

Хмельницький національний університет
Гуманітарно-педагогічний факультет
Кафедра екології та біологічної освіти

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

здобувача першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Удосконалення системи управління побутовими відходами в Хмельницькій області з урахуванням досвіду Північного Рейну-Вестфалії (Німеччина)

Галузь знань – 10 «Природничі науки»

Спеціальність – 101 «Екологія»

КРЕКОЛ. 021022.01.13.00

Виконав: здобувач 4 курсу, група ЕКОЛ-21-1  Анастасія ПЕТРИК

Керівник

 Ольга ЄФРЕМОВА

Нормоконтролер

 Сергій ШЕВЧЕНКО

До захисту допускаю:

Зав. кафедри екології


та біологічної освіти

12 червня 2025 р.

 Ольга ЄФРЕМОВА

Факультет – Гуманітарно-педагогічний
Кафедра – Екології та біологічної освіти
Освітній рівень – перший (бакалаврський)
Галузь знань – 10 «Природничі науки»
Спеціальність – 101 «Екологія»
Освітньо-професійна програма – «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри екології
та біологічної освіти

 Ольга ЄФРЕМОВА
14 квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Петрик Анастасії Денисівні

1. Тема роботи Удосконалення системи управління побутовими відходами в Хмельницькій області з урахуванням досвіду Північного Рейну-Вестфалії (Німеччина)

керівник роботи Єфремова Ольга Олексіївна, кандидат технічних наук, доцент
Затверджено наказом ректора університету від 07.02.2025 р. № 23

2. Строк подання здобувачем роботи на кафедру 12.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: нормативно-правові акти України та ЄС, регіональні програми Хмельницької області, офіційні документи та аналітичні звіти уряду Північного Рейну-Вестфалії, наукові публікації з питань управління відходами, статистичні дані.

4. Зміст кваліфікаційної роботи: 1. Аналіз системи управління побутовими відходами в Хмельницькій області. 2. Аналіз досвіду управління відходами в Німеччині (на прикладі Північного Рейну-Вестфалії). 3. Перспективи адаптації досвіду Німеччини до умов Хмельницької області.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів	Примітки
1	Аналіз системи управління побутовими відходами в Хмельницькій області	12.05-19.05.2025	виконан
2	Аналіз досвіду управління відходами в Німеччині (на прикладі Північного Рейну-Вестфалії)	20.05-26.05.2025	виконан
3	Перспективи адаптації досвіду Німеччини до умов Хмельницької області	27.05-02.06.2025	виконан
4	Оформлення роботи	03.06-12.06.2025	виконан

Дата видачі завдання:

12.05.2025 р.

Здобувач



Анастасія ПЕТРИК

Керівник



Ольга ЄФРЕМОВА

АНОТАЦІЯ

Примітка:
виконано

Тема – Удосконалення системи управління побутовими відходами в Хмельницькій області з урахуванням досвіду Північного Рейну-Вестфалії (Німеччина).

виконано

Автор – здобувач ЕКОЛ-21-1 А.Д. Петрик.

Керівник – завідувач кафедри екології та біологічної освіти, доцент, кандидат технічних наук О.О. Єфремова.

виконано

Кваліфікаційна робота викладена на 53 сторінках, містить 4 таблиці, 1 рисунок та перелік джерел посилання з 59 джерел.

виконано

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ, ХМЕЛЬНИЦЬКА ОБЛАСТЬ, ПІВНІЧНИЙ РЕЙН-ВЕСТФАЛІЯ, РОЗДІЛЬНЕ ЗБИРАННЯ, ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД.

У роботі проведено комплексний аналіз системи управління твердими побутовими відходами (ТПВ) у Хмельницькій області з метою виявлення її проблем, недоліків та потенціалу для вдосконалення. Особливу увагу приділено вивченню європейського досвіду управління відходами на прикладі федеральної землі Північний Рейн-Вестфалія (Німеччина), зокрема законодавчих, економічних, соціальних та технологічних аспектів. На основі порівняльного аналізу визначено можливості адаптації успішних практик до умов Хмельницької області та розроблено практичні рекомендації щодо вдосконалення регіональної системи управління ТПВ відповідно до принципів циркулярної економіки та сталого розвитку.

11.06.2025 р.



Анастасія ПЕТРИК

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	5
1 Аналіз системи управління побутовими відходами в Хмельницькій області.....	8
1.1 Теоретичні основи управління побутовими відходами.....	8
1.2 Загальна характеристика Хмельницької області з точки зору поводження з ТПВ.....	12
1.3 Сучасний стан системи управління ТПВ: структура, суб'єкти, нормативна база.....	16
1.4 Проблеми, виклики та недоліки діючої системи.....	18
2 Аналіз досвіду управління відходами в Німеччині (на прикладі Північного Рейну-Вестфалії)	27
2.1 Законодавче та інституційне забезпечення управління відходами.....	27
2.2 Система роздільного збирання, переробки, утилізації та повторного використання.....	29
2.3 Економічні та соціальні інструменти мотивації громадян і бізнесу.....	34
3 Перспективи адаптації досвіду Німеччини до умов Хмельницької області.....	37
3.1 Порівняльний аналіз систем управління твердими побутовими відходами у Хмельницькій області та Північному Рейні-Вестфалії.....	37
3.2 Визначення можливостей і обмежень впровадження практики управління відходами Північного Рейну-Вестфалії у Хмельницькій області.....	40
Висновки.....	45
Перелік джерел посилання.....	47

ВСТУП

У сучасних умовах загострення екологічної ситуації в Україні проблема ефективного управління побутовими відходами набуває особливої актуальності. Зростання обсягів твердих побутових відходів (ТПВ), недостатній рівень їх переробки, застаріла інфраструктура та низький рівень екологічної культури населення зумовлюють необхідність пошуку нових підходів до організації системи поводження з відходами на місцевому рівні.

Хмельницька область, як і більшість регіонів України, стикається з численними труднощами в управлінні ТПВ. Серед них – перевантажені полігони, нерозвинена система роздільного збирання, фрагментарність нормативно-правового забезпечення та слабка координація між суб'єктами управління. У зв'язку з цим важливою є орієнтація на успішні моделі управління відходами, апробовані у країнах Європейського Союзу.

