/ЄС про відходи в ЄС встановлює чіткі вимоги щодо зменшення обсягів утворення біовідходів та стимулювання їх переробки. Даною Директивою [51] регламентовано перелік відходів, класифікацію операцій

поводження з відходами, вимоги до поведінки з небезпечними відходами, заборону змішувати небезпечних відходів (ст. 17), маркування небезпечних відходів (ст. 19), наявність необхідних документів при перевезенні небезпечних відходів через територію країн ЄС. Крім цього, обов'язковим є забезпечення роздільного збирання скла, паперу та картону, металу, полімерів, до 2025 року – текстилю, а також підготовку до повторного використання та перероблення (ст. 11), необхідність роздільного збирання біовідходів та забезпечення їх подальшого оброблення і перероблення (ст. 22).

Вимірюваність досягнення визначених Директивою показників спирається на те, що до 2025 року держави-члени ЄС мали досягнути відсоткового показника повторного використання та перероблення відходів – 55-60% відходів, а до 2030 року мають досягти стратегічної цілі на рівні 60-65%.

У практичному підсумку в Іспанії 13725 тис. тон ТПВ захоронюються на 207 полігонах, в Італії 12808 тис. тонн – на 303 полігонах, у Великобританії 10944 тис. тонн – на 342 полігонах. У Литві з 2009 року запровадили офіційну заборону на захоронення відходів на полігонах, що не відповідали європейським вимогам. У Чехії з початку 90-х рр. закрили понад 8000 полігонів, які не відповідали нормативам ЄС. В Естонії з 2001 року кількість полігонів суттєво зменшилась зі 150 до 30, а після 2009 року до 6 регіональних полігонів для відходів.

На міжнародному рівні з 2018 року ЄС приєднався до Цілей сталого розвитку Організації Об'єднаних Націй (ООН), узгодивши завдання щодо скорочення харчових відходів на 30% до 2025 року та на 50% до 2030 року.

Основний рушій політики у сфері управління біовідходами на рівні ЄС - виправлена Рамкова директива про відходи (Waste Framework Directive WFD), яка зобов'язує збирати біовідходи з 1 січня 2024 року.[52] Ст. 22 WFD також визначає, що держави-члени мають ужити заходів для того, щоб «заохочувати перероблення біовідходів, зокрема компостування та зброджування; заохочувати домашнє компостування; сприяти використанню матеріалів, вироблених із біовідходів».

Наряду з представленими вище позитивними практиками поведінки з ТПВ в окремих країнам та муніципалітетах ЄС, в загальному підсумку належний збір і

перероблення біовідходів залишаються на низькому рівні, наразі це близько 16% теоретичних можливостей, а лівова частка ТПВ досі піддавалася спалюванню чи видаленню на полігонах. Це не тільки призводить до утворення величезного обсягу непотрібних відходів: поєднання органічних речовин, що залишаються на полігонах, суттєво впливає на зміни клімату через викиди метану, потужного парникового газу (ПГ), який за 20 років поглинає в 82,5 рази більше тепла, ніж CO₂. До того ж, компостування зібраних біовідходів – перевірена методика боротьби зі змінами клімату та створення здорових ґрунтів, життєво важливих для здоров'я планети. У 2021 році 45% відходів ЄС було вивезено до Туреччини (14,7 млн. тонн), за нею йдуть Індія (2,4 млн тонн), Єгипет (1,9 млн. тонн), Швейцарія (1,7 млн. тонн) і Велика Британія (1,5 млн. тонн). [41, 52, 53].

Влітку поточного року в Україні офіційно стартувала реформа управління відходами. Початок їй дав відповідний Закон України «Про управління відходами» [3], прийнятий 20 червня 2022 року, набув чинності 9 липня 2023 року. Цей закон спрямований на введення нормативно-правового регулювання в галузі управління відходами, що відповідає вимогам відповідних директив ЄС. Головна його мета – поліпшення стану навколишнього середовища та створення необхідної інфраструктури для управління відходами.

Згідно із цим документом, в Україні:

- впроваджується ієрархія управління відходами, пріоритетними напрямками якої є запобігання утворенню відходів, їхнє повторне використання та відновлення (рециклінг), і лише потім – видалення, у т.ч. захоронення на полігонах, які відповідають вимогам екологічної безпеки;
- планування системи управління відходами на національному, регіональному та місцевому рівнях;
- запровадження системи розширеної відповідальності виробника;
- поступове створення сучасної інфраструктури та об'єктів збирання та оброблення відходів;
- удосконалення процесів управління відходами, у т.ч. ліцензійної і дозвільної системи, інформаційного забезпечення в сфері управління відходами.

У ст.1 наводиться основний термінологічний апарат:

побутові відходи - змішані та/або роздільно зібрані відходи від домогосподарств, включаючи відходи паперу, картону, скла, пластику, деревини, текстилю, металу, упаковки, **біовідходи**, відходи електричного та електронного обладнання, відходи батарей та акумуляторів, небезпечні відходи у складі побутових, великогабаритні та ремонтні відходи, а також змішані та/або роздільно зібрані відходи з інших джерел, якщо ці відходи подібні за своїм складом до відходів домогосподарств. Побутові відходи не включають відходи промисловості, сільського і лісового господарства, рибальства та аквакультури, резервуарів для септиків, каналізаційних мереж та відходи їх оброблення, включаючи осад стічних вод, транспортні засоби, строк експлуатації яких закінчився, відходи будівництва та знесення, вуличний змет, медичні відходи;

відходи харчових продуктів - харчові продукти у значенні, наведеному в Законі України "Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів", що стали відходами;

Відповідно біовідходи (за наведеним у п. 2.1. визначенням) охоплює набагато ширше поняття, тобто сегмент побутових та промислових відходів, які мають властивість піддаватися анаеробному або аеробному розкладу.

2.3. Проблематика та сучасний стан поводження з відходами в Україні

Сучасна практика управління відходами в Україні вважається неефективною та призводить до негативного впливу на довкілля. За офіційними даними Державної служби статистики України [54], за 2020 рік в Україні було утворено понад 462,4 млн тонн відходів, у тому числі 85% відходів добувної промисловості, 11% переробної промисловості та 1,3% побутових відходів, решта – відходи інших джерел. Небезпечних відходів утворено в обсязі 532,0 тис.т. Утворення відходів на одну особу оцінюється в 11 074 кг.

При цьому загальний обсяг утворення відходів за роками є нерівномірним, що напряму пов'язано з економічними аспектами. З 2013 року почалося падіння ВВП та загального обсягу утворених відходів, що пов'язано з втратою економічно

активних регіонів, це призвело до зниження економічної активності, а отже, і утворення відходів. Після спаду до 295,8 тис.т у 2016 року спостерігався ріст утворення відходів. Динаміка за останнє десятиріччя (2010-2020 рр.) представлена у табл. 2.1, рис. 2.2. З 2022 року, кількість утворених відходів знизилась через закриття та пошкодження промислових підприємств та велику хвилю міграції, проте з'явилась нова категорія - відходи руйнувань та війни.

Таблиця 2.1

Утворення відходів за джерелами за 2010-2020 роки, тис.т. [54]

Рік	Сільське, лісове та рибне господарство	Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	Переробна промисловість	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	Будівництво	Інші види економічної діяльності	Обсяг збирання відходів від домогосподарств
2010	8304,5	347442,3	47676,5	8636,4	326,7	3795,8	6367,7
2011	12201,2	357863,6	48920,4	9895,6	677,9	9524,4	4712,4
2012	10030,4	364964,1	48709,9	9805,5	609,4	5059,7	7537,9
2013	10080,6	373042,6	40738,5	9339,2	737,3	2914,3	8409,6
2014	8451,4	297290,0	34796,7	5972,7	306,4	1868,9	6314,3
2015	8736,8	257861,9	31000,5	6597,5	376,2	1641,4	6053,3
2016	8715,5	237461,4	34093,0	7511,5	300,2	1442,0	6346,5
2017	6188,2	313738,2	32176,7	6191,7	493,8	1407,4	5858,0
2018	5968,1	301448,9	31523,2	6322,7	378,8	1148,7	5543,5
2019	6750,5	390563,8	30751,8	5959,2	188,7	1405,8	5896,7
2020	5315,4	391077,9	52311,0	5333,7	14,5	2371,3	5949,7



Рис. 2.2. Динаміка утворення відходів за основними видами економічної діяльності [складено автором за 53]

Середній показник утилізації відходів в період 2010-2020 рр. становив 30%, спалювання – 0,3%, решта відходів піддавалась операціям видалення або тимчасового зберігання. Загальна динаміка поводження з відходами в Україні за період 2010-2020 рр. представлена у табл. 2.2, рис. 2.3. Станом на 2020 рік, загальний обсяг відходів, накопичених протягом експлуатації, у спеціально відведених місцях та об'єктах становить 15635259,6 тис.т.

Таблиця 2.2

Поводження з відходами за джерелами за 2010-2020 роки, тис. т. [54]

Рік	Утилізація	Спалювання	Видалення відходів у спеціально відведені місця та об'єкти
2010	144867	1056,8	311649
2011	153368	1039,2	251352
2012	143110	1201,1	263562,6
2013	146733	917,9	264665,6
2014	109280	944,7	203698,0
2015	92463,7	1134,7	152295,0
2016	84630,3	1106,1	157379,3
2017	100056	1064,3	169801,6
2018	103658	1028,6	169523,8
2019	108024	1059,0	238997,2
2020	100525	1008,0	275985,3

тис. т

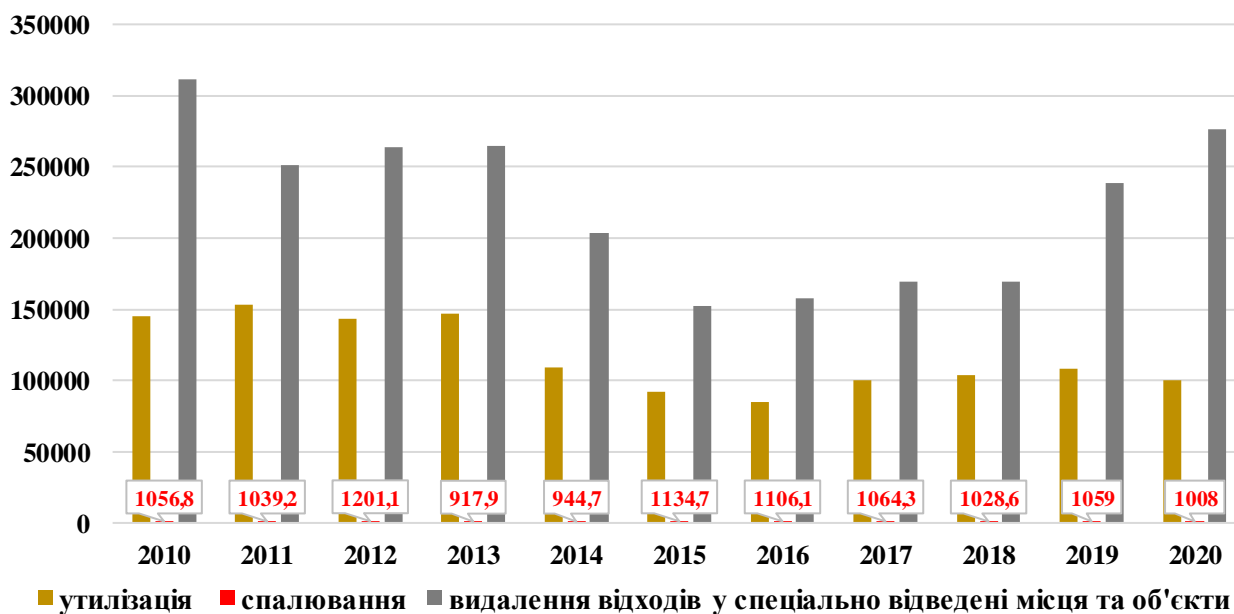


Рис. 2.3. Динаміка поводження з відходами за джерелами [складено автором за 53]

Високий рівень утворення відходів та низькі показники їх використання в якості вторинної сировини призвели до того, що в Україні в промисловому та комунальному секторах більшість відходів, які накопичуються щороку, вивозяться у місця видалення відходів.

Якщо спиратись на фактичну реалізацію управлінських рішень, то донині Україна, на відміну від Європи дотримувалась неправильних пріоритетів в поводженні з відходами. Країни Європи першочергово запобігають утворенню відходів, тоді як Україна спочатку ліквідує, а потім приймає заходи про запобігання негативних впливів на навколишнє середовище (рис. 2.1).

Аналізуючи актуальні проблеми у сфері управління відходами Школа В.Ю., Прокопенко О. В., Домашенко М. Д. виділили ті, без вирішення яких неможливо забезпечити ефективність національної системи [55]:

- відсутній механізм регулювання відносин і забезпечення виконання зобов'язань у сфері поводження з відходами (транспортування, переробка, утилізація);
- система відповідальності споживачів, виробників і компетентних органів є недосконалою та нерегламентованою;
- недосконалість тендерної процедури у сфері переробки та утилізації відходів;
- питання про екологічну освіту перебуває на критично низькому рівні, а програми щодо її підвищення відсутні;
- зв'язок між суб'єктами господарювання та держаним сектором в галузі є мінімальним;
- відсутність контролю державними органами влади над виконанням усіх нормативно-правових актів щодо поводження з відходами;
- відсутність закону про вторинні матеріальні ресурси;
- відсутність реального державного контролю за утворенням відходів і поводженням з ними, внаслідок чого понад 60 % використовується в тіньовій економіці і лише 10 % контролюється державою;

- відсутність системи економічної мотивації за ефективного поводження з відходами;
- відсутність дієвих інструментів протидії незаконному захороненню відходів;
- відсутність сформованих внутрішніх ринків вторинної сировини (державного та приватного ринків);
- відсутність економічно структурованої, спрощеної та гармонізованої з нормами міжнародного законодавства методики визначення норм утилізації;
- невідповідність виробничих потужностей екологічно безпечному видаленню, утилізації, регенерації відходів;
- ліцензування псевдодіяльності з переробки нафтопродуктів без належного контролю за її результатами;
- труднощі із залученням іноземних інвестицій, зумовлені великим ризиком інноваційних процесів в Україні та відсутністю детальної діяльності органів державної виконавчої влади щодо системи поводження з відходами.

Варто почати з того, що після приєднання України до Європейської Ради та реалізації програми адаптації українського законодавства до норм і стандартів Європейського Союзу Україна зобов'язана вирішити проблеми у сфері управління відходами, практичної реалізації основні принципи ЄС в Україні ще не набули [56].

В цілому, система управління відходами, зокрема муніципальними, відповідно Закону України «Про управління відходами» повинна відповідати наступній схемі (рис. 2.4), включаючи різні методи енергетичної утилізації, які показано в останньому рядку діаграми.

Видалення відходів в спеціально обладнані місця/об'єкти, що відповідають екологічним нормативам, повинно здійснюватися лише у випадку, якщо цього неможливо досягти на попередніх попередні ступенях ієрархії.

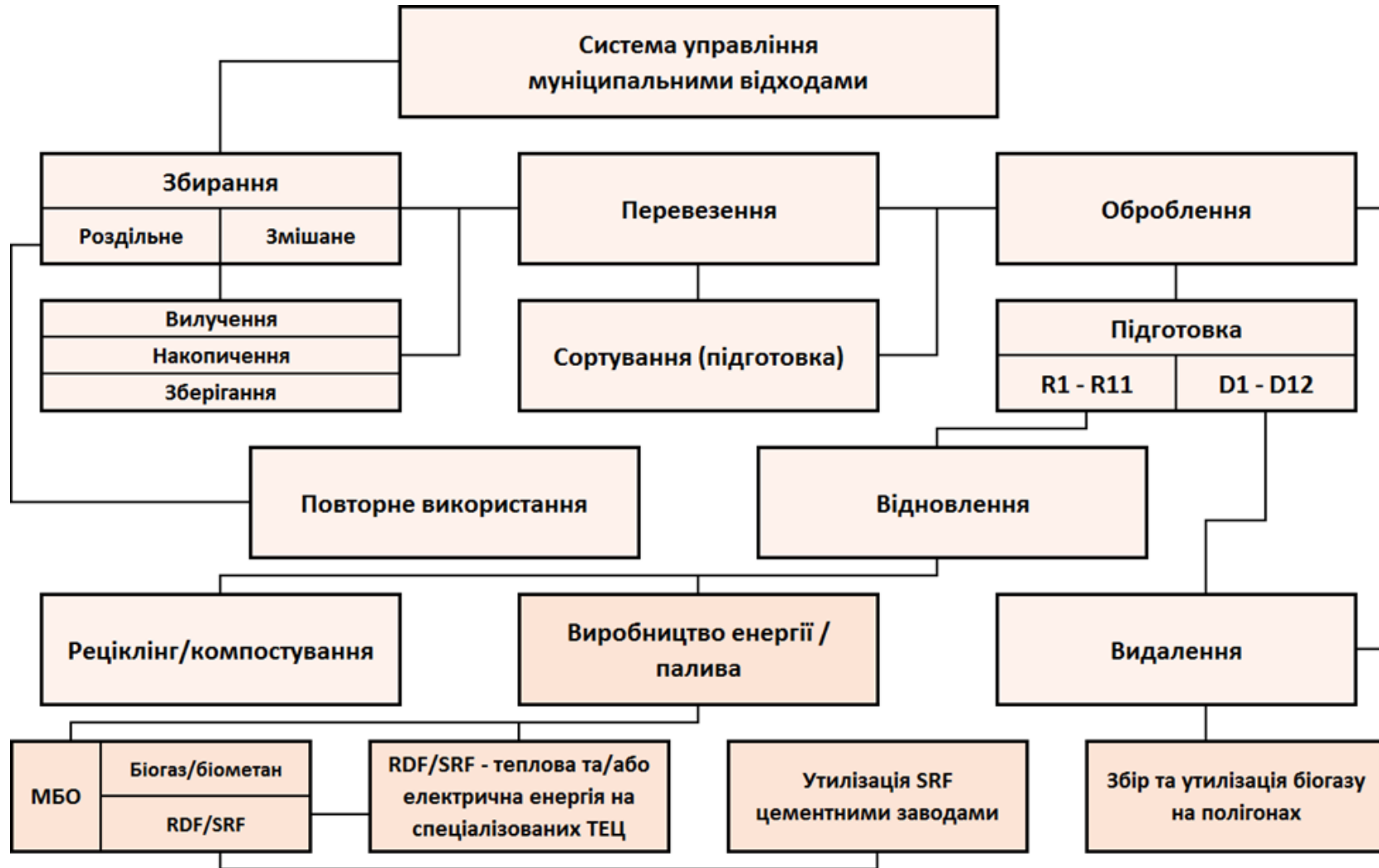


Рис. 2.4. Система управління муніципальними відходами в Україні [57]

D1-D12 – операції видалення відходів (зазначені у Додатку 1 до Закону України «Про управління відходами»),

R1-R11 – операції відновлення відходів (зазначені у Додатку 2)

Окрім інституційних та економічних проблем, які є вагомою перешкодою при розбудові ефективної системи управління біовідходами, науковці та соціологи часто виокремлюють низький рівень екоосвіти населення та відсутність системи стимулювання до роздільного збору побутових відходів. За даними соціологічних опитувань [58], 88% українців вважають проблеми поводження з відходами важливими, з них 49% оцінюють проблему накопичення відходів як надзвичайно важливу, 75% громадян вважають, що її вирішення є запорукою здоров'я людини, 81,4% – запорукою чистого довкілля, а 34,7% – показником загального рівня розвитку країни. Водночас лише 23,5% громадян вважають, що питання відходів має бути одним із питань на місцевих виборах, 51,5% – що має бути, але не найважливішим; понад 80% громадян оцінюють підвищення обізнаності щодо правильного поводження з відходами на національному та місцевому рівнях як недостатнє; понад 80% громадян вважають, що система поводження з відходами в країні є недостатньо ефективною.

Високі показники утворення відходів, низький рівень їх використання, показують ефективний контроль та регулювання, а також недостатня екологічна освіта населення забезпечують вирішення цієї проблеми. Попри зобов'язання перед ЄС щодо адаптації законодавства, на практиці основних принципів сталого управління відходами ще не набуло широкого впровадження. Для досягнення європейських стандартів необхідно не тільки вдосконалювати законодавчу базу та систему контролю, а й створювати економічні стимули для екологічно відповідного поводження з відходами, розвивати інфраструктуру переробки та утилізації, а також підвищувати рівень екологічної свідомості населення.

РОЗДІЛ 3

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ УПРАВЛІННЯ БІОВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ ТА ДЕРЖАВАХ-ЧЛЕНАХ ЄС

3.1. Порівняльна динаміка утворення та утилізації відходів в Україні та країнах ЄС

В Україні щорічно утворюється значна кількість відходів, що є серйозним екологічним викликом. Велика частина твердих побутових відходів захоронена на полігонах і звалищах, які часто перевантажені та не відповідають екологічним нормам. За офіційними даними, у 2021 році загальний обсяг утворених відходів становив понад 462 млн тонн, значна частина яких була направлена на захоронення. Для вирішення проблеми відходів в Україні впроваджуються реформи, спрямовані на скорочення захоронення, підвищення обсягів переробки та впровадження екологічно безпечних технологій утилізації.

За даними [59], проведено аналіз динаміки утворення відходів в Україні за період 1990-2021 рр. У звіті NIR зазначається про моделювання ретроспективного аналізу з огляду на історичні дані динаміки наявного в Україні населення. Простежується поступове зростання обсягів захоронених твердих відходів. Прискорене зростання у період 1970–1990-ті роки обумовлений в першу чергу активними темпами індустріалізації, урбанізації та зростання споживання. З 1990-х років ситуація дещо стабілізувалась (рис. 3.1), варто припустити, що це також регламентувалось економічними змінами, політикою поводження з відходами.

Загалом діаграма демонструє довгострокове зростання за останні 120 років утворення твердих відходів із періодичними коливаннями, які можуть бути спричинені економічними, політичними та екологічними факторами.

Для порівняння проаналізуємо тенденцію утворення відходів у країнах ЄС (і не тільки) та поводження з ними за період 1995 - 2022 рр. (рис. 3.2). Простежується чітка тенденція до зменшення кількості захоронених відходів, оскільки країни поступово впроваджують альтернативні способів утилізації відходів, які відповідають концепціям та принципам європейських країн. [60]

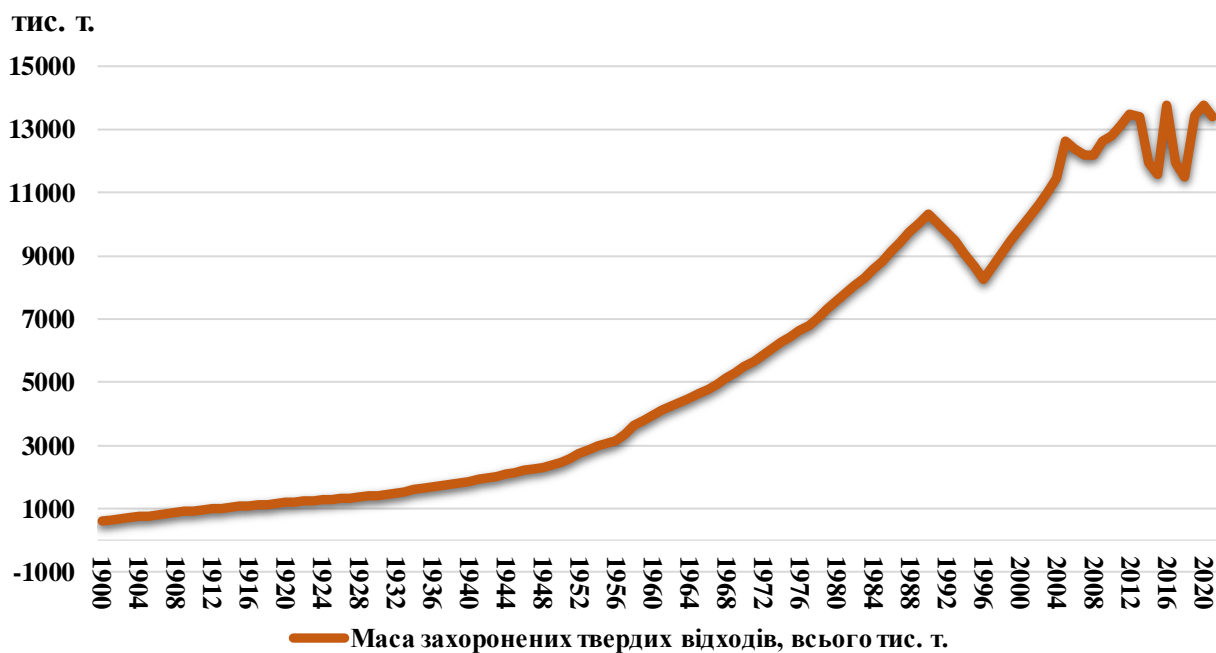
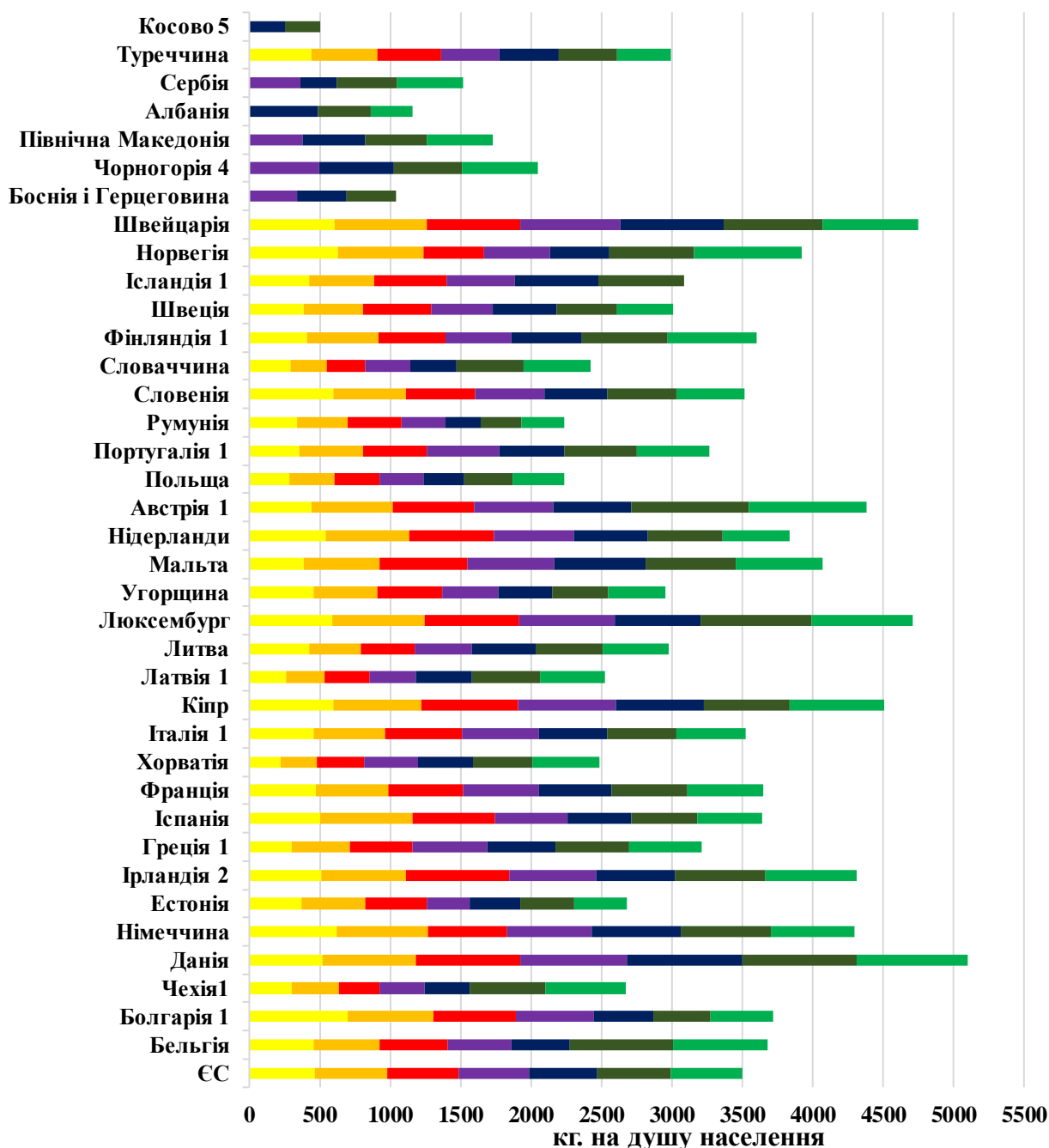


Рис. 3.1. Динаміка утворення відходів за період 1900 – 2021 рр.

Середній показник утворення відходів станом на у 1995 році складав 467 кг на душу населення, збільшившись до 513 кг у 2022 році (за вказаний період приріст показника склав 10%). При цьому варто враховувати, що у загальній структурі розподілу відходів за секторами, міські відходи становлять лише 9% від загальної кількості утворених відходів.

Обсяги утворених побутових відходів значно відрізняються в розрізі різних країн. Наприклад, у 2022 р. показник варіювався від 301 кг утворених відходів на душу населення в Румунії до 835 кг на душу населення в Австрії. Варіації відображають відмінності в моделях споживання та економічному добробуті, але також залежать від способу збирання та поводження з міськими відходами.

Деякі країни, такі як Бельгія, Чехія, Данія, Ірландія, Греція, Франція, Хорватія, Кіпр, Латвія, Литва, Люксембург, Мальта, Австрія, Польща, Португалія, Словаччина, Фінляндія та Ісландія, показали значний приріст показника за вказаний період. Наприклад, у Хорватії цей показник зріс більш ніж удвічі – з 220 кг у 1995 році до 478 кг у 2022 році, що відповідає 117,7%. Для Чехії даний показник склав 88,7%, Австрії – 90,9%, на Мальті – 59,6% та в Ірландії – 25,7%.



Примітка: дані, виділені курсивом, є оціночними.

1 Дані за 2021 рік замість 2022 року.

2 Дані за 2020 рік замість 2022 року.

3 Дані за 2018 рік замість 2020 року.

4 дані за 2012 рік замість 2010 року.

5 Це позначення не зачіпає позиції щодо статусу та відповід

■ 1995 ■ 2000 ■ 2005 ■ 2010 ■ 2015 ■ 2020 ■ 2022

Рис. 3.2. Динаміка утворення міських відходів за вибрані роки, (період 1995-2022 рр., кг на душу населення)

Водночас, інші країни, такі як Болгарія, Німеччина, Іспанія, Нідерланди, Угорщина, Румунія, Словенія, Швеція, а також деякі країни, що не входять до ЄС, такі як Норвегія, Швейцарія, Сербія та Туреччина, продемонстрували зменшення

кількості відходів на душу населення. Зокрема в Болгарії (-35,9%), Німеччині (-4,8%), Іспанії (-7,7%), Угорщині (-11,8%), Нідерландах (-12,3%), Румунії (-11,8%), Словенії (-18,2%) та Туреччині (-13,4%).

Деякі країни, такі як Естонія, Італія, показали відносно невеликі зміни у кількості утворених відходів. Важливо зазначити, що дані за деякі роки для окремих країн можуть бути оціночними або відрізнятися від фактичних. Крім того, деякі країни подали дані за 2021 або 2020 рік замість 2022 року. Також починаючи з 2004 року, методології обліку у більшості країн були змінені, тому часовий ряд утворення відходів за 2004 рік і пізніше є більш точним і стабільним, ніж за період з 1995 по 2003 роки.

Утворення відходів за джерелами в Україні з порівнянням ЄС. Сучасні практики поводження з відходами в Україні вважаються неефективними та шкідливими для довкілля. Згідно з офіційними даними Державної служби статистики [54], у 2020 році утворення відходів в Україні перевищить 462,4 млн. тонн, з яких 85% припадає на відходи видобувної промисловості, 11% на відходи переробної промисловості, 1,3% - на побутові відходи, а решта - на інші джерела.

На (рис. 3.3) відображені узагальнені дані щодо утворення відходів за джерелами.



Рис. 3.3. Утворення відходів за джерелами

Узагальнений аналіз відображає наступну динаміку (за секторами):

- Сільське, лісове та рибне господарство: у 2010 році – 8304,5 тис. т, найвищий показник у 2011 році – 12201,2 тис. т, після чого відбулося поступове зменшення до 5315,4 тис. т у 2020 році;
- Добувна промисловість і розроблення кар'єрів: максимальний обсяг у 2020 році – 391077,9 тис. т, мінімальний у 2016 році – 237461,4 тис. т.;
- Переробна промисловість: найбільший показник у 2020 році – 52311,0 тис. т, найменший у 2014 році – 34796,7 тис. т.;
- Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря: найвищий рівень у 2011 році – 9895,6 тис. т, а найнижчий у 2020 році – 5333,7 тис. т.;
- Будівництво: найбільше у 2013 році – 737,3 тис. т, найменше у 2020 році – 14,5 тис. т.;
- Інші види економічної діяльності: у 2011 році найвищий рівень – 9524,4 тис. т, у 2015 році найнижчий – 1641,4 тис. т.;
- Обсяг збору відходів від домогосподарств: найбільше у 2013 році – 8409,6 тис. т, найменше у 2011 році – 4712,4 тис. т.

За період 2010-2020 рр. рівень переробки відходів у середньому становив 30%, спалювання - 0,3%, решта підлягала захороненню або тимчасовому складуванню; станом на 2020 рік загальний обсяг відходів, накопичених під час діяльності у спеціально відведених для цього місцях та об'єктах, становив 15635259,6 тис. тонн.

На рис. 3.4 відображені дані щодо поводження з відходами в Україні за період 2010-2020 років. Утилізація, максимальний показник у 2011 році – 153368 тис. т, найменший у 2016 році – 84630,3 тис. т. У 2020 році утилізовано 100525 тис. т відходів. Найбільше відходів спалено у 2012 році – 1201,1 тис. т, найменше у 2013 році – 917,9 тис. т. У 2020 році цей показник становив 1008,0 тис. т. Видалення відходів у спеціально відведені місця та об'єкти, найвищий рівень у 2010 році – 311649 тис. т, після чого він зменшувався, досягнувши мінімуму у 2015 році –

152295,0 тис. т. У 2020 році кількість відходів, видалених у спеціально відведені місця, зросла до 275985,3 тис. т.

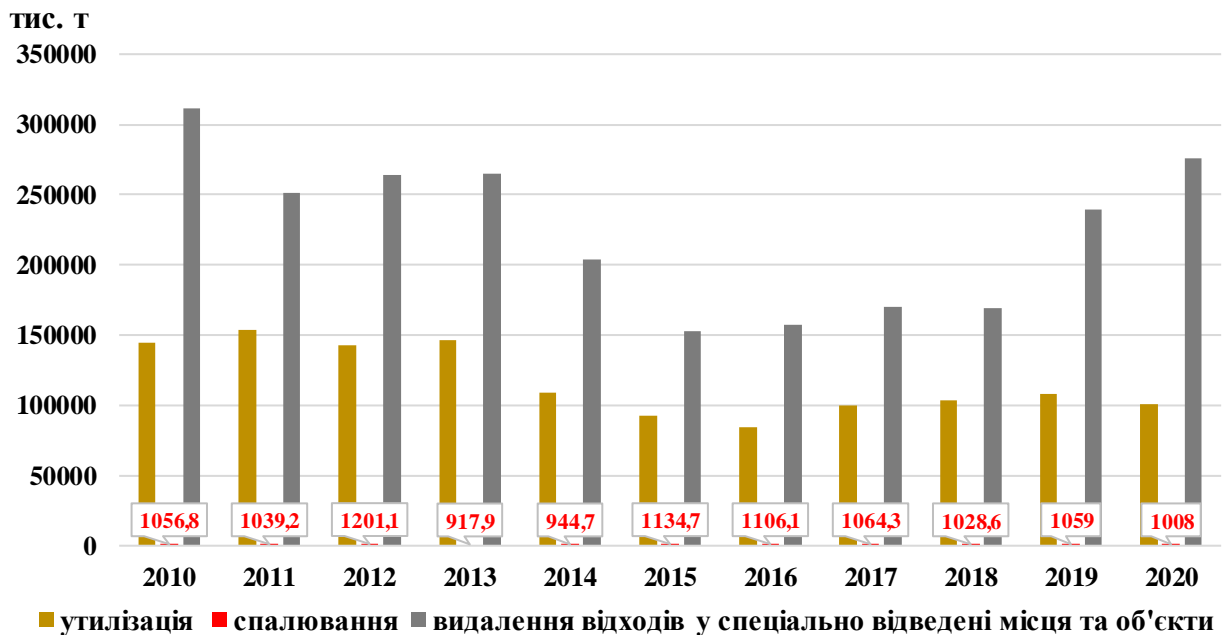


Рис. 3.4. Поводження з відходами за джерелами за 2010-2020 роки (Україна)

Загалом, спостерігається тенденція до зменшення обсягів утилізації після 2011 року, значне скорочення видалених відходів у період 2010-2015 років, з подальшим зростанням показника після 2016 року.

Загальна динаміка щодо управління відходами у європейських країнах представлена на рис. 3.5. Аналіз базується виключно на даних, зібраних відповідно до Регламенту (ЄС) № 2150/2002 Європейського парламенту та Ради щодо статистики відходів.