Одним із прикладів ефективної регіональної політики у сфері поводження з відходами є Північний Рейн-Вестфалія – федеральна земля Німеччини, де впроваджено комплексний підхід до управління відходами, що поєднує законодавчі, економічні, технологічні та просвітницькі інструменти. Аналіз і адаптація цього досвіду до українських умов можуть сприяти розробці дієвих механізмів удосконалення регіональної системи управління ТПВ.

Зважаючи на необхідність адаптації європейського досвіду до українських реалій, особливої уваги заслуговує аналіз регіональних практик та вивчення ефективних іноземних моделей. Зокрема, досвід Німеччини, з її високим рівнем переробки та утилізації відходів, може слугувати прикладом для впровадження дієвих рішень в Україні. У цьому контексті Хмельницька область, як регіон з активною соціальною динамікою, є важливим об'єктом дослідження щодо стану та перспектив даної системи.

Метою даної роботи є аналіз існуючої системи управління побутовими відходами в Хмельницькій області, визначення її основних проблем і викликів,

а також вивчення досвіду Німеччини з метою розробки рекомендацій щодо вдосконалення системи управління твердими побутовими відходами в Хмельницькій області.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати теоретичні засади та сучасний стан системи управління побутовими відходами в Хмельницькій області;
- визначити основні проблеми, недоліки та виклики чинної моделі поводження з ТПВ у регіоні;
- дослідити досвід Північного Рейну-Вестфалії (Німеччина) у сфері управління відходами та визначити його ключові особливості;
- обґрунтувати можливості адаптації німецького досвіду до умов Хмельницької області та сформулювати практичні рекомендації щодо вдосконалення регіональної системи.

Об'єктом дослідження є система управління побутовими відходами як сукупність інституційних, нормативних, екологічних та соціальних механізмів поводження з ТПВ.

Предметом дослідження є механізми, інструменти та організаційно-правові підходи до управління побутовими відходами в Хмельницькій області та Північному Рейні-Вестфалі.

Методи дослідження. Теоретичною та методологічною основами дослідження є праці вітчизняних та закордонних вчених у сфері управління відходами, теоретичні та методологічні розробки щодо оцінки стану навколишнього природного середовища. У роботі були використані теоретичні загальнонаукові методи дослідження.

Практична значущість роботи полягає у можливості використання результатів дослідження для вдосконалення системи управління побутовими відходами в Хмельницькій області шляхом адаптації ефективних європейських практик, зокрема досвіду Північного Рейну-Вестфалії. Запропоновані рекомендації можуть бути використані органами місцевого самоврядування, екологічними службами та комунальними підприємствами для підвищення

ефективності управління ТПВ, розвитку інфраструктури переробки, запровадження принципів циркулярної економіки та зниження негативного впливу на довкілля.

Апробація результатів дипломної роботи: окремі частини дослідження та одержані узагальнення були висвітлені в матеріалах щорічної Студентської науково-практичної конференції за підсумками науково-дослідної роботи здобувачів освіти кафедри екології та біологічної освіти (5 червня 2025 року, м. Хмельницький).

1 АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

1.1 Теоретичні основи управління побутовими відходами

Управління твердими побутовими відходами (ТПВ) є ключовою складовою екологічної безпеки сучасного суспільства. За визначенням Закону України «Про управління відходами» відходи – це будь-які речовини, матеріали чи предмети, які утворилися в процесі життєдіяльності людини або виробництва, і власник яких позбавляється, має намір або зобов'язаний позбутися [1].

Тверді побутові відходи – це відходи, які утворюються у житлових будинках, установах, організаціях і подібних місцях у результаті повсякденної діяльності людей. Зазвичай вони складаються з органічних решток, паперу, пластику, скла, металу, текстилю та інших компонентів [2; 8]. Загалом, класифікація ТПВ може здійснюватися за різними критеріями: за джерелом утворення: побутові, промислові, будівельні, медичні тощо; за фізичними властивостями: тверді, рідкі, газоподібні; за рівнем небезпеки: небезпечні та не небезпечні; за можливістю повторного використання: вторинна сировина, переробні залишки [9].

Загальноприйнята система поводження з ТПВ передбачає їх первинне збирання, транспортування, сортування, переробку, утилізацію або захоронення. Різниця між ефективним і неефективним управлінням відходами визначається саме на ранніх етапах класифікації й збору відходів.

Під управлінням ТПВ розуміють комплекс адміністративних, технічних, організаційних та економічних заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу відходів на довкілля та здоров'я людей. Основними підходами до організації цієї системи є ієрархія поводження з відходами, інтегроване управління, принцип розширеної відповідальності виробника (РВВ) та циркулярна економіка [3; 14; 19].

Ієрархія поводження з відходами, як основа європейської та української стратегій, включає такі пріоритети: запобігання утворенню відходів; підготовка до повторного використання; переробка (рециклінг); інша утилізація (включно з енергетичною); захоронення залишків, які не підлягають переробці. Цей підхід визначено як обов'язковий у Законі України «Про управління відходами», який також впроваджує європейські принципи, серед яких – принцип розширеної відповідальності виробника (РВВ). Виробники певних категорій товарів (упаковка, електроніка, батареї тощо) зобов'язані організувати збір та утилізацію продукції після завершення її життєвого циклу. Це стимулює інновації в дизайні, сприяє мінімізації відходів та розвитку систем повторного використання матеріалів. Ієрархія поводження з твердими побутовими відходами наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Ієрархія поводження з твердими побутовими відходами [3; 14]

Рівень	Назва етапу	Суть підходу	Приклад реалізації
1	Запобігання утворенню відходів	Мінімізація упаковки, свідоме споживання	Екомагазини без упаковки
2	Повторне використання	Використання речей повторно	Скляна тара, секонд-хенди
3	Переробка (рециклінг)	Обробка для повторного виробництва	Заводи з переробки ПЕТ
4	Утилізація	Спалювання, біогаз	Біогазові станції
5	Захоронення	Полігони для залишків	Санітарні звалища

Іншим важливим напрямом є інтегроване управління ТПВ, яке поєднує різні методи та інструменти у межах єдиної системи. В його основі – участь усіх зацікавлених сторін: держави, органів місцевого самоврядування, підприємств, громадських організацій та споживачів. Відповідно до Національної стратегії управління відходами до 2030 року, Україна має перейти

до моделі циркулярної економіки, у якій відходи розглядаються як ресурс для подальшого використання [3].