Відходи, визначені у Директиви 2008/98/ЄС як «будь-яка речовина чи об'єкт, від яких власник відмовляється, має намір або зобов'язаний відмовитися», потенційно представляють собою величезну втрату ресурсів у формі як матеріалів, так і енергії. Крім того, поведження з відходами та їх утилізація може мати серйозний вплив на навколишнє середовище.

На рис. 3.5 відображено загальну динаміку утворення відходів в ЄС за видами економічної діяльності. У 2022 році найвищі рівні утворення відходів були зафіксовані у секторі поведження з відходами та водопостачання (216 млн тонн), у

секторі домогосподарств (193 млн тонн) та у секторі переробної промисловості (166 млн тонн). Динаміка цих секторів мала різні тенденції: з 2004 по 2022 рік (за винятком основних мінеральних відходів) у секторі поводження з відходами від домогосподарств зросло на 187,2% і 10,6% відповідно, тоді як утворення відходів у переробній промисловості суттєво скоротилося - на 30,7% [61].

МЛН. ТОНН

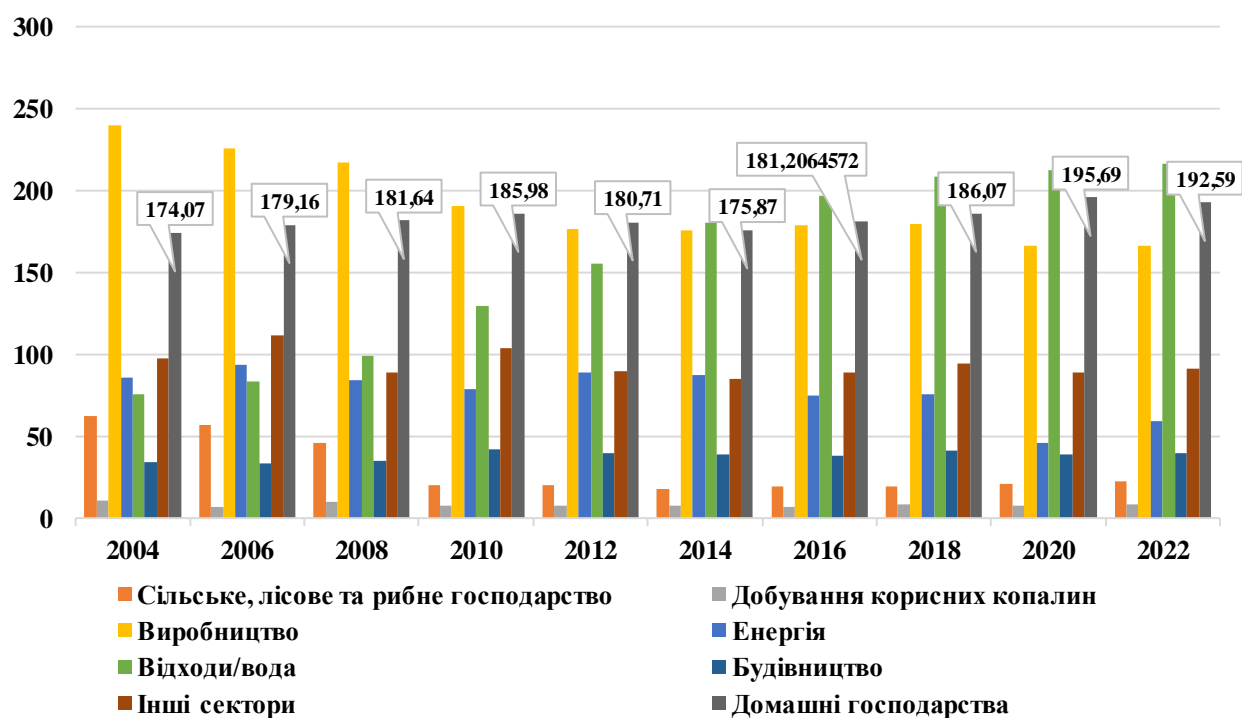


Рис. 3.5. Утворення відходів за секторами 2004-2022 рр. (ЄС)

На рис. 3.6 відображена загальна тенденція поводження з муніципальними, тобто твердими побутовими відходами за період з 1995 по 2022 рік. На графіку наведена загальна тенденція управління ТПВ, а також суттєва зміна підходів за вказаний проміжок часу. Категорія «інша обробка» була розрахована як різниця між сумою кількості оброблених відходів та кількістю утворених відходів. Ця різниця виникає в країнах, які повинні оцінити утворення відходів у районах, не охоплених схемою збирання муніципальних відходів. Крім того, категорія «інша обробка» відображає вплив імпорту та експорту, втрати ваги, подвійний облік вторинних відходів (наприклад, захоронення та переробка залишків від спалювання), відмінності через часові затримки, тимчасове зберігання та, все частіше, використання попередньої обробки, такої як (МВТ) [60].

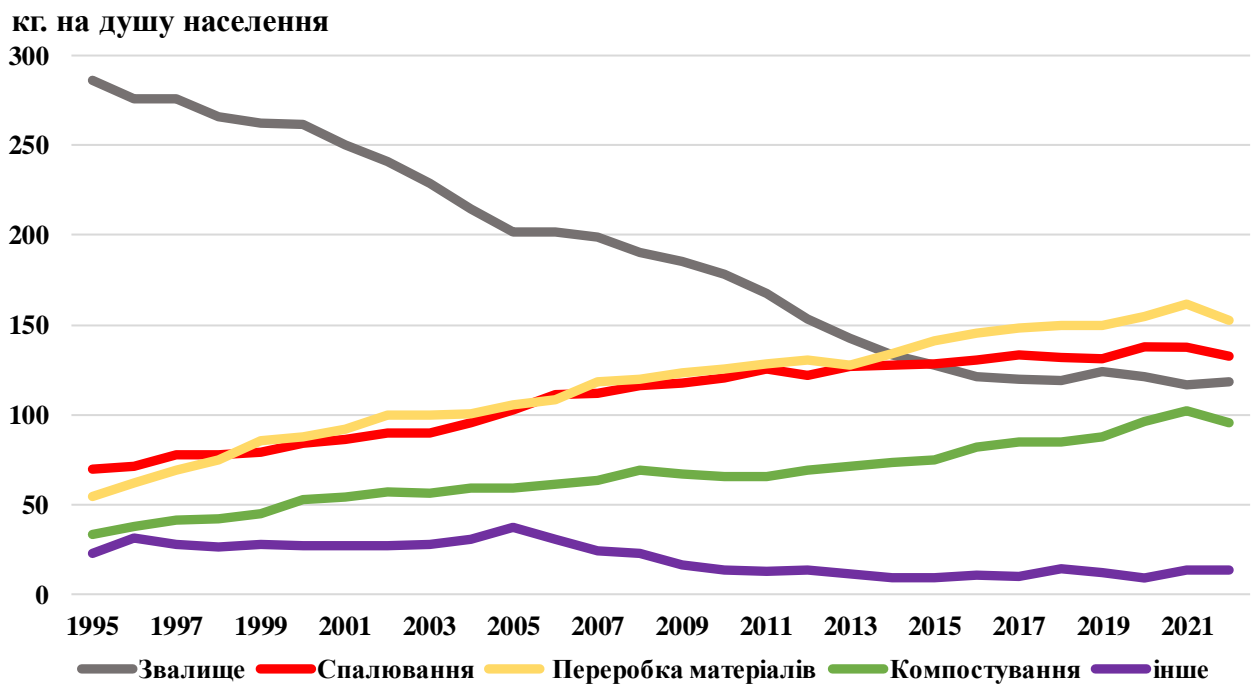


Рис. 3.6. Муніципальні відходи, захороненні, спалені, перероблені та компостовані, ЄС, 1995-2022 рр. кг. на душу населення

Незважаючи на те, що в ЄС утворюється більше відходів, загальна кількість муніципальних відходів, що вивозяться на звалища за останні 20-30 років суттєво зменшилася. У звітний період загальний обсяг муніципальних відходів, вивезених на звалища в ЄС, скоротився на 69 мільйонів тонн, або на 56 %, з 121 мільйона тонн (286 кг на душу населення) у 1995 році до 53 мільйонів тонн (118 кг на душу населення) у 2022 році. Середньорічне скорочення за обрахунками складає приблизно 3,1 %. За більш короткий період 2004-2022 рр. захоронення відходів зменшувалося в середньому на 3,2 % на рік.

Як наслідок, обсяг захоронених відходів в ЄС знизився з 61% у 1995 році до 23% у 2022 році.

Це скорочення частково можна пояснити імплементацією європейського законодавства, наприклад Директиви 62/1994 про упаковку та відходи упаковки[62]. Країни-члени ЄС взяли на себе зобов'язання до 31 грудня 2025 року досягти показника переробки відходів пакування на рівні 65%.

Крім того, Директива 31/1999 [50] сприяла скороченню обсягів біологічно розкладаних побутових відходів, що надходять на звалища, до 75 % до 16 липня

2006 року, до 50 % до 16 липня 2009 року, до 35 % до 16 липня 2016 року та до 10 % до 2035 р. Зниження розраховано на основі загального обсягу муніципальних біовідходів від показника 1995 року. Директива сприяла розробці та затвердженню стратегій управління муніципальними біовідходами на рівні країн ЄС, тим самим скоротивши загальний обсяг біовідходів, який відправляється на звал, та активізувавши альтернативні підходи управління біовідходами, а саме компостування (включаючи ферментацію), спалювання та попередню обробку, таку як механічно-біологічна обробка (включаючи фізичну стабілізацію).

У результаті кількість перероблених відходів (переробка матеріалів і компостування) зростає з 37 млн тонн (87 кг на душу населення) у 1995 році до 111 млн тонн (248 кг на душу населення) у 2022 році із середньорічним темпом 4,0 %. Загальна частка перероблених побутових відходів зростає з 19 % до 48 %. З 1995 року кількість спалених побутових відходів у ЄС зростає на 29 мільйонів тонн, або на 98 %, і у 2022 році становила 59 мільйонів тонн. Таким чином, кількість побутових відходів, які піддаються спалюванню зростає з 70 до 133 кг на душу населення.

Ці тенденції відображають результативність державної політики країн ЄС щодо переходу до сталого поводження з відходами.

3.2. Продукування викидів парникових газів сектором «Відходи»

За даними Держстату [54] обсяги викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів (ПГ) в Україні у 2021 році склали 344,6 млн т CO₂-еквіваленту (з урахуванням сектору «Землекористування, зміни в землекористуванні та лісове господарство» (далі - ЗЗЛГ)). У порівнянні з даними за 1990 рік сумарні викиди і поглинання ПГ у 2021 році скоротилися на 62,2 %, однак відносно 2020 року – збільшилися на 8,5 %.

На рис. 3.7 та 3.8 відображено загальну тенденцію викидів та поглинань ПГ в Україні за секторами

Викиди і поглинання ПГ, тис.т. CO₂-екв

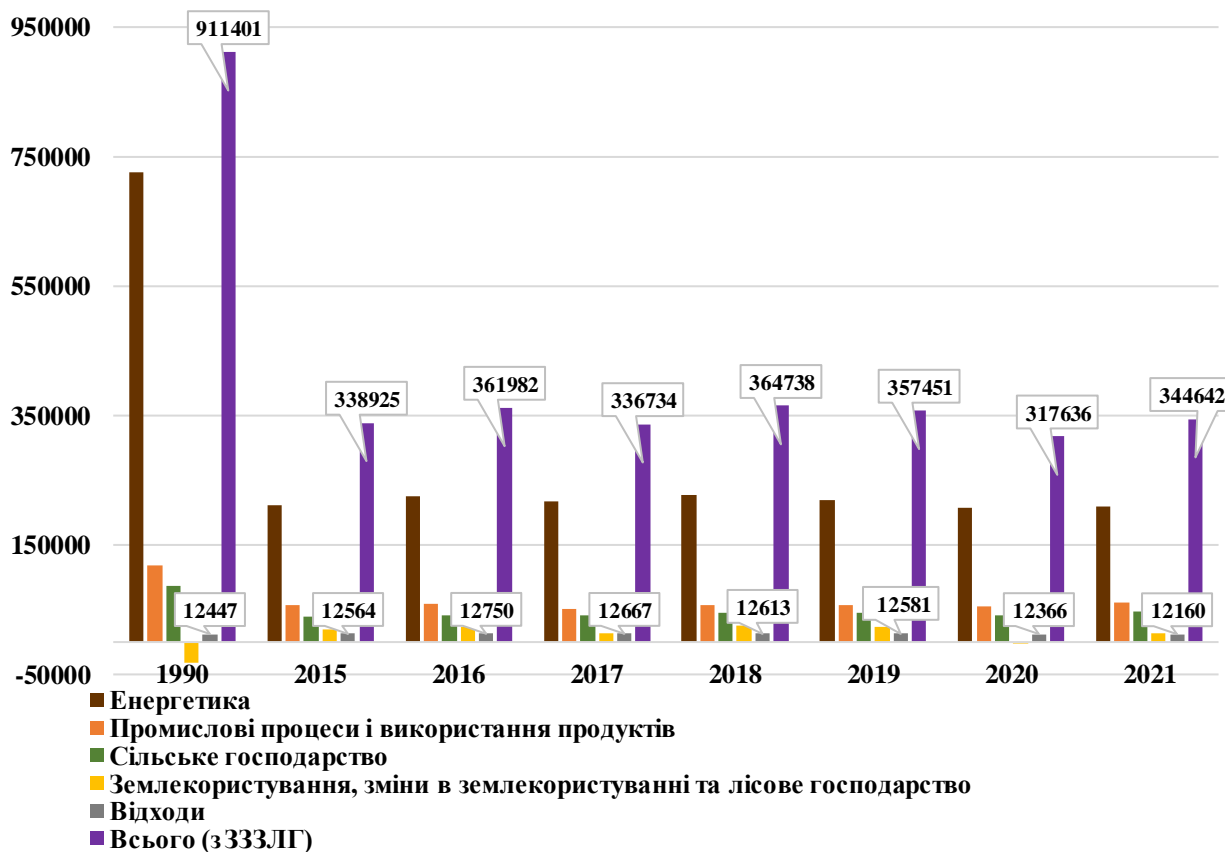


Рис. 3.7. Тенденція викидів та поглинань ПГ протягом 1990-2021 рр.

Всього (з 333ЛГ): 344642 тис.т. CO₂-екв

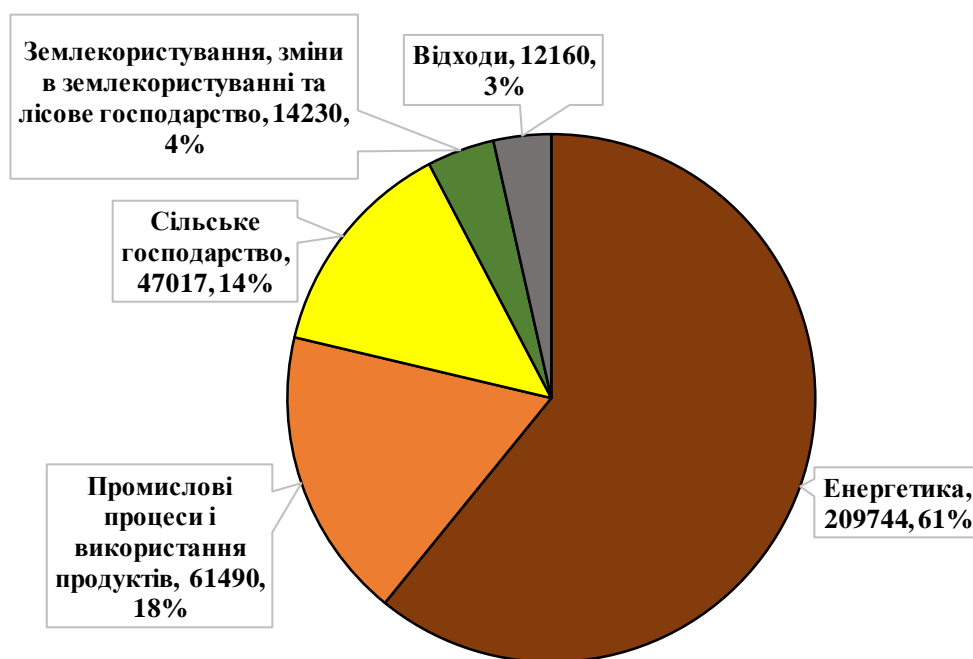


Рис. 3.8. Тенденції викидів та поглинань ПГ за 2021 рік

Викиди ПГ у секторі «Відходи» у 2021 році склали 12,2 млн. т CO₂-екв., що на 2,3% та 1,7% менше, ніж у 1990 та 2020 роках відповідно. При цьому на категорії «Захоронення твердих побутових відходів на полігонах» та «Поводження з господарсько-побутовими стічними водами» припадає відповідно 63,3% та 36,4% від сумарних обсягів продукування ПГ у даному секторі. Збільшення викидів метану від захоронення твердих побутових відходів пов'язане із щорічним збільшенням обсягів утворення відходів та домінуючою практикою їх захоронення.

Спалювання та відкрите спалювання відходів. Викиди CO₂, CH₄ та N₂O від спалювання відходів на відкритому повітрі можна розділити на біогенні та небіогенні, виходячи з частки викопного вуглецю та біогенного вуглецю у відходах, що спалюються. Викиди CO₂ від спалювання біомаси є біогенними викидами і не включаються до національних оцінок валових викидів. Викиди CO₂ від окислення при спалюванні вуглецю у викопних відходах вважаються чистими викидами і відображаються у розділі відходів; викиди N₂O та CH₄ включають як біогенні, так і небіогенні джерела [63].

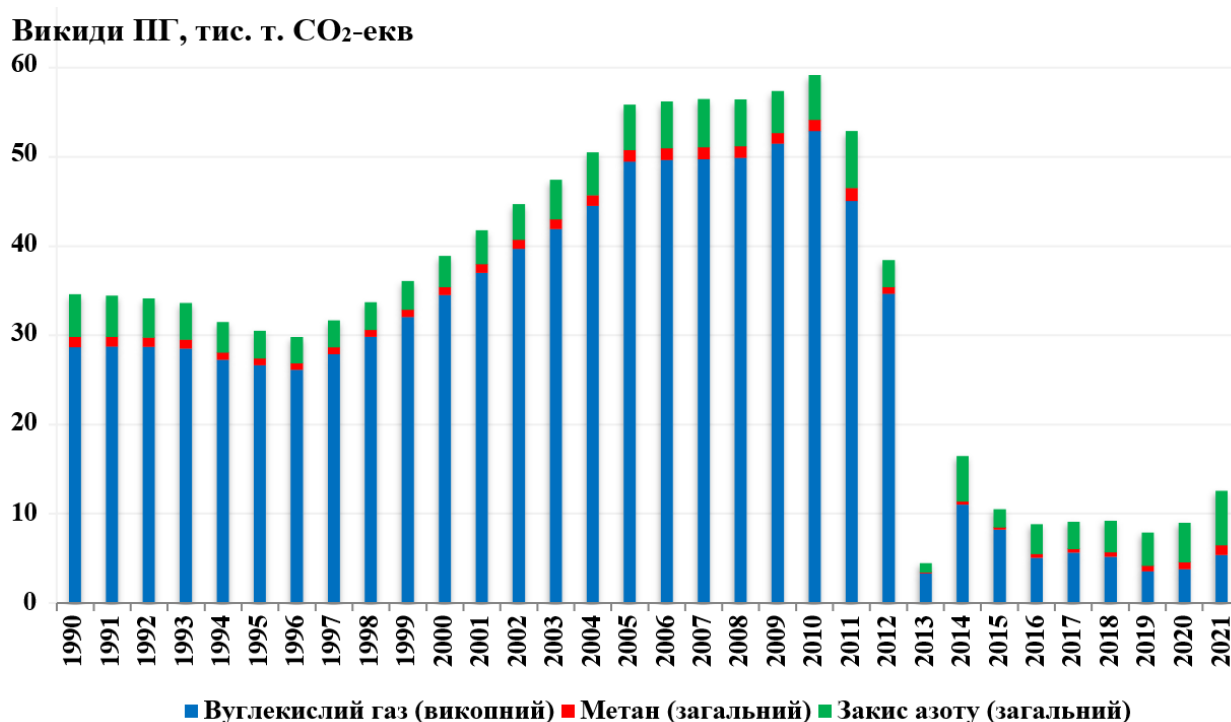


Рис. 3.9. Викиди ПГ від спалювання відходів без утилізації енергії в Україні, 1990-2021 рр.

Викиди CO₂, CH₄, N₂O від спалювання відходів без рекуперації енергії в 1990-2021 рр. представлені на рис. 3.9 [59]. Викиди ПГ від спалювання відходів без утилізації енергії у 2021 році склали 12,36 тис. т CO₂-екв., у тому числі: CH₄ – 0,048 тис. т (1,21 тис. т CO₂-екв.), N₂O – 0,020 тис. т (6,08 тис. т CO₂-екв.), CO₂ – 5,06 тис. т. У загальному підсумку за даними. Представленими на рис. 3.9. можна зробити висновок, що з 1990 по 2021 рік викиди скоротилися на 64,4%. У 1990-1996 рр. обсяги викидів ПГ цієї категорії скоротилися у 1,2 рази, що пов'язано зі зменшенням промислового виробництва та утворення ТПВ, період 1997-2007 рр. характеризується стабільним зростанням показників (56,52 тис. т CO₂-екв станом на 2007 р.), що своєю чергою обумовлено різким збільшенням вмісту пластику у загальній структурі ТПВ (з 9,4% до 12,0%), який є основним джерелом CO₂ в категорії. Крім того, цей період характеризується значним зростанням промислового виробництва та збільшенням ТПВ.

В Україні немає офіційної статистики щодо спалювання побутових відходів домогосподарствами на відкритому повітрі, оскільки термічна обробка відходів поза спеціально відведеними та обладнаними місцями заборонена законодавством.

Біологічне поводження з ТПВ. У цій категорії здійснюється оцінювання викидів CH₄ та N₂O від компостування відходів в Україні. Враховуються викиди від компостування всіх типів відходів (включаючи промислові та побутові відходи тощо), за винятком відходів, які повинні враховуватися в категорії [64] в сільськогосподарському секторі, тобто екскрементів тваринництва.

Викиди ПГ у цій категорії станом на 2021 рік склали 17,58 тис. т. CO₂-екв., у тому числі: 0,37 тис. т CO₂-екв., у тому числі: 0,37 тис. т. CO₂-екв., 0,03 тис. т. N₂O, зменшення відносно 1990 р. (34,36 тис. т. CO₂-екв.) становить 48,8% та приріст до попереднього року становить 134,6% (рис. 3.10) [59].

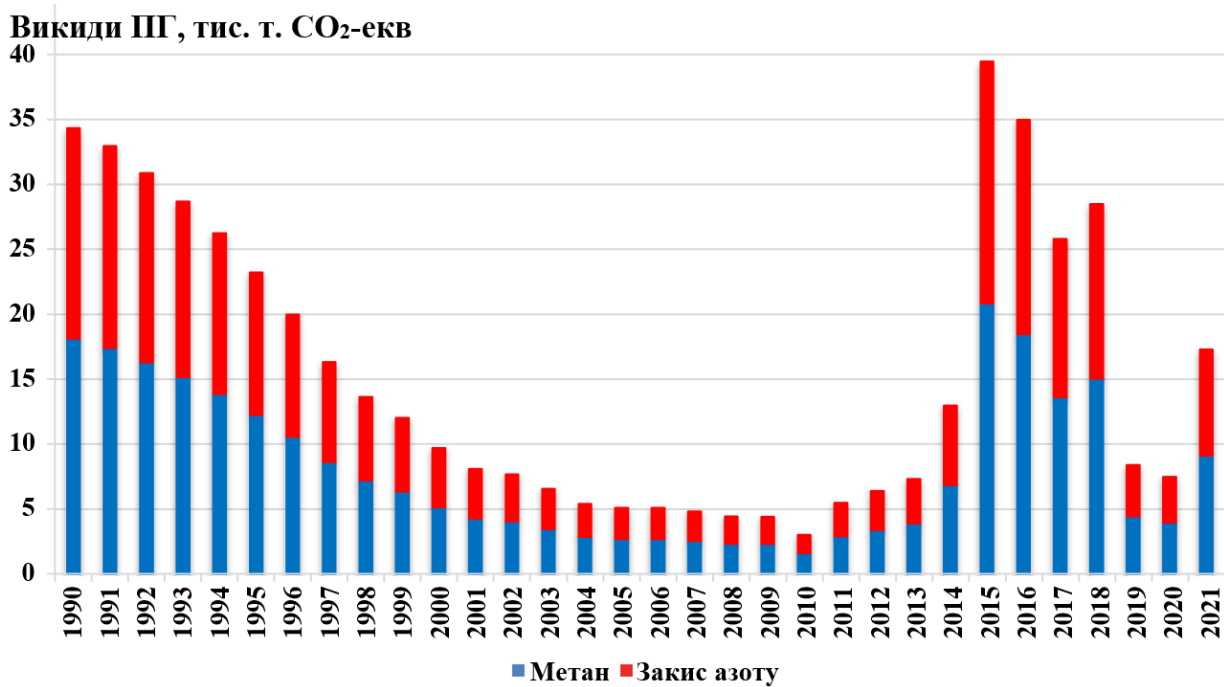


Рис. 3.10. Викиди ПГ від компостування відходів в Україні, 1990-2021 рр.

За період 1990-2010 рр. у даному секторі відбулось скорочення викидів у 11,3 рази. Така тенденція зумовлена спадом сільськогосподарського виробництва і, як наслідок, скороченням ресурсної бази для виробництва компосту; з 2010 року викиди парникових газів у цій категорії зросли через модернізацію окремих сільськогосподарських підприємств; значне збільшення викидів парникових газів у 2015 році на думку експертів було обумовлено збільшенням кількості сільськогосподарських відходів, що компостуються в харчовій промисловості.

Згідно з [64] під час процесу компостування відходів більша частина DOC у відходах перетворюється на CO₂, а CH₄ утворюється в анаеробних місцях компостування, але в більшості випадків метан окислюється в тих же місцях компостування. Оціночні викиди CH₄ в атмосферу коливаються від менш ніж 1% до декількох відсотків від загального вмісту вуглецю у відходах [65-67]. Оціночні викиди складають від 0,5% до 5% від загального вмісту азоту в матеріалі [67].

На рис. 3.11 відображена загальна динаміка викидів ПГ загальним підсумком для секторів (енергетика, промисловість, сільське господарство, лісове господарство та управління відходами), а також змодельовано математичний прогноз до 2030 року. Представлено тенденції викидів усіх парникових газів, а

саме: вуглекислого газу (CO₂), метану (CH₄), закису азоту (N₂O), гідрофторвуглеців (HFC), перфторвуглеців (PFC), гексафториду сірки (SF₆), і трифторид натрію (NF₃). Дані, включають викиди від міжнародної авіації та не включають викиди або абсорбцію від землекористування, змін у землекористуванні та лісового господарства (ЗЗЗЛГ) [68].

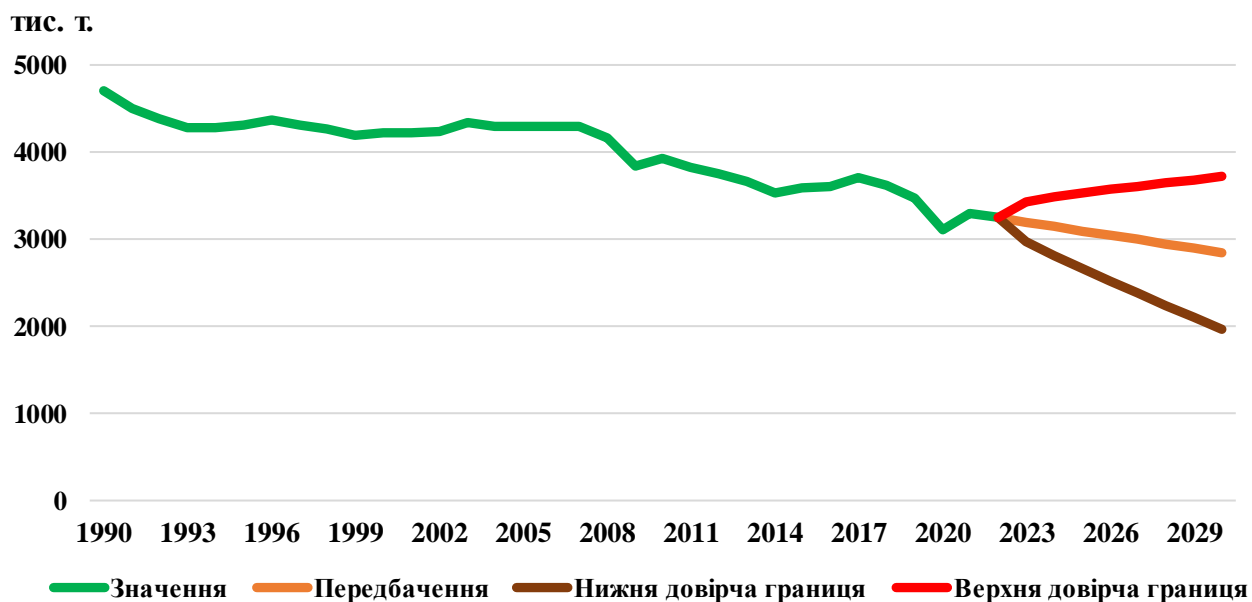


Рис. 3.11. Тенденція чистих викидів парникових газів країнами ЄС, 1990 – 2030 рр., тис. т.

У 2022 році викиди парникових газів в ЄС скоротилися на 31% порівняно з рівнем 1990 року, що становить абсолютне скорочення на 1 456 мільйонів тонн CO₂-екв. У 2022 році викиди скоротилися на 1,3 % (42 мільйони тонн CO₂-екв) порівняно з 2021 роком. Це сталося після тимчасового збільшення приблизно на 6 %, зафіксованого в 2021 році в результаті відновлення після пандемії COVID-19.

3.3. Потенціал викидів звалищного газу в Україні

Проблема викидів парникових газів, зокрема звалищного газу, є актуальним питанням у сфері екологічної безпеки та сталого розвитку. В Україні значна частина твердих побутових і промислових відходів захоронюється на полігонах та звалищах, де в процесі розкладання органічної складової утворюється метан (CH₄), закис азоту (N₂O) та вуглекислий газ (CO₂).

Розуміння потенціалу викидів звалищного газу та механізмів його утворення є місцем для розробки ефективних стратегій зменшення негативного впливу на довкілля. Впровадження сучасних методів поводження з органічними відходами, таких як компостування, біогазові установки та утилізація звалищного газу, дозволяє не лише знизити рівень шкідливих викидів, а й отримати додаткові енергетичні ресурси.

Викиди метану є результатом розкладання органічних речовин на комунальних та промислових звалищах, очищення промислових та побутових стічних вод, спалювання відходів та компостування. Викиди закису азоту є результатом очищення промислових та побутових стічних вод, спалювання відходів та компостування. Вуглекислий газ утворюється під час спалювання відходів.

З початку періоду дії зобов'язань за Кіотським протоколом (2008 рік) [69] Україна ввела в експлуатацію промислові системи дегазації полігонів ТПВ, побудовані в рамках проєктів спільного впровадження за гнучким механізмом фінансування Кіотського протоколу.

В останні роки такі системи збору та утилізації метану набувають все більшого поширення в Україні. Так, якщо у 2008 році таких діючих систем було лише дві, то у 2011 році лише ТОВ «Альтернативні природоохоронні енергетичні системи та технології» ввело в експлуатацію системи збору біогазу на полігонах ТПВ міст Кременчука, Вінниці та Запоріжжя. Майже весь зібраний звалищний газ спалювали на факелах.

Таблиця 3.1

Утилізація метану на полігонах ТПВ в Україні

Років	Встановлені системи збору біогазу	Зібраний біогаз		Скорочення викидів		Скорочення викидів
		Спалювання, млн. м ³	Відшкодування, млн, грн. м ³	Факельний, тис.т	Відновлення, тис. т.	Всього, тис. т.
2010	3/3	0,903	0,000	2,314	0,000	2,314
2011	8/8	4,206	0,000	4,566	0,000	4,566
2012	6/6	14,072	3,105	8,279	1,755	10,034
2013	6/6	11,065	7,087	6,583	3,992	10,575
2014	8/7	11,544	11,431	6,907	6,459	13,365
2015	9/8	4,311	17,439	2,631	5,606	8,236
2016	8/7	0,167	22,699	0,105	7,655	7,759
2017	13/12	0,053	30,297	0,031	16,332	16,364
2018	20/17	0,030	44,713	0,018	22,216	22,234
2019	21/20	0,023	47,347	0,013	25,302	25,315
2020	29/22	0,041	63,001	0,022	35,516	35,538
2021	31/23	0,000	73,877	-	39,390	39,390
2022	34/22	0.000	72.217	-	38.811	38.811

У 2012 році в Україні вперше в промислових масштабах було вироблено електроенергію зі звалищного газу. Компанія ТОВ «ЛНК» ввела в експлуатацію систему збору біогазу з подальшим виробництвом електроенергії на полігоні ТПВ у Києві у 2012 році, у Борисполі – у 2013 році, у Броварах – у 2014 році, у 2017 році в Черкаській області. Обсяг вилученого метану на звалищах ТПВ в Україні за період 2003-2021 рр. наведено в (табл. 3.1.) [70]. З 2008 року ця цифра щорічно зростала – з 0,15 т. до 13,37 т. в 2014 році. З 2016 року спостерігалось різке скорочення спаленого метану через зміну цілі утилізації біогазу, а саме виробництва електроенергії та її продажу за зеленим тарифом. За даними EUNRCU, у 2017 році в Україні було 6 компаній, які виробляють електроенергію з біогазу, і 14 установок на полігонах; 9 компаній та 20 одиниць на полігонах у 2018 році; 11 компаній та 26 одиниць у 2019 році. За оцінками експертів, у 2020 році системи видобутку біогазу були встановлені на 26 полігонах.

Частка метану у звалищному газі коливається в межах 30-58 % на різних полігонах у різні роки; щільність газу становить 1,26-1,3 кг/м³; обсяги спаленого/рекуперованого звалищного газу у 2022 році склали 72,22 млн м³ за даними, наданими компаніями. Таким чином, за зібраними даними, у 2022 році було утилізовано 38,81 тис. т. звалищного метану. У 2022 році на українських полігонах працювало 34 системи збору біогазу, однак інформацію щодо кадастру викидів ПГ була надана лише 23 суб'єктами здійснення даного виду діяльності. Вміст метану в полігонному газі коливається від 30-58 % на різних полігонах за різні роки; щільність звалищного газу 1,26-1,3 кг/м³ [70].

Обсяги утилізованого метану розраховувалися на основі даних операторів полігонів ТПВ щодо місячного обсягу утилізації звалищного газу, його щільності та вмісту метану з однозначним розподілом утилізованого звалищного газу на об'єми, спалені на факелі або вилучені з виробництва електроенергії за формулою[59]:

$$R^{Fl,Rec} = V_R \cdot \rho_{LG} \cdot \gamma_m \cdot 10^{-6}, \quad (3.1)$$

де: $R^{Fl,Rec}$ – маса метану, спаленого на факелі/вилученого, тис. тонн;

V_R - об'єм звалищного газу, спаленого на факелі/вилученого, м³;

ρ_{LG} - густина звалищного газу, кг/м³;

γ_m - вміст метану в звалищному газі, % до маси.

3.4. Розрахунковий потенціал скорочення викидів парникових газів, які продукуються біовідходами (на прикладі Запорізької області)

Світовий досвід демонструє, що органічні відходи можуть бути не лише забруднювачами довкілля, але і джерелами біодобрив та біогазу, наразі це основні методи утилізації біовідходів. Відповідно, спираючись на досвід європейської практики управління біовідходами: потік даного виду відходів на місцевому рівні цілковито піддається управлінню на всіх рівнях, від збору до перероблення. Він не залежить від жодної галузі промисловості та не потребує високих транспортних витрат. Громади мають змогу стати автономними щодо управління своїми харчовими відходами й зменшити залежність від підприємств із утилізації відходів, витрати на які завжди вище [71].

Харчові відходи складають приблизно 30-50 % у загальній структурі ТПВ. Відсоткове співвідношення має певну сезонність. Наприклад, вміст харчових відходів у ТПВ навесні за статистичними даними становить 20 ... 25%, тоді як восени цей показник сягає 40 ... 55%, що пов'язано з великою кількістю овочів і фруктів в раціоні харчування у цей період. Відсоток біовідходів в структурі ТПВ з врахуванням зеленої біомаси (опале листя та гілля) може сягати і понад 60% [72].

Проведений аналіз кількості утворених відходів в межах домогосподарств Запорізької області за наявний період даних за 2011-2021 рр. представлений на (рис. 3.11, додаток А, рис. А1, А2) Обрахований усереднений показник кількості відходів від домогосподарств області складає 165,68 тис. т/рік. На жаль, морфологічного аналізу ТПВ в межах області не проводиться, тому спираючись на наведений вище європейський та вітчизняний досвід приймаємо частку органічних відходів на рівні 60 % (в загальній структурі муніципальних ТПВ та з врахуванням біовідходів від суб'єктів господарювання). Відповідно пропонуємо наступний алгоритм обрахунку:

$$BV = \Sigma TПВ * 0,6 \quad (3.2.)$$

Обраховані дані представлені на (рис. 3.2.3.1.) як проєктний показник утворення органічних відходів.