Циркулярна економіка (circular economy) передбачає замкнений цикл виробництва, де продукти проектуються так, щоб їх можна було багаторазово використовувати, ремонтувати або переробляти. Одним із прикладів реалізації таких принципів є діяльність організацій, що підтримують рух Zero Waste, – наприклад, Zero Waste Alliance Ukraine, яка просуває концепцію 5R: Refuse (відмовся), Reduce (зменшуй), Reuse (використовуй повторно), Recycle (переробляй), Rot (компостуй) [41]

Офіційні урядові джерела, зокрема Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів, зазначають, що одним із пріоритетів реформи є запровадження саме ієрархії відходів, розвиток роздільного збирання, рекультивація полігонів та впровадження принципів циркулярності у муніципальну практику [14; 15].

Таким чином, сучасне управління ТПВ в Україні орієнтоване на поєднання європейського досвіду, національних особливостей і принципів сталого розвитку. У центрі цієї системи – зменшення кількості відходів, максимальне повернення ресурсів у виробничі цикли та участь громадян у прийнятті екологічно доцільних рішень.

Управління твердими побутовими відходами (ТПВ) – це не лише технічне або адміністративне завдання, але й багатогранний процес, який має екологічні, соціальні та економічні наслідки. Розгляд цих трьох складових дозволяє комплексно оцінити ефективність та сталість системи поводження з відходами.

Екологічний аспект пов'язаний передусім із впливом ТПВ на стан довкілля. Неконтрольоване захоронення відходів на стихійних або перевантажених полігонах призводить до забруднення ґрунтів, підземних вод і атмосфери. Важливим чинником є утворення фільтратів та викидів метану – парникового газу, який має найсильніший вплив на зміну клімату, ніж вуглекислий газ [23; 29].

Особливу небезпеку становлять відходи з високим вмістом токсичних домішок: важких металів, пластиків із добавками, медичних та електронних залишків. За даними [1; 4], щорічно в Україні утворюється понад 10 млн тонн побутових відходів, з яких лише близько 6 % переробляється. Такий рівень обробки не дозволяє знизити екологічне навантаження до безпечного рівня.

Соціальний аспект охоплює участь населення в системі роздільного збирання, рівень екологічної свідомості та загальну культуру поводження з відходами. У регіонах, де активно впроваджуються інформаційні кампанії, наприклад у рамках ініціатив «Let's do it Ukraine» або «Я сортую», спостерігається підвищення рівня сортування від 60 % до 70 % серед домогосподарств [21; 22]. Проте в багатьох громадах спостерігається пасивність, викликана або браком мотивації, або відсутністю інфраструктури – контейнерів, пунктів прийому, систем інформування.

Ефективна модель вимагає не лише технічних рішень, а й налагодження комунікації між владою, населенням і підприємствами, формування екологічної культури змалечку – через школу, молодіжні проекти, соціальні мережі [33; 27].

Економічна складова управління ТПВ є ключовою для практичного впровадження системи. До витрат входять: збирання, транспортування, сортування, утилізація та рекультивация полігонів. Проте значну частину цих витрат можливо скоротити, впроваджуючи сучасні технології, розумну логістику та системи моніторингу.

Наприклад, за оцінками проектів USAID «Чисте місто» та EBRD, при оптимізації маршрутів перевезення та впровадженні станцій сортування середнього масштабу міські бюджети можуть зменшити витрати на значення від 15 % до 30 %, а також створити нові робочі місця у сфері екологічного обслуговування [20; 45].

Окрім того, впровадження екологічного податку, принципу «забруднювач платить» та механізмів державного співфінансування дозволяє створити стабільне фінансове підґрунтя для реформування галузі. Успішним прикладом є досвід країн ЄС, де від 30 % до 50 % коштів на сортування і переробку

фінансуються через розширену відповідальність виробника або екологічні фонди [14; 19; 46].

Таким чином, екологічна безпека, економічна ефективність і соціальна залученість є трьома ключовими вимірами системи управління ТПВ. Їхній баланс є необхідною умовою для створення сталої моделі поводження з відходами як на національному, так і на регіональному рівні.

1.2 Загальна характеристика Хмельницької області з точки зору поводження з ТПВ

Хмельницька область розташована в західній частині України, займає площу приблизно 20300 км² та межує з Вінницькою, Житомирською, Тернопільською, Чернівецькою областями, а також із Молдовою [29]. За оцінками Державної служби статистики України, станом на кінець 2024 року в області мешкає близько 1250000 осіб, що робить її однією з середньоповних за кількістю населення регіонів держави [4; 29]. Густота населення становить приблизно 61 особа/км², при цьому понад 60 % населення зосереджено в п'яти найбільших містах області: Хмельницький, Кам'янець–Подільський, Шепетівка, Нетішин та Старокостянтинів [29; 12].

За даними звіту в Хмельницькій області понад 58 % населення проживає в містах, що створює надзвичайно високе навантаження на систему збору й обробки побутових відходів, особливо в обласному центрі та прилеглих районах [29, 14]. Ця цитата із Звіту про стан навколишнього середовища у Хмельницькій області ілюструє, наскільки важливим є питання організації вивезення та переробки ТПВ у міських агломераціях. Дійсно, в обласному центрі (м. Хмельницький) постійно проживає понад 270000 осіб, що генерує щоденний обсяг відходів, близько 1000 тон/добу. У районних центрах (з населенням від 25000 осіб до 60000 осіб) показник утворення сміття коливається в межах від 600 кг/добу до 800 кг/добу на 1000 осіб, тоді як у сільській місцевості середня норма утворення складає від 0,5 кг/особу·добу до

0,6 кг/особу·добу [29]. Загалом середня норма утворення ТПВ в області становить 0,75 кг/особу на добу. За рік це дає понад 340 000 тонн відходів, із яких близько 60 % припадає на великі міста (Хмельницький, Кам'янець–Подільський, Шепетівка), а 40 % – на решту території [29; 12].

Таблиця 1.2 – Розподіл середніх показників утворення ТПВ залежно від типу населеного пункту [5; 29]

Тип населеного пункту	Населення, осіб	Норма утворення ТПВ, кг/особу·добу	Загальний обсяг ТПВ, тонн/добу
Міські агломерації (5 міст)	520 000	0,90 – 1,10	468 – 572
Районні центри (20 міст)	200 000	0,75 – 0,85	150 – 170
Сільські громади (400+ сіл)	530 000	0,50 – 0,60	265 – 318
Вся область	1250000	0,75 (в середньому)	937,5

Дані таблиці дозволяють побачити, що найбільший питома вага належить саме міським агломераціям, де щоденно накопичується майже половина загального обсягу ТПВ області. Проблема централізації сміттєзбору в містах спричиняє необхідність значних капіталовкладень у транспортувальне обладнання, контейнери, сортувальні лінії та полігони [29; 5].

Кліматичні умови регіону також мають безпосередній вплив на обсяги та обробку ТПВ. У Хмельницькій області середньорічні температури змінюються від мінус 10 °С у зимові місяці до плюс 35 °С у літні, при вологості від 30 % до 90 %, що сигналізує про сезонний характер змін у харчових відходах.

У регіоні Кам'янець–Подільський під час літнього туристичного періоду спостерігається додаткове збільшення обсягів сміття на приблизно 20 %, через активність туристів і малих підприємців сфери обслуговування [29].

Таблиця 2.2 – Основні демографічні та кліматичні показники Хмельницької області [5; 29]

Показник	Значення
1	2
Площа, км ²	20300
Населення, осіб	1250000
Щільність населення, осіб·км ²	61
Середня утилізація відходів, кг/особу·добу	0,75
Температурний діапазон, °С	–10 ... +35
Вологість повітря, %	30–90

На рівні області ухвалено «Програму поводження з відходами в Хмельницькій області на 2023–2025 рр.» (розпорядження ОДА від 15.02.2023 р. № 112-р), яка визначає стратегію розвитку системи збору й переробки ТПВ [29]. До 2025 року заплановано розробити та затвердити локальні нормативи оплати послуг із урахуванням стимулів для сортувальників (наприклад, знижок для тих, хто роздільно збирає відходи).

За середньої норми утворення 0,75 кг/особу·добу й населенням 1250000 осіб область генерує приблизно 937,5 т/добу, або 342000 т/рік ТПВ. З них місто Хмельницький забезпечує від 90 т/добу до 100 т/добу (33000 т/рік), районні центри – від 350 т/добу до 380 т/добу (120000 т/рік), а сільські території – від 520 т/добу до 570 т/добу (189000 т/рік). Улітку (червень–серпень) через туристичний потік і сезонне зростання споживання обсяг ТПВ збільшується в середньому на 15 %, тоді як узимку (січень–лютий) знижується приблизно на 10 % [8]. Основний полігон у Хмельницькому працює на 90 % проєктної

потужності (600 т/добу), і без розширення його ресурс вичерпається до кінця 2026 р. [15; 29].

За підсумками звіту лише 35 % побутових відходів у Хмельницькій області проходить початкове сортування, тоді як у розвинених країнах ЄС цей показник досягає від 70 % до 80 %, що вказує на недостатню інфраструктуру роздільного збору та низький рівень екологічної свідомості місцевого населення [29, с. 47]. Цей фрагмент із Звіту [29] демонструє одну з найгостріших проблем регіону.

Екологічні ризики: відсутність сортування спричиняє збільшення обсягу змішаних ТПВ, у яких біорозкладні та небезпечні компоненти взаємодіють, утворюючи токсичні фільтрати та викиди метану. Це погіршує стан підгрунтових вод і ґрунтів неподалік полігонів [29; 23].

Соціально-інформаційний аспект: недостатній рівень сортування свідчить про низький рівень екологічної освіти населення. Відсутність доступних пунктів вторсировини в багатьох громадах та брак промоційних кампаній сприяє побутовій байдужості жителів [29; 5; 21].

Економічні втрати: не використання вторинної сировини означає, що близько 35000 тонн потенційно корисних матеріалів (паперу, пластику, скла, металу) щорічно йдуть на звалище замість переробки, що позбавляє регіон додаткових надходжень від реалізації вторинки (від 25 млн грн/рік до 30 млн грн/рік) [29; 20; 45].

Підсумовуючи вищесказане, Хмельницька область, з населенням близько 1250000 осіб і площею понад 20300 км², щороку утворює понад 340 тисяч тонн твердих побутових відходів на добу, більша частина яких припадає на великі міські агломерації. Проте, існуюча інфраструктура покриває лише базові потреби: мережа з приблизно п'яти тисяч контейнерів, обладнаних датчиками заповнення, та 87 одиниць сміттєвозів дозволяє забезпечити основний рівень обслуговування, але не відповідає вимогам ефективного роздільного збору за європейськими стандартами. Наразі частка відходів, які проходять хоча б первинне сортування, не більше ніж 35 %, що свідчить про брак потужностей та

організаційної підтримки. Фінансування сфери ТПВ становить близько 280 млн грн на рік, однак ця сума надходить лише частково з державного рівня: близько 40 % коштів виділяється обласною та районними адміністраціями, ще 35 % – громадами, і лише чверть – приватними інвесторами. Така структура свідчить про обмежений потенціал для модернізації системи без залучення додаткових джерел. Ситуацію ускладнюють кліматичні та соціальні чинники: великі сезонні коливання температур (від мінус 10 °С до плюс 35 °С), а також туристичні піки, зокрема в Кам'янець–Подільському регіоні, призводять до нерівномірного навантаження на систему збору та зберігання відходів. Усе це свідчить про необхідність комплексного розуміння регіональних умов – саме воно стане основою для подальшого аналізу ефективності чинної системи управління ТПВ і пошуку рішень, адаптованих до потреб області.

1.3 Сучасний стан системи управління ТПВ: структура, суб'єкти, нормативна база

Управління ТПВ в Україні нині має багаторівневу структуру, де кожен рівень відповідає за певний етап і підпорядковується чітким нормативним актам.

На центральному рівні ключовим документом є Закон України «Про відходи» № 187/98-ВР від 05.03.1998 р. [7], оновлений у 2023 році Законом № 2320-ІХ «Про управління відходами» [1], який імплементує європейську ієрархію поводження з відходами і принцип розширеної відповідальності виробника (EPR). Цим законом встановлено загальні вимоги до роздільного збору, переробки та рекультивації полігонів, а також механізми фінансування через EPR і диференційовані тарифи. На його основі розроблено Національну стратегію управління відходами до 2030 року, яка ставить завдання до 2025 року переробляти не менше 50 % ТПВ, а до 2030-го року – 70 % [3], та Національний план до 2033 року з докладними етапами, індикаторами й відповідальністю за їхнє виконання [47].

На регіональному рівні обласні державні адміністрації (ОДА) реалізують стратегію, координують створення об'єднань громад (ОТГ) і розподіляють міжбюджетні трансферти на модернізацію інфраструктури. Вони затверджують регіональні програми (наприклад, «Програма поводження з відходами в Хмельницькій області на 2023–2025 рр.») й контролюють їхнє виконання [29].