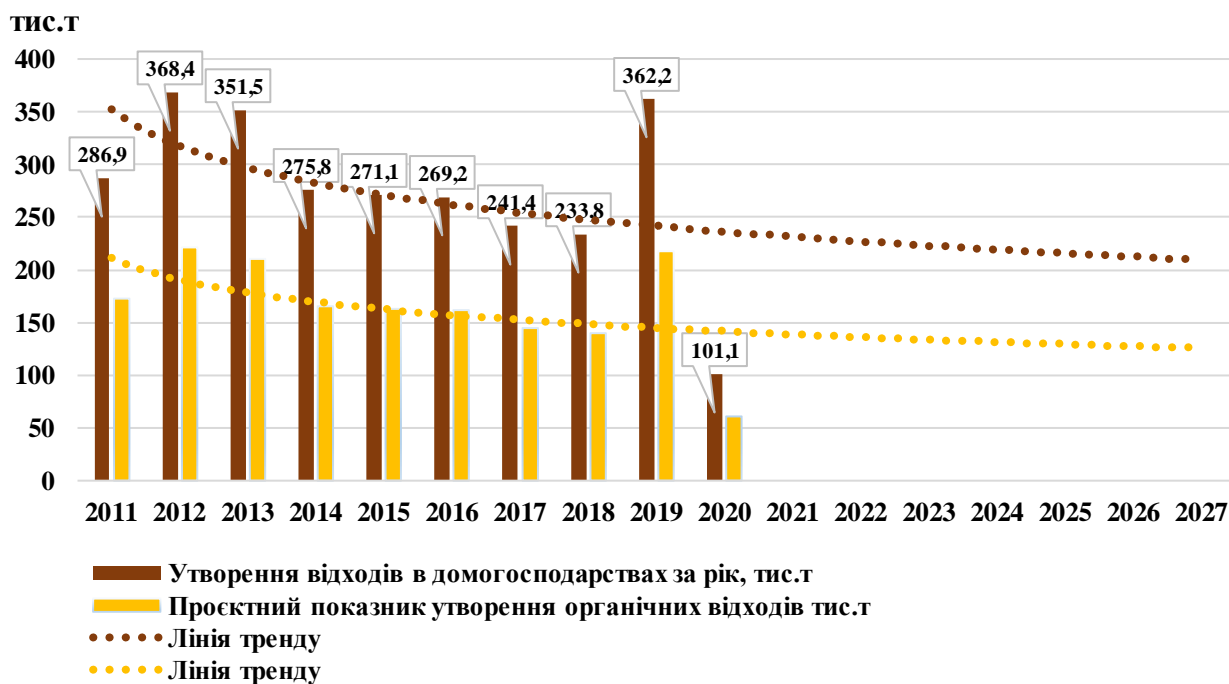


Рис. 3.11. Поточна та прогнозована динаміка утворення відходів в домогосподарствах Запорізької області

За розрахунками науковців, кожна тонна побутових відходів виділяє від 120 м³ до 200 м³ біогазу, макрокомпонентами якого є метан та діоксид вуглецю. З обсягу відходів, які щорічно вивозяться на звалища, в процесі анаеробної переробки виділяється приблизно 800 тис. т. метану. Враховуючи, що метан впливає на посилення парникового ефекту у 21 раз більше, ніж діоксид вуглецю, ця його кількість еквівалентна 16 млн. т. CO₂, що спричиняє появу негативних ефектів не лише локального, а й глобального характеру [16].

У звіті EPA 2023 GHGRP зазначається, що 1 т ТПВ на звалищах та полігонах продукує, 0,06 т CH₄/т. ТПВ. Аналогічні обрахунки представлені і на прикладі обрахунку викидів метану звалищами Індіани, де зазначається, що на тонна ТПВ генерує 0,05 т. CH₄ [73]. У Waste Management World також припускають, що одна тонна захоронених відходів утворює 0,05 т метану, рівняння біореакції представлено у 3.3 [73].



За даними [74] з 1 тони харчових відходів утворюється об'єм метану 127 м³, вагою 0,716 кг, що призводить до 90,9 кг СН₄. Потенціал глобального потепління метану протягом 100-річного періоду в 25 разів перевищує потенціал вуглекислого газу, що призводить до загальних еквівалентних викидів СО₂ 2,27 т Європейська практика zerowaste свідчить, що спалювання 1 т ТПВ пов'язане з вивільненням близько 0,7 до 1,7 т СО₂ [75, 76].

Ми поставили за мету обрахувати викиди метану та вуглекислого газу в атмосферне повітря по Запорізькій області. За останні 20 років простежується помітна динаміка зменшення кількості викидів як стаціонарними, так і пересувними джерелами забруднення. У сумарному підсумку щорічного розподілу кількості 2/3 припадає на викиди від стаціонарних джерел, а 1/3 на викиди від пересувних джерел (додаток А, рис. А3). Намічається перспективна тенденція скорочення кількості викидів в найближчі роки (без врахування наслідків екоциду, спричинених воєнними діями).

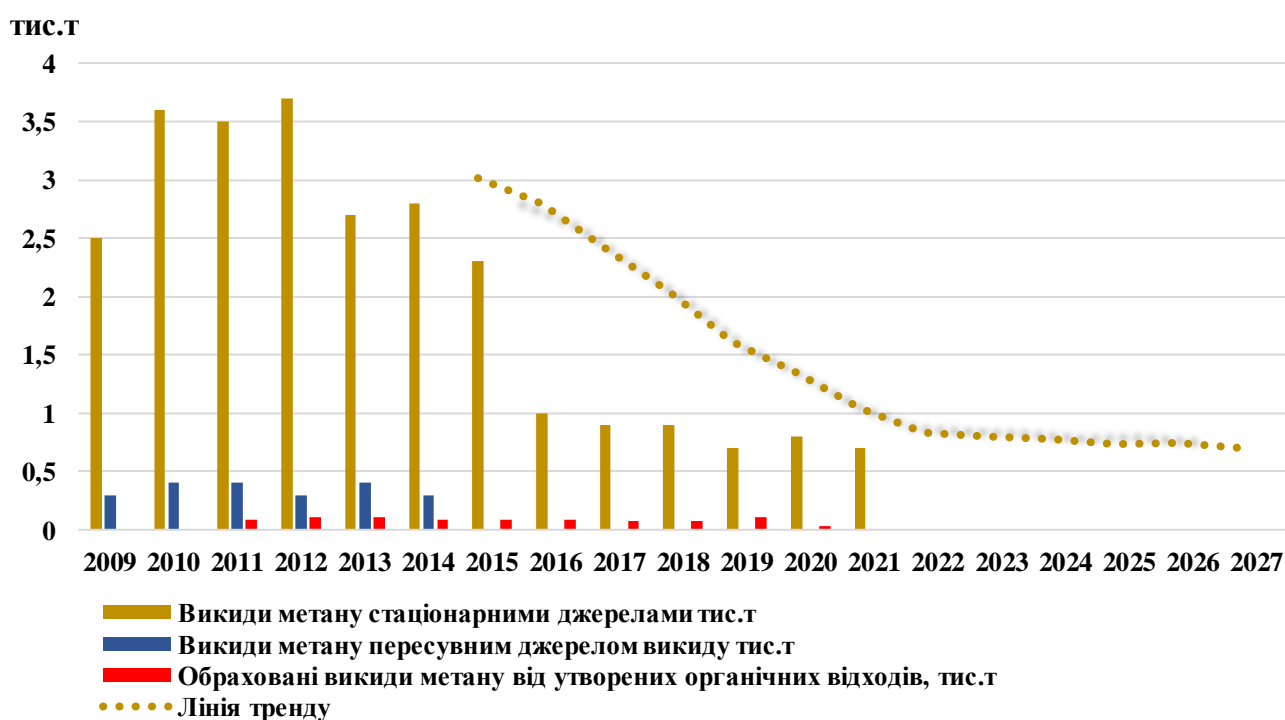


Рис. 3.12. Фактична кількість викидів метану в Запорізькій області та проектна перспектива зменшення їх кількості при умові створення муніципальної системи управління біовідходами

Враховуючи закордонний досвід [16, 77-80] моделюємо потенційні показники зменшення викидів CH_4 та CO_2 для наявного ряду спостережень у вигляді ретроспективного аналізу та прогнозного ряду даних на найближчі роки (рис. 3.12 та 3.13)

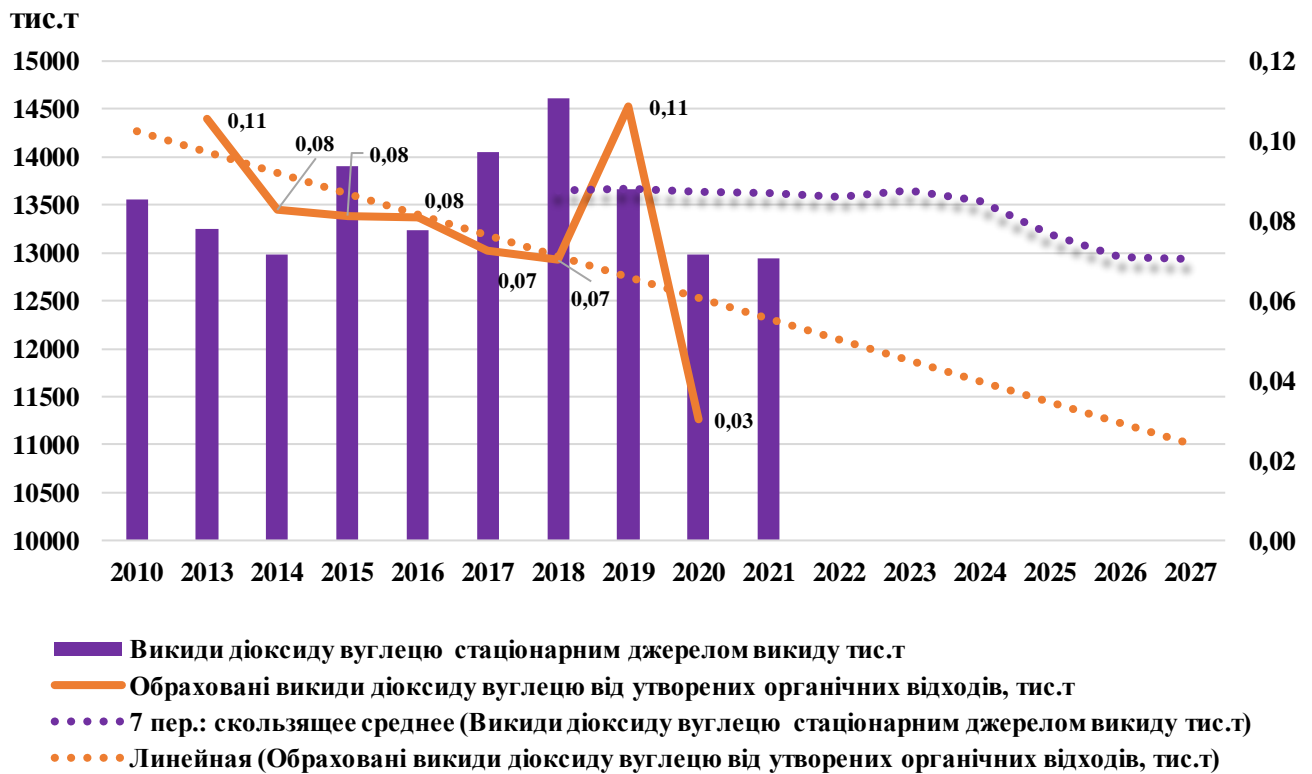


Рис. 3.13. Фактична кількість викидів діоксиду вуглецю в Запорізькій області та проєктна перспектива зменшення їх кількості при умові створення муніципальної системи управління біовідходами

Експерти програми ООН із захисту довкілля (ЮНЕП) на основі світового досвіду рекомендують сім основних технологій для нової національної системи управління відходами [81]:

- збирання метану на полігонах і звалищах з виробництвом енергії;
- закриття та рекультивация старих звалищ з уловлюванням або біологічним розкладанням метану;
- відсортовування ресурсоцінних компонентів побутових відходів з подальшим обробленням залишкових відходів за допомогою інших технологій;
- механіко-біологічне оброблення – відділення органічної фракції для виробництва біогазу;

- відділення твердої фракції для виробництва альтернативного палива для цементної промисловості;
- переробка осаду стічних вод на біогаз;
- компостування харчових та садово-паркових відходів.

Підсумовуючи варто зазначити, що вирішення проблеми поводження з біовідходами разюче не позначиться на сумарних показниках викидів CH_4 та CO_2 в Запорізькій області. Але варто також зауважити, що на сьогодні загальна стратегія сталого розвитку та перехід на циркулярні економічні підходи вимагає впровадження екологічних інновацій та альтернатив як на державному, так і локальному рівнях, відповідно внесок кожної галузі з загальну структуру природоохоронних рішень з часом дасть свої плідні результати.

Також необхідно наголосити, що скорочення викидів парникових газів (ПГ) – це лише одне з ключових екологічних завдань, яке на сьогодні стоїть перед людством. Вирішення проблеми поводження з муніципальними відходами дозволить мінімізувати інші екологічні ризики та потенційні наслідки описані у цьому розділі.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ

4.1. Основні концепції дотримання вимог охорони праці та промислової безпеки при управлінні відходами

Закон України "Про охорону праці" та питання безпеки в управлінні відходами – це важливі аспекти, які регулюють діяльність у сфері поводження з відходами, спрямовані на зменшення ризиків для працівників і довкілля.

Організація охорони праці на об'єктах оброблення відходів має здійснюватися відповідно до Кодексу законів про працю України, Законів України «Про охорону праці»[82], «Про забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією»[83], «Про управління відходами»[3] інших нормативно-правових актів і передбачати виконання заходів, спрямованих на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасних випадків та зі збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Нормативними документами встановлюють основні вимоги до технічної експлуатації об'єктів, що використовуються для здійснення операцій з відновлення або видалення відходів з метою запобігання чи зменшення негативного впливу об'єктів оброблення відходів на навколишнє природне середовище та ризиків для здоров'я людей та є обов'язковими для виконання всіма суб'єктами господарювання незалежно від форм власності та організаційно-правових форм, що здійснюють діяльність, пов'язану з експлуатацією об'єктів оброблення відходів.

Експлуатація об'єктах оброблення відходів здійснюється з дотриманням вимог законодавства, в тому числі встановлених природоохоронних та санітарно-епідеміологічних вимог, вимог з охорони праці, пожежної та техногенної безпеки, та згідно з планом управління відходами на об'єкті оброблення відходів, розробленим відповідно до Порядку розроблення планів управління відходами підприємств, установ та організацій, затвердженого наказом Міндовкілля.

Відповідальність оператора за безпечні умови праці на об'єктах поводження з відходами. Оператор повинен забезпечувати безпечні та здорові умови праці на робочих місцях, у виробничих приміщеннях та на території об'єкта

оброблення відходів, контролювати їх відповідність вимогам законодавства з охорони праці, виробничої санітарії, здійснювати нагляд за їх дотриманням, своєчасно організовувати навчання, інструктажі працівників та перевірку знань з охорони праці та безпечного виконання робіт.

Оператор розробляє та затверджує своїм розпорядчим документом обов'язкові для дотримання працівниками інструкції з охорони праці, відповідно до Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 29 січня 1998 року № 9, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 07 квітня 1998 року за № 226/2666 [84].

Оператор забезпечує працівників, які здійснюють операції з оброблення відходів:

а. засобами індивідуального захисту, знаряддям та інструментами, необхідними для безпечного виконання робіт, а також миючими та дезінфікуючими засобами;

б. спеціальним одягом, спеціальним взуттям з проколозахисною прокладкою та іншими засобами індивідуального захисту тих працівників, які виконують роботи на відкритому повітрі та/або задіяні на роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, відповідно до Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці, затверджених наказом Міністерства соціальної політики України від 29 листопада 2018 року № 1804, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 27 грудня 2018 року за № 1494/32946 [85].

Оператор об'єктів оброблення відходів здійснює діяльність за умови наявності: дозволу на здійснення операцій з оброблення відходів, ліцензії на провадження господарської діяльності з управління небезпечними відходами (у разі необхідності), дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами відповідно до Закону України «Про охорону атмосферного повітря»[86] (у разі необхідності), ідентифікації об'єкта підвищеної безпеки в порядку, визначеному постановою Кабінету Міністрів України від 13

вересня 2022 року № 1030 [87] «Деякі питання ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки» (у разі необхідності);

Працівники об'єкта оброблення відходів зобов'язані: знати та дотримуватися вимог щодо безпеки та організації праці на робочому місці, проходити інструктажі та перевірку знань з охорони праці та безпечного виконання робіт.

Будь-який нещасний випадок на об'єкті оброблення відходів, а також порушення інструкцій з охорони праці, що призводять до нещасних випадків або створюють аварійну ситуацію, підлягають обліку та розслідуванню, встановленню причин і осіб, винних у їх виникненні, а також вжиттю заходів щодо запобігання повторенню подібних випадків.

4.2. Загальні кваліфікаційні вимоги до персоналу при експлуатації об'єктів оброблення відходів

З урахуванням вимог в організаціях та на підприємствах повинні бути розроблені інструкції з охорони праці з урахуванням місцевих умов та особливостей технологічних процесів. Збирання, вивезення та знешкодження побутових відходів слід виконувати без порушення технології робіт відповідно до затвердженої технічної документації, відповідних норм та правил. У випадках, якщо вводяться нові технологічні процеси та види робіт, використовуються нові машини, устаткування, інструменти та пристрої, для яких вимоги безпеки виконання робіт не передбачені цими Правилами, адміністрація організації (підприємства) за погодженням з органами Держнагляддохоронпраці здійснює заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

Фахівці з охорони праці організації (підприємства) мають право видавати керівникам структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, зупиняти роботу у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих, надсилати керівникові організації (підприємства) подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги охорони праці.

Оператор при експлуатації об'єкта оброблення відходів повинен дотримуватись вимог щодо: екологічно безпечного управління відходами, безпечної експлуатації об'єкта оброблення відходів для здійснення операцій з відновлення або видалення відходів, забезпечення здорових і безпечних умов праці, підвищення кваліфікації та навчання персоналу, залученого до експлуатації об'єктів і установок для відновлення або видалення відходів, дотримання санітарних норм та правил, дотримання нормативів гранично допустимих викидів, дотримання нормативів гранично допустимих скидів, дотримання технічних правил, норм пожежної та техногенної безпеки.

Для експлуатації об'єктів оброблення відходів оператор залучає кваліфікований персонал. Склад, чисельність і кваліфікація обслуговуючого персоналу визначається оператором залежно від потужності та ступеня складності споруд, технологічних процесів з урахуванням обсягів роботи з обслуговування і ремонту діючих мереж і споруд.