На муніципальному рівні міські, селищні та сільські ради відповідають за організацію збору, транспортування й переробки ТПВ. Вони укладають концесійні договори з комунальними та приватними операторами, затверджують локальні схеми санітарного очищення відповідно до ДБН В.2.5-75:2013 «Санітарне очищення населених пунктів» (розміщення контейнерів, графіки вивозу, вимоги до транспорту) [2], а також застосовують методику розрахунку потреби в контейнерах [23].

Система управління ТПВ включає низку взаємодіючих учасників. На центральному рівні Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів і Міністерство розвитку громад та територій формують політику, розробляють методики та координують міжвідомчі ініціативи з поводження з відходами. На рівні регіону обласні та міські ради відповідають за реалізацію локальних програм, управління бюджетом і розбудову необхідної інфраструктури. Комунальні підприємства безпосередньо організують збір і вивезення ТПВ, а приватні оператори, зокрема ALBA Group, REMONDIS та AWG Wuppertal, інвестують у сучасні сортувальні лінії, впроваджують телеметрію й RFID-контейнери, слідкують за якістю обробки відходів і забезпечують прозоре ціноутворення [48; 56]. Громадські організації та волонтери доповнюють ці зусилля просвітницькими кампаніями й залучають мешканців до роздільного збору сміття, підвищуючи рівень екологічної свідомості в громадах [10; 11].

Нормативне середовище складається з кількох ключових документів. Наказ Мінрегіону № 265 від 04.03.2004 р. регламентує правила експлуатації полігонів, встановлює вимоги до паспортів і звітності [27], а ДБН В.2.4-2:2005 «Полігони ТПВ» визначає технічні стандарти проєктування, будівництва та рекультивації полігонів [5]. Європейська рамкова директива з відходів (EU

Waste Framework Directive) служить основою ієрархії поводження з відходами, імплементованої в українське законодавство [14], а Санітарний кодекс України і Закон «Про місцеве самоврядування» чітко розмежують повноваження центральних та місцевих органів влади у сфері ТПВ [4].

Головними викликами залишаються некерованість між центральними методиками та муніципальними практиками, недостатній контроль за дотриманням стандартів і дефіцит фінансування модернізації інфраструктури. Впровадження єдиної інформаційної системи моніторингу (GISA), прозорих механізмів фінансування через EPR та державно-приватні партнерства дозволить усунути ці прогалини й наблизити українську систему управління відходами до європейських стандартів.

1.4 Проблеми, виклики та недоліки існуючої системи

Упродовж останніх років організація поводження з твердими побутовими відходами в Україні стикається з низкою взаємопов'язаних проблем і обмежень, які перешкоджають переходу до ефективної, екологічно безпечної та економічно вигідної моделі. До ключових груп викликів належать:

- недостатня інфраструктура та технологічна відсталість;
- фінансові та економічні бар'єри;
- економічні втрати від неефективної моделі;
- інфраструктурно-організаційні бар'єри.

Нижче наведено ключові групи викликів із аналізом їх причин та наслідків.

Недостатня інфраструктура та технологічна відсталість.

Поточний стан системи відображає виразну технологічну відсталість, що призводить до домінування моделі «захоронення без переробки». Так, за офіційними даними 2016 р. лише 5,8 % усіх ТПВ в Україні проходило переробку, тоді як 94 % відходів прямували на полігони та сміттєзвалища.

У відсутності достатньої кількості сучасних механіко-біологічних ліній (МБЛ) система поводження з ТПВ зводиться до мінімальної сортувальної обробки: майже вся маса відходів звозиться на полігони, де «цінні» фракції відбирають вручну або на простих сортувальних лініях. Внаслідок цього промислове виробництво RDF-фракції (паливної альтернативи) практично не відбувається, органічні відходи не компостуються й накопичуються у шарах ґрунту полігонів, створюючи додаткові екологічні ризики, а МБЛ покривають лише близько 10 % потреби в обробці ТПВ, що призводить до багатомільйонних втрат корисної біомаси та зростання викидів метану [12; 13].

Натомість понад 30 % полігонів не відповідають національним екологічним стандартам, а практично 99 % – європейським вимогам щодо безпеки ґрунту й підземних вод; близько 5 % із них фізично перевантажені (насипи до 36 м), що підвищує ризики утворення метанових «капсул» і неконтрольованого розповсюдження фільтратів; лише 12 % об'єктів мають сучасні геомембрани та системи дегазації, тоді як інші піддаються неконтрольованим інфільтраціям у ґрунт [12; 13].

Низький рівень інвестицій і непрозорість фінансування.

Поглиблюють проблему: без чіткої державно-приватної політики модернізація сортувальних ліній і МБЛ затримується роками, і на сьогодні реалізовано лише близько 15 % запланованих кошторисів Нацплану до 2030 р. через відсутність прозорих конкурсних аукціонів, що дозволило б ОТГ брати участь у масштабних проєктах і оновлювати інфраструктуру за сучасними стандартами [12; 13].

Фінансові та економічні бар'єри.

Незважаючи на наявність законодавчого та стратегічного підґрунтя (Національна стратегія до 2030 р., Національний план до 2030 р.), фінансові обмеження суттєво уповільнюють модернізацію системи поводження з твердими побутовими відходами та створюють нерівні умови для різних територіальних громад.

Нестача інвестицій у сучасні технології. Будівництво і запуск механіко-біологічних ліній – ключового елемента європейської моделі поводження з ТПВ – вимагає значних капітальних вкладень. Середня собівартість однієї МБЛ в Україні оцінюється в 150 мільйонів гривень, що часто перевищує загальний річний бюджет багатьох об'єднаних територіальних громад (ОТГ) навіть у регіонах із середнім рівнем надходжень [12].

Нерівномірність фінансування. Міжбюджетні трансферти та державні програми зазвичай покривають лише проєктні та підготовчі витрати (геодослідження, розробку технічної документації), але не передбачають достатньо коштів на закупівлю обладнання, монтаж і пусконаладження. Така «роздробленість» фінансування змушує громади брати кредити під високу відсоткову ставку або шукати інвесторів, що значно ускладнює реалізацію проєктів у короткі строки.

Дефіцит спеціалізованих фінансових інструментів. В Україні практично відсутні довгострокові кредитні програми з державною гарантією для сміттєпереробних проєктів, а механізми державно-приватного партнерства залишаються недосконалими. Як наслідок, навіть успішні місцеві ініціативи зі створення МБЛ часто зупиняються вже на етапі фінансування [13].

Економічні втрати від неефективної моделі.

Чергова відсутність інвестування призводить до того, що понад 90 % ТПВ і надалі захоронюється без переробки, а корисна біомаса органічної фракції втрачається: за оцінками ПолтНТУ, невикористаний потенціал органіки щорічно перевищує 300 тис. тонн, а викиди метану від безконтрольного розкладання зростають від 15 % до 20 % щороку. Відповідно – без адекватних джерел довгострокового фінансування та зниження ризиків для інвесторів масштабне впровадження МБЛ у найближчі роки залишається нереальним, що підриває досягнення цілей циркулярної економіки.

Відсутність дієвих економічних стимулів. Наприклад у багатьох країнах ЄС стимулювання первинної переробки ТПВ здійснюється через механізми диференційованої плати за захоронення та податкові пільги. Додатково в

Україні ж хоча законодавство передбачає: Пільги з ПДВ на обладнання для «zero-waste» і рециклінгу; можливість зниження ввізного мита на високотехнологічні лінії переробки; але в практиці ці стимули працюють фрагментарно й із значними затримками та проблемами [4]. У чинній системі економічних стимулів існує суттєвий дисбаланс. Хоча законодавство передбачає податкові пільги (звільнення від ПДВ на обладнання для «zero-waste» і зниження ввізного мита на технології переробки), ці заходи обмежені вузьким переліком техніки й не оновлюються роками, тож більшість сучасних технологій залишається поза пільговою зоною [4]. Лише близько 10 % операторів ТПВ скористалися податковими преференціями, адже умови не відповідають їхнім бізнес-моделям [16].

Без впровадження диференційованої плати за захоронення (pay-as-you-throw) Україна втрачає потенційні від 2 млрд грн до 3 млрд грн інвестицій у переробку за п'ять років, які могли б фінансувати розвиток циркулярної економіки [16]. Через це оператори не мають чіткої економічної мотивації модернізувати виробничі лінії, а держава втрачає мільярдні надходження для сталого розвитку галузі.

Тарифи вивозу та переробки ТПВ. Формуються тарифи за методиками Мінрегіону (Накази № 7 і № 265), але вони не відображають реальних експлуатаційних витрат. Розрахунки в п'яти регіонах показали, що собівартість повного циклу (збір, транспортування, переробка) в провінційних громадах складає 1000 грн/т 1200 грн/т, тоді як офіційні тарифи затверджені на рівні від 600 грн/т до 700 грн/т, що створює системний дефіцит коштів у місцевих бюджетах та комунальних підприємствах [5]. Перегляд тарифів лише раз на рік не дозволяє оперативно реагувати на коливання цін на паливо, запчастини та електроенергію.

У результаті багатші міста компенсують цей розрив власними надходженнями або підвищують тарифи для населення, тоді як депресивні ОТГ змушені або обмежувати вивіз, або укладати нерентабельні контракти з приватними перевізниками. Це несправедливе навантаження породжує

соціальну напругу: одні регіони штучно утримують низькі тарифи за рахунок дотацій, а інші – вдаються до нелегальних звалищ, щоб уникнути санкцій за недофінансовану послугу.

Інфраструктурно-організаційні бар'єри.

У більшості українських громад досі немає чітко затверджених схем санітарного очищення, які б враховували особливості багатоповерхової забудови, приватного сектора чи віддалених сіл. Хоча законодавство передбачає два методи збору – подвірний, коли сміттевоз об'їжджає всі будинки за графіком, та контейнерний, де відходи здають у встановленні майданчики [4], на практиці вибір між ними залишається ситуативним, без аналізу оптимальних маршрутів чи реальної вартості. Підрядний об'їзд покриває всі адреси, але найменше відхилення від розкладу призводить до стихійних звалищ у дворах, а контейнерна схема знижує навантаження на техніку, проте швидко переповнюється за відсутності чіткого радіуса обслуговування та графіка вивезення відходів [4].

Невідповідність обладнання санітарним нормам. Стандарти вимагають контейнерів об'ємом від 0,75 м³ до 1,1 м³ із кришками, колесами та матеріалами, стійкими до гниття та примерзання [22; 23], але більшість громад використовує відкриті ємності без коліс, що спричиняє розвіювання сміття, розмноження гризунів і блокування сміттевозів у холодну пору року. Сучасні «євроконтейнери» – оцинковані, із пружинними кришками та самонапрямними колесами – показали здатність охоплювати до 98 % ТПВ у багатоповерховому фонді, але їхнє масове впровадження гальмує висока вартість і відсутність централізованих програм закупівель.

Правильне планування кількості контейнерів формально регламентується формулою 1.1:

$$N_6 = Q_{\max} t \times K_1 \times K_2 / C \times K_3, \quad (1.1)$$

де Q_{\max} – максимальне добове утворення ТПВ;

t – періодичність вивозу;

K_1 – коефіцієнт нерівномірності й резерву;

K_2 – резервний коефіцієнт;

C – місткість контейнера;

K_3 – коефіцієнт заповнення [23; 22].

Натомість місцеві ради, оцінюючи потребу «на око», створюють у деяких районах гострий дефіцит баків, а в інших – накопичують зайві резерви, що не продуктивно й дорого.

Автопарк усієї галузі також далеко не новітній: переважно це ГАЗ-53 і ЗІЛ-433362, які втрачають продуктивність за відстаней понад від 5 км до 10 км і чутливі до морозів.

Нові моделі зі боковим завантаженням, RFID-контейнерами та телеметрією з'являються лише в пілотних проєктах. Додатково дестимулює реформу відсутність аутсорсингу: не делегуючи збір і переробку ТПВ приватним операторам, місцеві ради втрачають доступ до інвестицій і передових технологій управління [4].