Особи, що приймаються на роботу, пов'язану з безпосереднім обслуговуванням, ремонтом, випробуванням і налагодженням роботи споруд, комунікацій, устаткування, обов'язково проходять медичне обстеження на відповідність стану їхнього здоров'я вимогам до даної професії, а потім періодичні огляди згідно з Порядком проведення медичних оглядів працівників певних категорій, затвердженим наказом Міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007 року № 246, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 23 липня 2007 року за № 846/14113 [88].

До призначення на роботу чи у разі переведення на іншу роботу (посаду) працівники оператора зобов'язані пройти: спеціальну фахову підготовку, інструктаж та навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків і правил поведінки у разі виникнення аварії відповідно до Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26 січня 2005 року № 15,

zareєстрованого в Міністерстві юстиції України 15 лютого 2005 року за № 231/10511[89], перевірку знань цих Правил, виробничих і посадових інструкцій.

Для працівників, що працюють з небезпечними хімічними речовинами, обов'язкове знання Вимог до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу хімічних речовин, затверджених наказом Міністерства надзвичайних ситуацій України від 22 березня 2012 року № 627, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 10 квітня 2012 року за № 521/20834 [90] і Конвенції про безпеку в застосуванні хімічних речовин на виробництві № 170, ратифікованої Законом України від 13 липня 2023 року № 3248-IX [91], та заходів контролю ризиків, які зазначені у паспортах безпечності хімічної продукції.

Для експлуатації та оперативного-технічного управління об'єктом оброблення відходів необхідно забезпечити розроблення, постійне зберігання в комплектному вигляді технічної, експлуатаційної, організаційно-правової та дозвільної документації, а також матеріалів інвентаризації. Оригінали документів повинні зберігатися у оператора відповідно до встановленого на об'єкті оброблення відходів порядку.

У виробничих підрозділах оператора повинні зберігатися копії документів, необхідних для повсякденного використання під час експлуатації споруд, устаткування і комунікацій.

Експлуатація всіх споруд (обладнання) і установок здійснюється згідно з експлуатаційними інструкціями, які розробляє і затверджує оператор відповідно до цих Правил, інших нормативно-правових актів, а також інструкцій виробників обладнання.

В інструкціях з експлуатації повинно бути зазначено: призначення та характеристика споруд (обладнання) і установок, технологічна схема з кількісними і якісними показниками процесу, склад і технічні характеристики основного та допоміжного обладнання, послідовність операцій пуску, зупинки та здійснення технологічних процесів, порядок обслуговування споруд (обладнання) і установок в експлуатаційному режимі, а також у разі його порушень, порядок технологічного контролю роботи обладнання, належні параметри та умови ефективної роботи,

графіки оглядів поточного і капітального ремонтів споруд (обладнання) і установок, заходи щодо запобігання аварій, а також дії персоналу у разі їх виникнення і ліквідації наслідків, заходи з охорони праці, персональна відповідальність за виконання операцій, передбачених інструкціями з обслуговування і ремонту обладнання.

Експлуатаційні інструкції повинні переглядатися оператором у разі зміни умов і режимів експлуатації, схем, технології та устаткування, а також у разі змін в законодавстві, але не рідше одного разу за три роки.

Всі зміни й доповнення, що вносяться до експлуатаційних інструкцій доводяться до відома працівників, для яких знання цих інструкцій є обов'язковим.

Посадові та робочі інструкції розробляються для кожного працівника і встановлюють вимоги, права та обов'язки щодо персоналу, необхідні і достатні для забезпечення роботи об'єкта, споруди (обладнання) і установок згідно з експлуатаційними інструкціями, інструкціями з охорони праці та протипожежної безпеки, і затверджуються оператором.

4.3. Специфіка вимог на різних етапах управління відходами

Збирання побутових відходів. Для запобігання випадання побутових відходів з контейнерів та можливості травмування працівників під час механізованого перевантаження відходів у сміттєвоз контейнери слід наповнювати відходами так, щоб до верхнього краю контейнера залишалось 10-15 см. У випадках, коли в сміттекамера, стволах і завантажувальних клапанах сміттєпроводу з'являються комахи та гризуни, слід негайно повідомити місцеву санітарно-епідеміологічну службу для проведення дезінфекційних та дератизаційних робіт.

Транспортування побутових відходів. Прибувши на майданчик розміщення контейнерів, водій сміттєвоза повинен переконатися в тому, що немає ніяких перешкод для безпечного виконання роботи. Якщо є перешкоди, які не дають можливості підвести сміттєвоз до контейнера або маневрувати ним у процесі роботи, водій не повинен вживати заходів для усунення перешкод. За стан під'їздів

до майданчиків і відсутність перешкод в роботі сміттєвозів на майданчиках відповідає замовник. Поставивши плавно спорожнений контейнер на місце, оператор (водій) повинен перевести маніпулятор у транспортне положення, підняти домкрат і тільки після цього переїхати до іншого контейнера або виїхати до місця знешкодження відходів.

Приймання відходів. Утворювачі відходів або суб'єкти господарювання у сфері управління відходами (збирач, перевізник) під час передачі відходів на об'єкт оброблення відходів вперше, зобов'язані надати у письмовій або в електронній формі таку інформацію:

а. для юридичної особи – найменування, у тому числі скорочене (за наявності), місцеперебування та ідентифікаційний код юридичної особи в Єдиному державному реєстрі підприємств і організацій України;

б. для фізичної особи-підприємця – прізвище, власне ім'я та по батькові (за наявності), реєстраційний номер облікової картки платника податків, серія (за наявності) та номер паспорта громадянина України (для фізичних осіб, які через свої релігійні переконання відмовляються від прийняття реєстраційного номера облікової картки платника податків та офіційно повідомили про це відповідний контролюючий орган і мають відмітку в паспорті), місцеперебування (адреса задекларованого/зареєстрованого місця проживання).

с. дані про відходи: перелік відходів за кодами та видами згідно з Національним переліком відходів, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2023 року № 1102 [92].

д. походження відходів та технологічні процеси, внаслідок яких вони утворюються, опис фізичних властивостей, морфологічний та хімічний склад і небезпечні властивості, інформацію щодо можливого радіаційного забруднення відходів, речовини, з якими не дозволяється змішувати відходи, розрахунковий обсяг відходів, яку очікується доставити.

Для перевірки наданої інформації оператор може звернутися до утворювача або до суб'єкта господарювання у сфері управління відходами (збирача).

Під час приймання біовідходів, які вже виділяють або мають потенціал для виділення меркаптанів або інших летких органічних сполук, низькомолекулярних амінів, акрилатів або інших хімічних речовин із сильним запахом, повинні застосовуватися особливі вимоги для їх оброблення, які повинні бути передбачені планом управління відходами, який розробляється відповідно до Порядку розроблення планів управління відходами підприємств, установ та організацій, затвердженого наказом Міндовкілля [93].

Вимоги до зберігання відходів. Відходи зберігаються окремо залежно від їхніх характеристик та властивостей, щоб забезпечити таке зберігання та оброблення, яке є безпечнішим для навколишнього природного середовища.

Оператор повинен забезпечити: достатній час нагромадження (акумуляції) відходів, окреме зберігання відходів (призначених для оброблення, утворених від оброблення), безперервність процесів оброблення.

Під час зберігання відходів на місцях для зберігання відходів до оброблення або після нього, оператор повинен дотримуватись наступних вимог: місця для зберігання відходів повинні бути розташовані відокремлено на території об'єкта оброблення відходів, під час вибору місця для зберігання відходів повинні враховуватися вимоги безпеки під час його експлуатації, в тому числі пожежної та техногенної, та можливості виконувати роботи механізованими засобами, обсяг відходів, що зберігаються, не повинен перевищувати максимальну місткість місця для зберігання відходів.

Відходи, що не є небезпечними дозволяється зберігати у відкритому вигляді (навалом, насипом, у відкритій тарі тощо) у разі дотримання наступних вимог.

Здійснювати заходи для запобігання розповсюдженню відходів за межі місця зберігання відходів, а також випадкового змішування відходів, що окремо зберігаються, використовуючи призначені для цього відповідні тару, сектори чи приміщення. Всі відходи необхідно зберігати в спеціальній тарі: рідкі відходи можна зберігати в резервуарах та/або контейнерах, бочках тощо; тверді відходи – в баках, контейнерах, мішках, окремих коробках, піддонах тощо або секторах чи приміщеннях.

4.4. Обов'язки оператора при здійсненні оброблення відходів

Біологічне оброблення відходів передбачає анаеробне оброблення з виробництвом біогазу і дигестату та/або аеробне оброблення (суха стабілізація або компостування відходів).

Відходи, що надходять на вермікомпостний завод за кодом 02 01 06 (тваринні фекалії, урина та гній (включаючи зіпсовану солому), стоки, зібрані окремо та оброблені поза місцями утворення) згідно Національного переліку відходів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2023 року № 1102 [92], або невідходна сировина того самого походження, повинні бути оброблені шляхом попереднього компостування. Вермікомпостери або технології вермікомпостного заводу повинні проходити верифікацію на гігієнічну ефективність та регулярну перевірку граничних значень мікроорганізмів-індикаторів.

Час перебування біорозкладних відходів у процесі анаеробного зброджування має становити щонайменше 30 днів. Цей період можна скоротити, але не менше ніж до 20 днів, якщо оператор гарантує, що вироблений дигестат є стабільним і не має неприємного запаху. Вимога стабільності виконується, коли дигестат постійно відповідає значенням стабільності, визначеним модифікованим методом відповідно до ДСТУ ISO 11734-2001 «Якість води. Оцінювання здатності органічних сполук переробленого мулу до повного анаеробного біорозкладу. Метод вимірювання об'єму біогазу, що виділяється (ISO 11734:1995, IDT)» [94].

У разі компостування відходів оператор повинен передбачити моніторинг технологічних процесів та/або управління основними параметрами відходів та процесів з метою зменшення викидів в атмосферне повітря, який включатиме: характеристики відходів, що поступають на оброблення (співвідношення C до N, розмір часток), температуру і вологість у різних точках штабелю (валка), насичення киснем (аерацію) штабелю (валка) за частотою переміщення штабелю, підтримання концентрації O₂ та/або CO₂ у штабелі, температурою повітряного потоку за умов примусової аерації), контроль пористості штабелю, його висоти і ширини.

Для виявлення можливих системних збоїв в установці для анаеробного оброблення відходів та забезпечення раннього попередження здійснюється моніторинг таких параметрів: рівень рН (лужність матеріалу), що надходить в установку, робоча температура, рівень гідравлічного та органічного завантаження від матеріалу, що надходить в установку, концентрація летких жирних кислот (ЛЖК) і аміаку в установці та в продукті анаеробного оброблення, кількість, склад (CH₄, CO₂, O₂, H₂S) і тиск біогазу, рівень рідини та піни.

Оператор зобов'язаний здійснювати моніторинг відповідно до програми моніторингу, яку він щорічно затверджує своїм розпорядчим документом відповідно до Порядку проведення моніторингу об'єкта оброблення відходів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 07 листопада 2023 року № 1166 [95].

Результати моніторингу повинні зберігатися протягом всього життєвого циклу об'єкта оброблення відходів.

Оператор повинен дотримуватись визначеної санітарно-захисної зони, здійснювати догляд за її станом та проводити прибирання відходів, що були винесені за межі об'єкта оброблення відходів, не рідше ніж один раз на чотирнадцять днів.

Оператор забезпечує контроль за станом атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, ґрунту, шумового навантаження на території об'єкта оброблення відходів та на межі його санітарно-захисної зони, який проводиться згідно з переліком показників забруднюючих речовин, з періодичністю та в точках відбору проб, визначених в програмі моніторингу.

Оператор забезпечує здійснення заходів з контролю за дотриманням встановлених нормативів гранично допустимих викидів передбачених дозволом на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами.

З метою запобігання та/або зменшення рівня шуму та вібрацій, які виникають в процесі оброблення відходів, оператор забезпечує: ідентифікацію джерел шуму та вібрацій, вимірювання/оцінювання впливу шуму та вібрацій, заходи із

запобігання та/або зменшення рівня шуму та вібрацій, оцінку рівня шуму та вібрацій та/або оцінку впливу шуму та вібрацій.

Оператор забезпечує такі заходи із запобігання та/або зменшення рівня шуму та вібрацій: належне розміщення обладнання та споруд (зменшення рівня шуму завдяки збільшенню відстані між джерелом та приймачами шуму, використання шумових екранів та переміщення виходів чи входів до будівель), регулярний огляд і технічне обслуговування обладнання, закриття дверей і вікон у приміщеннях виробничої зони за наявності витяжної вентиляції, експлуатацію обладнання кваліфікованим персоналом, виконання шумних видів діяльності вдень або відповідно до технологічного регламенту, виконання правил контролю рівня шуму, зокрема під час технічного обслуговування обладнання, транспортування та здійснення операцій з оброблення відходів, використання обладнання з низьким рівнем шуму (двигунів прямого приводу, компресорів, насосів та вентиляторів), використання обладнання для регулювання рівня шуму та вібрації, а саме: пристроїв для зниження рівня шуму; звукоізоляції та віброізоляції обладнання; огороження шумного обладнання; звукоізоляції будівель; використання захисних стін, насипів, огорож та будівель.

Результати вимірювання шумового впливу не повинні перевищувати допустимі рівні шуму відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 37 [96].

З метою запобігання та/або зменшення рівня запаху з відкритої системи компостування відходів оператор запроваджує такі заходи: негайне та ефективно оброблення доставлених відходів із високим потенціалом утворення запаху (відходи харчових продуктів та від зелених насаджень), змішування з добре подрібненими та структурованими відходами від зелених насаджень для забезпечення відповідного співвідношення С до N та пористості, регулярне перевертання штабелів за умови сприятливого напрямку вітру відносно сусідніх районів, які потенційно можуть зазнати впливу, утримання об'єкта в чистоті

(регулярне прибирання поверхонь, обладнання та всіх маршрутів транспортування).

4.5. Безпека на підприємстві та ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій

Пожежна та техногенна безпека на об'єкті оброблення відходів повинна забезпечуватися відповідно до вимог Кодексу цивільного захисту України, Правил пожежної безпеки в Україні, затверджених наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30 грудня 2014 року № 1417, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 05 березня 2015 року за № 252/26697 [97], Правил техногенної безпеки, затверджених наказом Міністерства внутрішніх справ України від 05 листопада 2018 року № 879, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 27 листопада 2018 року за № 1346/32798 [98], та інших нормативно-правових актів з питань пожежної та техногенної безпеки й передбачає виконання заходів і використання технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежам та надзвичайним ситуаціям, забезпечення безпеки людей, зниження можливих майнових втрат і зменшення негативних екологічних наслідків у разі їх виникнення, створення умов для успішного гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій.

Враховуючи особливості експлуатації об'єкта оброблення відходів, оператор розробляє та затверджує інструкції з питань пожежної безпеки, встановлює протипожежний режим та запроваджує протипожежні заходи.

Розміщення первинних засобів пожежогасіння та здійснення вогневих робіт на території об'єкта оброблення відходів проводиться відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні, затверджених наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30 грудня 2014 року № 1417, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 05 березня 2015 року за № 252/26697 [97].

До робіт у приміщеннях з підвищеною пожежною небезпекою забороняється допускати осіб, які не пройшли навчання з питань пожежної безпеки, протипожежного інструктажу та не отримали відповідних посвідчень.

Кожний випадок пожежі або займання розслідується комісією, яка створюється розпорядчим документом оператор. Під час розслідування встановлюються причини та особи, винні у виникненні пожежі або займанні. За результатами розслідування розробляються і впроваджуються протипожежні заходи.

Локалізація та ліквідація наслідків аварій. Для запобігання виникненню аварійних ситуацій та аварій, які можуть мати шкідливий вплив на навколишнє природне середовище, та з метою локалізації їх наслідків оператори вживають управлінські й технічні заходи.

З метою визначення небезпеки, яку може створювати об'єкт, оператор ідентифікує об'єкту оброблення відходів, який він експлуатує, відповідно до Порядку ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки та ведення їх обліку, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 13 вересня 2022 року № 1030 [99].

На об'єкті оброблення відходів, віднесеному до об'єктів підвищеної небезпеки оператори розробляють і затверджують плани локалізації й ліквідації аварій та їх наслідків, на інших об'єкті оброблення відходів – плани реагування на надзвичайні ситуації або інструкції щодо дій персоналу у разі загрози або виникнення надзвичайних ситуацій відповідно до Порядку розроблення планів діяльності єдиної державної системи цивільного захисту, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 9 серпня 2017 року № 626 [100].

З метою запобігання або зменшення впливу аварій та небезпечних чинників на навколишнє природне середовище оператор: формує перелік небезпечних речовин, наявних або які можуть бути наявні на території об'єкті оброблення відходів, які здійснюють шкідливий вплив на навколишнє природне середовище, забезпечує захист об'єкта оброблення відходів від проникнення сторонніх осіб, забезпечує наявність та можливість використання обладнання для ліквідації наслідків аварії, а також системи протипожежного захисту.

ВИСНОВКИ

Проведений порівняльний аналіз засвідчив, що управління біовідходами в Україні суттєво відстає від європейської практики. Основною проблемою залишається домінування захоронення відходів на полігонах, що спричиняє значні екологічні ризики. Водночас у країнах ЄС спостерігається стійка тенденція до зменшення обсягів захоронення біовідходів та активне впровадження альтернативних технологій утилізації, таких як компостування, механіко-біологічна обробка та отримання біогазу.

На міжнародному рівні з 2018 року ЄС приєднався до Цілей сталого розвитку Організації Об'єднаних Націй (ООН), узгодивши завдання щодо скорочення харчових відходів на 30% до 2025 року та на 50% до 2030 року. Водночас у країнах ЄС середній рівень переробки та компостування муніципальних відходів збільшився з 19% у 1995 році до 48% у 2022 році, що свідчить про ефективність впроваджених політик управління відходами. Як наслідок, обсяг захоронених відходів в ЄС знизився з 61% у 1995 році до 23% у 2022 році.

За досліджуваний 35-річний період обсяги утворення відходів в Україні варіювались в залежності від економічної ситуації та чинних управлінських рішень. Річний обсяг утворених відходів становив понад 460 млн тонн, з яких лише 30% утилізується.

Частка біовідходів у складі ТПВ становить в середньому 40-50% як в Україні, так і в світі, з сезонною залежністю від формування продовольчого кошика. Визначено, що усереднений обсяг утворення муніципальних відходів в ЄС складає 513 кг/рік на душу населення, тоді як в Україні - близько 300-350 кг/рік на душу населення. У ЄС середній рівень переробки біовідходів сягає 48%, тоді як в Україні цей показник не перевищує 5% від загальної кількості утворених відходів. У країнах ЄС лише 23% муніципальних відходів захоронюється на полігонах, тоді як в Україні цей показник складає понад 90%.