Аналізуючи вищенаведене можна виокремити основні екологічні наслідки неналежного поводження з ТПВ:

– спричинення шкоди ґрунтам та підземним водам. Нечистоти й токсичні стоки з полігонів твердих побутових відходів становлять серйозну загрозу для ґрунтів і підземних вод. Фільтрати, багаті на легкорозчинні органічні сполуки та важкі метали (Pb, Cd, Cr, Ni), спричиняють локальне закиснення ґрунтів ($pH < 5,5$) і перевищення допустимих рівнів металів у водоносних горизонтах у 2 рази або 3 рази. У Хмельницькій області понад 70 % полігонів не обладнано сучасними лініями збору й очищення стоків, тож лише близько 12 % відпрацьованих вод надходять на очисні споруди, а решта фільтрується прямо у ґрунт, забруднюючи підземні водоносні шари [37];

– викиди біогазів і неприємні запахи. При анаеробному розкладанні органіки на звалищах утворюється біогаз, який від 40 % до 60 % складається з метану. За приблизними підрахунками, якщо на полігони щороку

спрямовується близько 250000 т ТПВ, без дегазації це призводить до викидів понад 3000000 м³ метану (еквівалентно 5000 т CO₂), що значно посилює парниковий ефект. Окрім того, з-під завалів іноді виділяються сірководень і аміак, які створюють стійкий осад неприємного запаху в навколишніх населених пунктах [37];

– шумове та візуальне забруднення. Навколо сміттєзвалищ також є проблемою: неконтрольовані та напівлегальні полігони генерують постійний рух сміттєвозів, що підвищує рівень шуму на значення від 5 дБА до 10 дБА понад норму (50 дБА вдень у житлових зонах). Розвіяне сміття – папір, пластик, текстиль – псує естетику довкілля й стимулює розмноження гризунів та комах, які переносять інфекції [37]. Наприклад, у селі Піївці Хмельницького району мешканці систематично скаржаться на запах «гнилих яєць» (H₂S) в радіусі 2 км і фіксують перевищення Рв у воді криниць на 20 % понад ГДК [28];

Рівень участі населення в роздільному зборі. У самому місті Хмельницькому станом на квітень 2025 р. встановлено близько 1200 контейнерів для змішаного збору та 450 – для роздільного (папір, скло, пластик). Найбільша густина – у центрі (1 контейнер на 150 метрів пішохідних маршрутів), а в приватному секторі – 1 на 300 метрів [17]. Опитування серед домогосподарств показало, що 48 % жителів регулярно сортують щонайменше дві фракції (папір і пластик), а 22 % – три й більше, тоді як у селах рівень регулярного сортування не перевищує 15 % через брак контейнерів і низьку обізнаність [6].

Інформаційні кампанії довели свою ефективність: проєкт «Я сортую» (2024–2025 рр.) у школах і ОСББ провів лекції та майстер-класи, завдяки яким частка домогосподарств, що вперше почали роздільне збирання, зросла з 12 % до 20 % у пілотних районах. Акція «Let's do it Ukraine» мобілізувала понад 5000 волонтерів для прибирання стихійних звалищ, суттєво підвищивши екологічну активність громадськості [22].

Попри певні зрушення, загальний рівень участі населення у роздільному зборі залишається недостатнім. Без подальшого розширення інфраструктури та

посилення просвітницької роботи навіть ці успіхи можуть виявитися епізодичними, а потенціал громади – не повністю реалізованим.

Соціально-економічні наслідки неналежного сортування та поводження з ТПВ наведені нижче:

– втрати від нереалізованої вторинної сировини призводить до значних економічних втрат. Неналежне роздільне збирання призводить до того, що понад 40 % придатних для переробки матеріалів (папір, скло, пластик, метал) опиняються на полігонах замість того, щоб приносити доходи громадам і бізнесу. За даними аналітичного порталу, нереалізована вторинна сировина вартує індустрії переробки близько 120 млн гривень щороку в масштабі області [19];

– зростання витрат на ліквідацію стихійних звалищ. Одночасно через брак зручних точок прийому навіть у центральних кварталах з'являються стихійні звалища. Коли мешканці не мають змоги своєчасно та зручно здати відсортовані відходи, невеликі несанкціоновані звалища з'являються навіть у центральних кварталах. Щорічні роботи з їхнього прибирання і утилізації для Хмельницької області обходяться місцевим бюджетам у додаткові 10 млн гривень [29]. Щоб компенсувати дефіцит коштів на закупівлю сучасних контейнерів і підтримку автопарку, комунальні підприємства змушені підвищувати тарифи. Дефіцит коштів на закупівлю сучасних контейнерів та підтримку автопарку змушує комунальні підприємства компенсувати збитки підвищенням тарифів на вивіз ТПВ. За офіційними розрахунками, при тарифі 650 грн/т реальні витрати сягають 1000 грн/т, що створює соціальний тиск на малозабезпечені сім'ї й сприяє накопиченню боргів перед КП [4];

– скорочення робочих місць у сфері переробки. Коли не працюють лінії сортування, зупиняються й підприємства переробки вторсировини. Відсутність стабільних обсягів сировини призводить до втрати від 150 робочих місць до 200 робочих місць у регіональних сортувальних центрах щороку [19];

– зниження інвестиційної привабливості регіону. Крім того, відсутність чітких та надійних схем збору відходів відлякує інвесторів у

«зелених» проєктів, відповідно ті уникають громад з невизначеними та нестабільними схемами збору відходів. Як наслідок, область втрачає доступ до грантів та пільгових кредитів на суму понад 50 млн гривень щороку, які могли б бути спрямовані на модернізацію інфраструктури [3].

2 АНАЛІЗ ДОСВІДУ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ В НІМЕЧЧИНІ (НА ПРИКЛАДІ ПІВНІЧНОГО РЕЙНУ-ВЕСТФАЛІЇ)

2.1 Законодавче та інституційне забезпечення управління відходами

На федеральному рівні загальну політику та стратегію поводження з ТПВ визначає уряд через Міністерство довкілля, охорони природи, ядерної безпеки та захисту споживачів (BMU). Саме воно розробляє та періодично оновлює рамковий закон Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrWG), у якому закріплюється ієрархія відходів і встановлюються національні цільові показники переробки та захоронення (наприклад, не менше 65 % пакувальних матеріалів має бути перероблено до 2025 року) [38]. Федеральний уряд також фінансує дослідження та пілотні інноваційні програми, серед яких розвиток систем Bioabfall-Biotonne і запровадження механізмів розширеної відповідальності виробника (EPR) для пакувальних матеріалів.