Наразі статистична інформація про управління відходами в окремих регіонах України обмежується загальним аналізом утворення, накопичення та видалення відходів, що є нагальною вимогою чинного законодавства ("Закон України "Про

управління відходами”) та концепції Зеленого європейського курсу, де сегрегація відходів та їх морфологічна оцінка проводяться рідко.

Проблема викидів парникових газів, зокрема звалищного газу, є актуальним питанням у сфері екологічної безпеки та сталого розвитку. В Україні значна частина твердих побутових і промислових відходів захоронюється на полігонах та звалищах, де в процесі розкладання органічної складової утворюється метан (CH_4), закис азоту (N_2O) та вуглекислий газ (CO_2). Попри невелику частку сектора «Відходи» у загальних викидах парникових газів (3,2% у країнах ЄС та 4% в Україні), його скорочення залишається пріоритетом державної політики. Європейський досвід підтверджує, що ефективне управління відходами не лише зменшує обсяги ТПВ, які потрапляють на звалища, а й сприяє впровадженню природоохоронних рішень, необхідних для сталого розвитку та переходу до циркулярної економіки. У ЄС завдяки ефективним стратегіям управління відходами за понад 30 років вдалося зменшити викиди цього сектора більш ніж на 42 %, і прогнозується їх скорочення вдвічі до 2050 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Martins A. Food waste generates 8-10% of global GHG emissions, UN report reveals. *Home*. URL: <https://www.awe.international/article/1868188/food-waste-generates-8-10-global-ghg-emissions-un-report-reveals#:~:text=According%20to%20the%20report,%20food,emissions%20of%20the%20aviation%20sector> (дата звернення: 02.09.2024).
2. Martins A. Europe urged to strengthen bio-waste recycling as gaps remain. *Home*. URL: <https://www.awe.international/article/1901436/europe-urged-strengthen-bio-waste-recycling-gaps-remain> (дата звернення: 03.09.2024).
3. Про управління відходами. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення: 06.09.2024).
4. Radware Captcha Page. *Radware Captcha Page*. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/direktiva-es-2019883.pdf> (дата звернення: 08.09.2024).
5. Білецька Г.А., Виговська Г.П., Веклич О.О. та ін. Оцінка ефективності використання ресурсів в умовах переробки відходів *Матеріали науково-практичної конференції "Сучасні проблеми економіки і управління"*. 2016. С. 86–92.
6. Strasser S. *Waste and Want: A Social History of Trash*. New York : Holt Paperbacks, 2000. 368 p.
7. Oldenziel R., Weber H. Introduction: Reconsidering Recycling. *Contemporary European History*. 2013. Vol. 22, Issue 3. P. 347–370.
8. Stobart J., Damme I. Van, *Modernity and the second-hand trade: European consumption cultures and practices, 1700–1900*. London : Palgrave Macmillan. 281 p.
9. Denton S., Weber H. Rethinking waste within business history: A transnational perspective on waste recycling in World War II. *Business History*. 10 May 2021. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00076791.2021.1919092>
10. Сталінська І. В. Особливості екологічної безпеки в системі «тверді побутові відходи – навколишнє середовище – здоров'я людини». *Науковий вісник*

Національного лісотехнічного університету України. Львів, 2016. Випуск 26.7, С. 238–245.

11. Корнякова Н. Поняття відходів по законодавству України і Європейського Союзу: порівняльно-правовий аналіз. *Право України*. 2004. № 5. С. 149-153

12. Романів М.В. Проблема утилізації сміття в Україні. *Безпека життєдіяльності*. 2017. № 10. С. 32-33.

13. Білецька Г.А., Виговська Г.П., Веклич О.О. та ін. Питання взаємозв'язку інновацій та переробки сміття: аналіз сучасного стану та перспективи розвитку. *Економіка та держава*. 2020. № 10. С. 42–49.

14. Скрипник Ю. В. Управління органічними відходами: екологічні аспекти *Екологічний вісник України*. 2013. №2. С. 15-18.

15. Горобець О. В. Перспективні напрями утилізації органічних відходів О. В. Горобець, В. А. Галицький Наука. Молодь. Екологія: зб. матеріалів XII Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 27 трав. 2016 р. Житомир : ЖНАЕУ, 2016. С. 97–102.

16. Розробка технологій та організація промислової утилізації парникових звалищних газів в енергетичних установках. URL: <http://www.kdpunt.gov.ua/sites/default/files/referatingaz.do> (дата звернення: 08.09.2024).

17. Goldemberg J., Coelho S.T. Renewable energy – traditional biomass vs. modern biomass. *Energy Policy*. 2004. Volume 32. Issue 6. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421502003403> (дата звернення: 15.09.2024).

18. Davis S. Why is biomass bad? URL: <https://dogwoodalliance.org/2022/03/5-reasons-why-the-world-must-stop-importingbioenergy/> (дата звернення: 16.12.2024).

19. Musa A.M., Ishak C.F., Jaafar N.M., Karam, D.S. Carbon Dynamics of Fruit and Vegetable Wastes and Biodegradable Municipal Waste Compost-Amended Oxisol. *Sustainability* 13, 10869. 2021.

20. Bagagiolo G., Vigoroso L., Pampuro N., Cavallo E. The Role of Social Interaction and Personal Characteristics in Affecting the Adoption of Compost from Organic Fraction of Municipal Solid Waste in Italy. *Agronomy* 2022, 12, 445.
21. Shah G.M., Tufail N., Bakhat H.F., Imran M., Murtaza B., Farooq A.B.U., Saeed F., Waqar A., Rashid M.I. Anaerobic degradation of municipal organic waste among others composting techniques improves N cycling through waste-soil-plant continuum. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2017, 17, P. 529–542.
22. Obsa O., Tadesse M., Kim D.-G., Asaye Z., Yimer F., Gebrehiwot M., Brüggemann N., Prost K. Organic Waste Generation and Its Valorization Potential through Composting in Shashemene, Southern Ethiopia. *Sustainability* 2022, 14, 3660.
23. Sultana M., Jahiruddin M., Islam M.R., Rahman M.M., Abedin M.A., Solaiman Z.M. Nutrient Enriched Municipal Solid Waste Compost Increases Yield, Nutrient Content and Balance in Rice. *Sustainability* 2021, 13, 1047.
24. Ajaweed A.N., Hassan F.M., Hyder N.H. Evaluation of Physio-Chemical Characteristics of Bio Fertilizer Produced from Organic Solid Waste Using Composting Bins. *Sustainability* 2022, 14, 4738.
25. Ramadass K., Palaniyandi S. Effect of enriched municipal solid waste compost application on soil available macronutrients in the rice field. *Arch. Agron. Soil Sci.* 2007, 53, 497–506.
26. Fagundes P., Castro F., Santos L., Castro S., Lange L. Study of the Nutritional Increase in Organic Composts Obtained by Aerobic Biostabilization in the Management of Food Wastes. *J. Manag. Sustain.* 2021, 11, pp. 15–26.
27. Nordahl S., Preble C., Kirchstetter T., Scown C. Greenhouse Gas and Air Pollutant Emissions from Composting. *Environ. Sci. Technol.* 2023, 57, P. 2235–2247.
28. Dede C., Ozer H., Dede O.H., Celebi A., Ozdemir S. Recycling Nutrient-Rich Municipal Wastes into Ready-to-Use Potting Soil: An Approach for the Sustainable Resource Circularity with Inorganic Porous Materials. *Horticulturae* 2023, 9, 203.
29. Pérez T., Vergara S.E., Silver W.L. Assessing the climate change mitigation potential from food waste composting. *Sci. Rep.* 2023, 13, 7608.

30. Chee Guan N., Yusoff S. Assessment of GHG emission reduction potential from source-separated organic waste (SOW) management: Case study in a higher educational institution in Malaysia. *Sains Malays.* 2015, 44, pp. 193–201.
31. Pan L., Ye H., Huang S. Greenhouse gas emission from municipal solid waste treatment in Beijing. *Environ. Sci. Technol.* 2010, 33, 116.
32. Mia S., Uddin M., Kader M., Ahsan A., Mannan M., Hossain M., Solaiman Z. Pyrolysis and co-composting of municipal organic waste in Bangladesh: A quantitative estimate of recyclable nutrients, greenhouse gas emissions, and economic benefits. *J. Waste Manag.* 2018, 75, pp. 503–513.
33. Ho T.T.K., Le T.H., Tran C.-S., Nguyen P.-T., Thai V.-N., Bui X.-T. Compost to improve sustainable soil cultivation and crop productivity. *Case Stud. Chem. Environ. Eng.* 2022, 6, 100211.
34. Yoshida H., Gable J., Park J. Evaluation of organic waste diversion alternatives for greenhouse gas reduction. *Resour. Conserv. Recycl.* 2012, 60, 1–9.
35. Wong J., Ho C., Mansor N., Lee C. Mitigation of Greenhouse Gases Emission Through Food Waste Composting and Replacement of Chemical Fertiliser. *Chem. Eng. Trans.* 2017, 56, 367–372.
36. Martínez-Sabater E., Pérez-Murcia M.D., Andreu-Rodríguez F.J., Orden L., Agulló E., Sáez-Tovar J., Martínez-Tome J., Bustamante M.Á., Moral R., Enhancing Sustainability in Intensive Dill Cropping: Comparative Effects of Biobased Fertilizers vs. Inorganic Commodities on Greenhouse Gas Emissions, Crop Yield, and Soil Properties. *Agronomy* 2022, 12, 2124.
37. Zeng J., Michel F.C. Jr., Huang G. Comparison and Evaluation of GHG Emissions during Simulated Thermophilic Composting of Different Municipal and Agricultural Feedstocks. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2023, 20, 3002.
38. Awasthi M., Duan Y., Zhao J., Ren X., Awasthi S., Liu T., Chen H., Pandey A., Varjani S., Zhang Z. Greenhouse Gases Emission Mitigation and Utilization in Composting and Waste Management Industry: Potentials and Challenges. In *Energy, Environment, and Sustainability*; Winter, F., Agarwal, R., Hrdlicka, J., Varjani, S., Eds.; Springer: Singapore, 2018, pp. 19–37.

39. Barles, Sabine, *L’Invention des déchets urbains, France: 1790–1970*. Paris : Seyssel: Champ Vallon, 2005. 306 p.
40. Ніколін Я.І. Сучасні способи знищувати й утилізувати сміття за кордоном. Харків : ДВОУ, 1931. 127 с.
41. Directive - 2008/98 - EN - Waste framework directive - EUR-Lex. *EUR-Lex – Access to European Union law – choose your language*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj/eng> (дата звернення: 18.11.2024).
42. Eurostat 2021 municipal waste statistics https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics (дата звернення 19.11.2024).
43. 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.
44. Вивчення закордонного досвіду та технологій утилізації сміття в Українській РСР у 1920-х – на початку 1930-х рр. URL: https://www.hist.vernadskyjournals.in.ua/journals/2021/4_2021/17.pdf (дата звернення: 16.01.2025).
45. Менаєв В. Переробка відходів в розвинених країнах світу. <http://www.biowatt.com.ua/analitika/pererobka-vidhodi-v-rozvinenih-krayinah-svitu/> (дата звернення 23.11.2024).
46. Що таке органічні відходи та приклади - Резюме. URL: <https://uk.green-ecolog.com/15336909-what-is-organic-waste-and-examples#:~:text=Що%20таке%20органічні%20відходи%20Відходи%20можна%20розд%> (дата звернення: 21.09.2024).
47. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 30.06.2023 № 3220-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> (дата звернення: 06.10.2024).
48. Про управління відходами. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення: 25.11.2024).

49. Directive - 2018/851 - EN - EUR-Lex. *EUR-Lex – Access to European Union law – choose your language.* URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32018L0851> (дата звернення: 27.09.2024).

50. Директива Ради 1999/31/ЄС від 26 квітня 1999 року про захоронення відходів. *Офіційний вебпортал парламенту України.* URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_925#Text (дата звернення: 25.10.2024).

51. Директива Європейського Парламенту і Ради 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року про відходи та про скасування деяких директив. *Офіційний вебпортал парламенту України.* URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_029-08#Text (дата звернення: 21.10.2024).

52. News European Parliament Waste management in the EU: infographic with facts and figures. URL: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20180328STO00751/waste-management-in-the-eu-infographic-with-facts-and-figures> (дата звернення 14.11.2024).

53. Eurostat 2021 municipal waste statistics https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics (дата звернення 19.11.2024).

54. Державна служба статистики України URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 14.01.2025).

55. Школа В. Ю., Прокопенко О. В., Домашенко М. Д. Перспективи інноваційного розвитку національної економіки на основі вторинної переробки відходів. У кн.: *Стійкий розвиток підприємства, регіону, суспільства: інноваційні підходи до забезпечення: монографія* під заг. ред. д-ра екон. наук, професора О. В. Прокопенко. Польща: «Drukarnia i Studio Graficzne Omnidium», 2014. С. 217-228.

56. Handbook on the Implementation of EC Environmental Legislation: сайт. URL: <http://ec.europa.eu/environment/enlarg/handbook/intro.pdf> (дата звернення: 17.10.2024).

57. UABIO - Біоенергетична асоціація України. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/01/position-paper-uabio-22-ua.pdf> (дата звернення: 18.01.2025).

58. Ставлення громадян до проблеми поводження з відходами та до дій місцевої влади у цьому напрямку. URL: <http://epl.org.ua/environment/-stavlennya-gromadyan-do-problemy-povodzhennya-z-vidhodamy-ta-do-dij-mistsevoyivlady-u-tsomu-napryamku/> (дата звернення: 14.10.2024).

59. Ukraine. 2023 National Inventory Report (NIR). *Unitedn Nations Climate Change*. 18 May 2023. URL: [Ukraine. 2023 National Inventory Report \(NIR\). | UNFCCC](#) (дата звернення: 02.10.2024).

60. Municipal waste statistics - Statistics Explained. *Language selection | European Commission*. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics#Source_data_for_tables_and_graphs (дата звернення: 03.02.2025).

61. Waste statistics - Statistics Explained. *Language selection | European Commission*. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics&oldid=576858 (дата звернення: 03.02.2025).

62. Директива Європейського Парламенту і Ради 94/62/ЄС від 20 грудня 1994 року про пакування та відходи пакування. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_b05#Text (дата звернення: 04.02.2025).

63. Дорожня карта реалізації Закону України «Про управління відходами»: збірка матеріалів Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» (м. Київ, 24–25 листопада 2022 р.). – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2022. 248 с.

64. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: 5 Volumes / [TFI IPCC]; edited by H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe – Hayama: IGES, 2006. Vol. 5: Waste / [R. Pipatti and S.M. Manso Vieira]; edited by D. Kruger, K. Parikh. 2006. ISBN 4887880324.

65. Гринчишин Н.М. Властивості фільтрату, утвореного після припинення експлуатації полігона твердих побутових відходів. *Bulletin of Lviv State University of*

Life Safety. 2019. Vol. 19. P. 122–127.
URL: <https://doi.org/10.32447/20784643.19.2019.14> (date of access: 07.02.2025).

66. Шмарин С. Анализ инвентаризации парниковых газов с мест захоронения твердых бытовых отходов в Украине / Шмарин Сергей, Тимощук Александр, Ремез Наталья // Вестник НТУУ «КПИ», серия «Горное дело». 2014. № 25. С. 165-170.

67. Шмарин С. Тенденции внедрения систем утилизации свалочного газа на полигонах твердых бытовых отходов в Украины / Шмарин Сергей, Ремез Наталья // Тезисы докладов VIII международной научно-практической конференции «Энергетика. Экология. Человек». НТУУ «КПИ». Киев. 2016. С. 29-31.

68. *Language selection / European Commission*.
URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/1180.pdf> (дата звернення: 03.02.2025).

69. Про забезпечення виконання міжнародних зобов'язань України за Рамковою конвенцією ООН про зміну клімату та Кіотським протоколом до неї. *Офіційний вебпортал парламенту України*.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392-2008-п#Text> (дата звернення: 03.02.2025).

70. Ukraine. 2024 National Inventory Report (NIR). *United Nations Climate Change*. 30 Dec 2024. URL: [Ukraine. 2024 National Inventory Document \(NID\) | UNFCCC](https://unfccc.int/nir/2024/ukraine) (дата звернення: 02.10.2024).

71. An official website of the European Union. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.150.01.0109.01.ENG (дата звернення: 12.12.2023).

72. Платформа рішень для менеджерів природоохоронної діяльності. ХАРЧОВІ ВІДХОДИ: 6 важливих акцентів для еколога. URL: <https://ecolog-ua.com/articles/harchovi-vidhody-6-vazhlyvyh-akcentiv-dlya-ekologa>

73. Nickolas J. Themelis, A.C. (Thanos) Bourtsalas. Methane Generation and Capture of U.S. Landfills. *Journal of Environmental Science and Engineering A*. 2021. Vol. 10, no. 6. URL: <https://doi.org/10.17265/2162-5298/2021.06.001>. (дата звернення: 27.11.2023).

74. How much methane is generated by the global landfilling of urban wastes? URL: <https://waste-management-world.com/resource-use/how-much-methane-is-generated-by-the-global-landfilling-of-urban-wastes/> (дата звернення: 27.11.2023).

75. Let's Get Real About Green House Gases URL: <https://mygug.eu/carbon-emissions/> (дата звернення: 08.12.2024).

76. The impact of Waste-to-Energy incineration on climate. URL: https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/edd/2019/09/ZWE_Policy-briefing_The-impact-of-Waste-to-Energy-incineration-on-Climate.pdf (дата звернення: 08.12.2024).

77. Nickolas J. Themelis, A.C. (Thanos) Bourtsalas. Methane Generation and Capture of U.S. Landfills. Journal of Environmental Science and Engineering A. 2021. Vol. 10, no. 6. URL: <https://doi.org/10.17265/2162-5298/2021.06.001>. (дата звернення: 27.11.2023).

78. How much methane is generated by the global landfilling of urban wastes? URL: <https://waste-management-world.com/resource-use/how-much-methane-is-generated-by-the-global-landfilling-of-urban-wastes/> (дата звернення: 27.11.2023).

79. Let's Get Real About Green House Gases URL: <https://mygug.eu/carbon-emissions/> (дата звернення: 08.12.2024).

80. The impact of Waste-to-Energy incineration on climate. URL: https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/edd/2019/09/ZWE_Policy-briefing_The-impact-of-Waste-to-Energy-incineration-on-Climate.pdf (дата звернення: 08.12.2024).

81. Ukraine technology needs assessment report mitigation technology barrier analysis and enabling framework. (April 2020). URL: <https://tech-action.unepccc.org/wp-content/uploads/sites/2/2020/04/baef-mitigation-report-ukraine.pdf>

82. Про охорону праці. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 17.01.2025).

83. Про забезпечення хімічної безпеки та управління хімічною продукцією. *Офіційний вебпортал парламенту України.*
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2804-20#Text> (дата звернення: 26.01.2025).

84. Про затвердження Положення про розробку інструкцій з охорони праці. *Офіційний вебпортал парламенту України.*
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-98#Text> (дата звернення: 26.01.2025).

85. Про затвердження Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці. *Офіційний вебпортал парламенту України.*
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1494-18#Text> (дата звернення: 26.01.2025).

86. Про охорону атмосферного повітря. *Офіційний вебпортал парламенту України.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text> (дата звернення: 26.01.2025).

87. Деякі питання ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки. *Офіційний вебпортал парламенту України.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1030-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 26.01.2025).

88. Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій *Офіційний вебпортал парламенту України.*
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07#Text> (дата звернення: 27.01.2025).

89. Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та Переліку робіт з підвищеною небезпекою. *Офіційний вебпортал парламенту України.*
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (дата звернення: 27.01.2025).

90. Про затвердження Вимог до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу хімічних речовин *Офіційний вебпортал парламенту України.*

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0521-12#Text> (дата звернення: 27.01.2025).

91. Конвенція про безпеку в застосуванні хімічних речовин на виробництві № 170. *Офіційний вебпортал парламенту України.*

URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/993_009#Text (дата звернення: 27.01.2025).

92. Про затвердження Порядку класифікації відходів та Національного переліку відходів *Офіційний вебпортал парламенту України.* URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1102-2023-%D0%BF#Text> (дата звернення: 24.01.2025).

93. Про затвердження Порядку розроблення планів управління відходами підприємств, установ та організацій *Офіційний вебпортал парламенту України.*

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1446-24#Text> (дата звернення: 25.01.2025).

94. Якість води; Оцінювання здатності органічних сполук переробленого мулу до повного анаеробного біорозкладу. Метод вимірювання об'єму біогазу, що виділяється (ISO 11734:1995, IDT) / пер. і наук.-техн. ред. П. Хоружий [та ін.] ; . - Чинний від 2003.01.01.- Офіц. вид. - К. : Держстандарт України, 2002. - IV, 14 с.: рис. - (Національний стандарт України)

95. Про затвердження Порядку проведення моніторингу об'єкта оброблення відходів *Офіційний вебпортал парламенту України.*

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1166-2023-%D0%BF#Text> (дата звернення: 26.01.2025).

96. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99. *Офіційний вебпортал парламенту України.*

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text> (дата звернення: 27.01.2025).

97. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні. *Офіційний вебпортал парламенту України.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 26.01.2025).

98. Про затвердження Правил техногенної безпеки. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1346-18#Text> (дата звернення: 26.01.2025).

99. Деякі питання ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1030-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 26.01.2025).

100. Про затвердження Порядку розроблення планів діяльності єдиної державної системи цивільного захисту. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/626-2017-%D0%BF#Text> (дата звернення: 26.01.2025).

ДОДАТКИ

Додаток 1

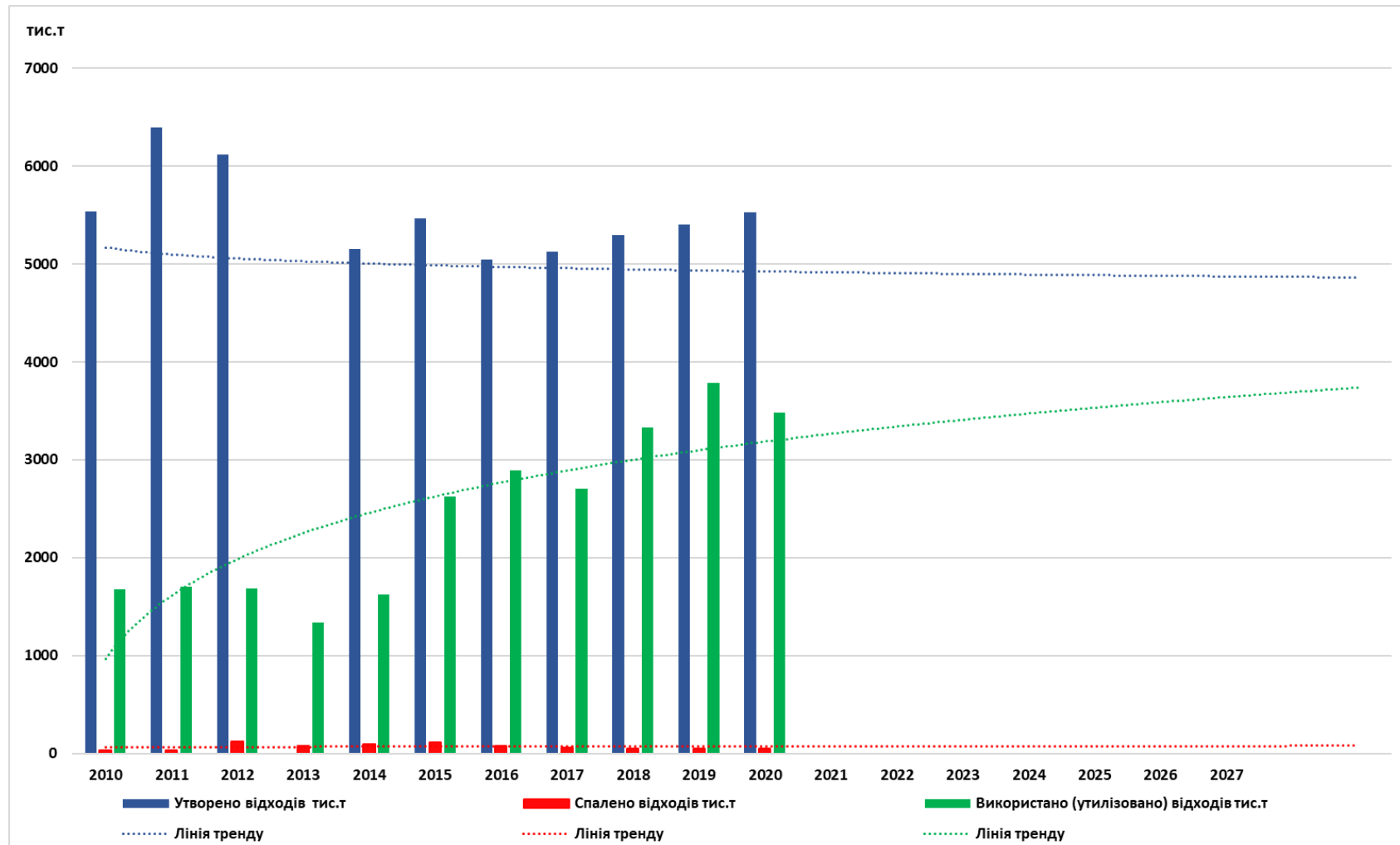


Рис. А.1. Динаміка утворення та поводження з відходами в Запорізькій області, прогнозна динаміка на короткостроковий п'ятирічний період

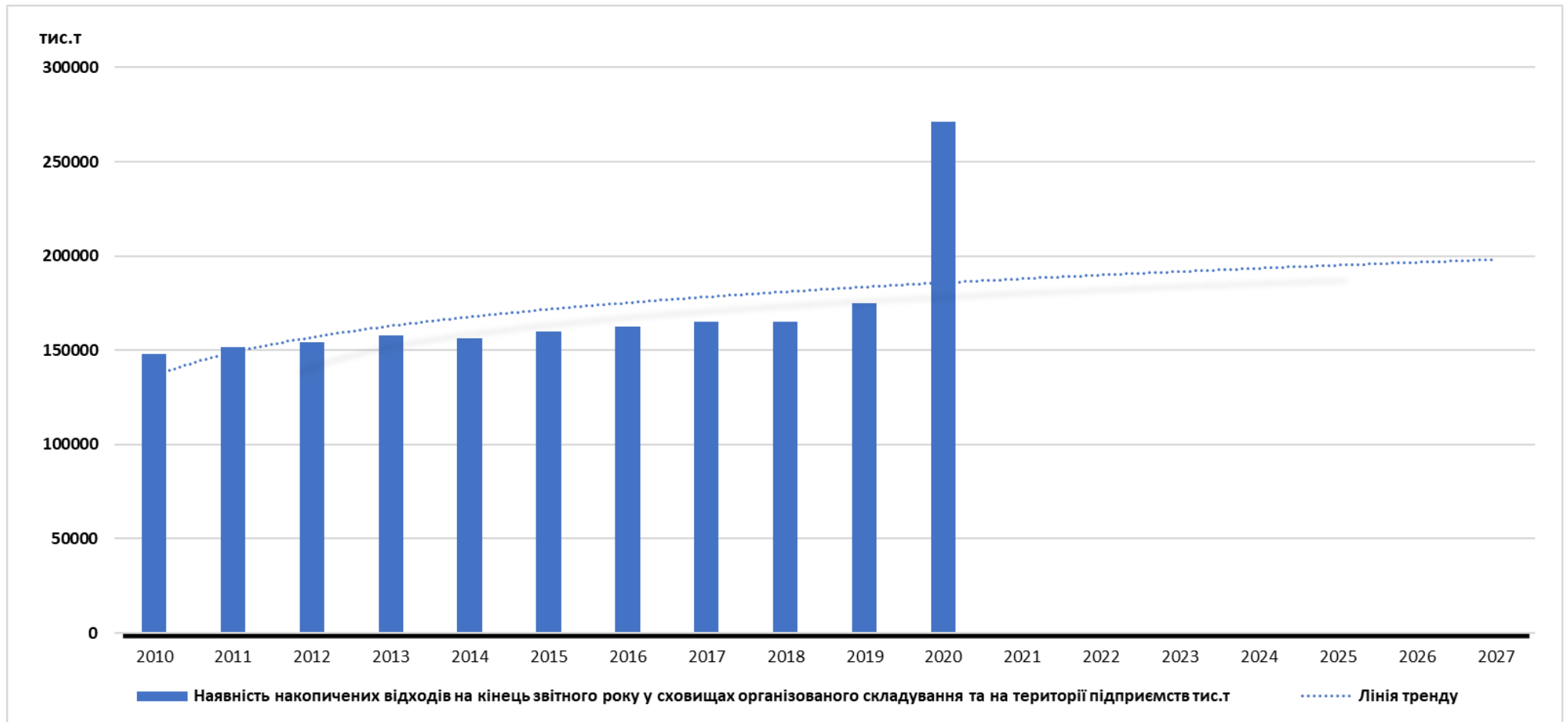


Рис. А.2. Динаміка накопичення виробничих відходів на території підприємств Запорізької області

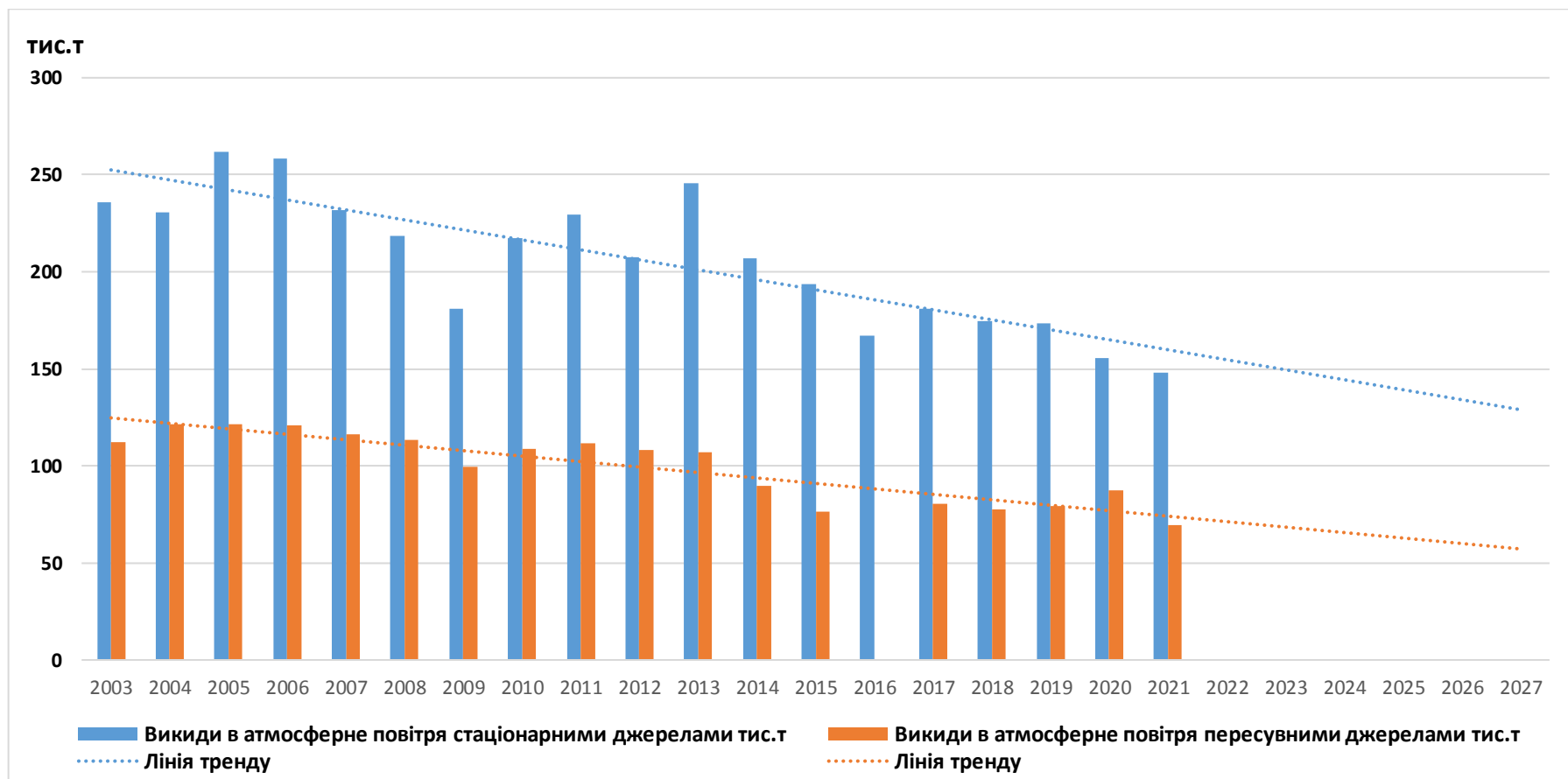


Рис. А.3. Динаміка викидів в атмосферне повітря стаціонарними та пересувними джерелами забруднення

Концепція поводження з біовідходами з межах окремої громади

ПОКАЗНИК	ОКРЕМЕ ДОМОГОСПОДАРСТВО	ОСББ, КВАРТАЛИ ПРИВАТНОГО СЕКТОРУ	СУБ'ЄКТИ ГОСПОДАРЮВАННЯ, ВИРОБНИКИ	ГРОМАДА, ОРГАНИ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ
1	2	3	4	5
Тип біовідходів	<ul style="list-style-type: none"> • Біовідходи з основної структури ТПВ, рослинні рештки, опале листя. 	<ul style="list-style-type: none"> • Біовідходи з основної структури ТПВ, рослинні рештки, опале листя. 	<ul style="list-style-type: none"> • Біовідходи в структурі органічних відходів (харчові, с/г та відходи тваринницьких комплексів, птахофабрик, тощо). 	<ul style="list-style-type: none"> • Біовідходи з основної структури ТПВ, рослинні рештки, опале листя.
Проблемні питання	<ul style="list-style-type: none"> • Відсутність технічної можливості сортувати за збирати органічні відходи. • Відсутність еко-свідомої світоглядної позиції та сформованої звички. • Сезонна нерівномірність надходження біовідходів на компостувальну станцію. 	<ul style="list-style-type: none"> • Технічне облаштування місця для збору та сортування органічних відходів, або навіть локального компостування. • Патерни пов'язані з санітарно-гігієнічними особливостями переробки органіки (органолептичні, санітарно-гігієнічні) та моральна неготовність населення це здійснювати 	<ul style="list-style-type: none"> • Виробники харчової, с/г... • Масштаби виробництва великі обсяги відходів можуть вимагати ефективних систем сортування та переробки. • Деякі промислові відходи може бути складніше компостувати через наявність токсичних речовин. • Суб'єкти господарювання можуть мати проблеми з можливістю впровадження систем компостування через високу вартість часу та ресурсів. 	<ul style="list-style-type: none"> • Відсутність належного фінансування. • Важливо розробити освітні програми та забезпечити інформування громадян про переваги компостування та правила його використання. • Відсутність використання новітніх технологій може ускладнювати ефективне управління відходами та компостуванням.
Потенційні шляхи їх вирішення	<ul style="list-style-type: none"> • Формування екологічної ментальності (<i>Фінляндії на реалізацію цієї складової знадобилось 15 років</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Система обслуговування контейнерів для збору органічних відходів. 	<ul style="list-style-type: none"> • Економічний механізм стимулювання екологізації виробництва в т.ч. створення системи управління органічними відходами: принцип повернення депозитів (знижка на закупівлю біогумусу, або створення економічної система взаємокомпенсації $X \text{ т біовідходів} = Y \text{ т (біодобрива)}$). • Створення системи матеріальної та нематеріальної мотивації суб'єктів 	<ul style="list-style-type: none"> • Франдрайзинг, пошук міжнародних партнерів, закордонних інвесторів. • Стратегічний аспект розвитку регіону з врахування еколого-економічної та соціальної збалансованості складових. • Фінансування проведення еко-просвітницьких заходів.

			господарювання за персоналізований внесок в сталий розвиток регіону	
Перспективна вигода	<ul style="list-style-type: none"> • Формування ціннісної світоглядної позиції збереження природи та здорових умов довкілля для нащадків. • Продаж органічних відходів або використання для своїх потреб. 	<ul style="list-style-type: none"> • Оборотна система повернення біодобрива в урбоєкосистему (облаштування придомових ділянок, створення клумб, зелених зон). • Продаж органічних відходів. • Компостуючи органіку, ви майже на 40% зменшуєте вміст вашого смітника. А, отже, рідше викидаєте сміття і менше сплачуєте за його вивезення. 	<ul style="list-style-type: none"> • Для харчових виробництв економічно-вигідна пропозиція поводження з біовідходами. • Для агровиробників компенсаційна пропозиція підвищення частки органічних добрив в системі агровиробництва. • На сміттєзвалищах органіка взаємодіє з іншими видами відходів та виділяє метан – газ, що пришвидшує процеси змін клімату. Компостуючи ви дбаєте про навколишнє середовище та зменшуєте ризик виникнення пожеж. 	<ul style="list-style-type: none"> • Екологічна ефективність. • Стратегічна можливість досягнення визначених цілей сталого розвитку. • Ресурс для проведення рекультивациі порушених територій внаслідок воєнних дій. • Переробка відходів шляхом компостування також створює нові «зелені» робочі місця. • У порівнянні зі спалюванням та утилізацією на звалищах утворюється майже в 10 000 разів більше відходів на кожні 4 тонни, а громадські компостні майданчики допомагають об'єднувати громади, сприяють соціальній згуртованості та єдності на місцях та створюють робочі місця.