На рівні землі Північний Рейн–Вестфалія Landesregierung NRW за партнерства з Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV NRW) здійснює моніторинг і контроль: LANUV проводить регулярні інспекції полігонів, сортувальних ліній і станцій обробки відходів, аналізує ґрунт та фільтрати й публікує технічні звіти, зокрема Fachbericht 158, який містить оцінку потужностей сортувальних і механіко-біологічних ліній із рекомендаціями щодо їхнього вдосконалення [54]. Також Landesregierung регулює тарифи на муніципальні послуги з вивезення та переробки ТПВ, формуючи фінансові методики та субсидії для міст і районів.

На муніципальному рівні Kommunen, зокрема міста Дюссельдорф, Кельн, Бохум і Вупперталь, безпосередньо організовують збір, транспортування та сортування відходів.

Дюссельдорф запровадив розширену систему контейнерів для органіки, паперу та пластику з диференційованими тарифами за обсяг послуг, а Кельн

використовує спільну муніципально-приватну мережу сортувальних пунктів, передаючи дані до єдиної інформсистеми GISA щокварталу [39; 40].

Бохум та Вупперталь практикують модульні сортувальні станції з онлайн-замовленням вивозу великогабаритного сміття через комунального оператора AWG.

Комунальні адміністрації укладають концесійні договори з операторами, затверджують локальні схеми санітарного очищення, ведуть облік обсягів та проводять просвітницькі кампанії серед населення.

Приватні компанії – ALBA Group, REMONDIS, AWG Wuppertal та інші – відіграють важливу роль: вони укладають концесії з муніципалітетами на збір, сортування та переробку відходів, інвестують у сучасні сортувальні лінії з оптичною ідентифікацією фракцій та біостанції для органіки й технології RDF/біогазу, а також впроваджують телеметрію (GPS), RFID-контейнери та прозоре ціноутворення.

Ключовим механізмом, закріпленим KrWG, є відпрацювання ієрархії відходів: від запобігання (Abfallvermeidungsprogramm із фокусом на мінімізації пакування) до повторного використання (Wiederverwendung), переробки (Recycling) на механіко-біологічних лініях, відновлення енергії (Energiegewinnung) з RDF/біогазу та лише наостанок – захоронення (Deponierung).

Усі муніципальні дані щодо збору та сортування фіксуються в загальній інформаційній системі GISA (Gemeinsames Informationssystem Abfall), куди Kommunen передають показники щоквартально для національної статистики й аналізу трендів [39; 40].

Розширена відповідальність виробника реалізується через Pfandsystem, яке забезпечує понад 90 % повернення пляшок і банок, а також через Dual System Germany, де приватні оператори збирають і переробляють упаковку, фінансуючись відрахуваннями виробників. Завдяки чіткій багаторівневій структурі, зрозумілим ролям і надійним інструментам контролю Північний

Рейн–Вестфалія демонструє один із найвищих у ЄС рівнів переробки та мінімізації захоронення ТПВ.

Схема ієрархії поводження з ТПВ (Abfallhierarchie) в NRW наведена на рисунку 2.1



Рисунок 2.1 – Ієрархія поводження з ТПВ (Abfallhierarchie) в NRW

2.2 Система роздільного збирання, переробки, утилізації та повторного використання

В Німеччині діє комплексна система роздільного збирання ТПВ, що передбачає обов'язковий поділ відходів ще в джерелі їх утворення – у квартирах та ОСББ. Згідно з федеральним Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) у поєднанні з локальними законами NRW, усі домогосподарства зобов'язані розділяти свої відходи за категоріями [53].

Наприклад, у Північному Рейні–Вестфалії побутове сміття ділять на: залишкові відходи (Restmüll, чорна/сірий контейнер), макулатуру (blaue Tonne, синій), пакувальні пластик/метал/вербу (Gelbe Wertstofftonne, жовтий),

органічні відходи (Biotonne, коричневий) і скло (роздільно за кольорами через вуличні контейнери) [49; 53].

Усі біовідходи (кухонні рештки, овочі/фрукти, садове сміття) збираються окремо в коричневі біотони і вивозяться на спеціальні станції [51;57]. За законом Gewerbeabfallverordnung 2017 (і з серпня 2015 р. тимчасово заборонено викидати органіку у загальний контейнер) біовідходи мають збиратись окремо [57].

Муніципалітети та приватні оператори забезпечують потрібну інфраструктуру: вуличні контейнери для вторсировини (папір, скло, одяг тощо) і Recyclinghöfe (пункти прийому) для великогабаритного та небезпечного сміття. Наприклад, у Дюссельдорфі міська компанія AWISTA організувала три великих сортувальних майданчики (Recyclinghöfe), де приймаються папір, скло, текстиль та небезпечні відходи від місцевих жителів.

На цих майданчиках можна здати також великогабаритні речі, електроприлади, акумулятори тощо (невелика плата за будівельне сміття чи биті прилади) [50]. Окрім того, у містах діють вуличні контейнери для паперу (сині), скла (зелені) та старого одягу (червоні) [50].

Дюссельдорф: Міська компанія AWISTA керує мережею збору: у місті є три Recyclinghöfe (Флінгерн, Хоенлінден, Лоузенау), які приймають макулатуру, скло, одяг та небезпечні відходи від місцевих мешканців. Біотони бувають двох розмірів (120 л та 240 л) і збираються щотижня (зимою – двічі на місяць). За законом Teil-Service, AWISTA безкоштовно надає біотонни усім бажаючим, а відсортовані органічні відходи допомагають зменшити обсяг обов'язкової сірої ємності до 15 л на особу на тиждень. З Дюссельдорфу також вирізняються нововведення: з 2025 р. жовта тару повсюдно замінено на «Wertstofftonne», в яку допускають більш широкий спектр пластикових і металевих побутових відходів [51; 52].

Кельн: Муніципальні Abfallwirtschaftsbetriebe Köln (AWB) керують збором відходів. У Кельні використання сірої (Restmüll) є обов'язковим для всіх домогосподарств. Додатково до нього мешканцям надаються блакитні баки

для паперу, жовті «Wertstofftonnen» для пакувань (пластик/метал) та коричневі «Biotonnen» для органіки. Оскільки введено обов'язок сортування пакувань, тари («Gelber Sack/Tonne») загалом залишається роль для вторинних матеріалів. З 2021 р. у Кельні поступово переходять з жовтих мішків на жовті контейнери для зручності мешканців [53].

Бохум: Стандартна схема схожа: сіра тонна для решток, синя – для паперу, жовта – для пакувань, коричнева – для біовідходів. За місцевою абсалом, домогосподарства, що мають біотонни чи компостують вдома, зменшують своє мінімальне постійне об'ємне навантаження на відходи до 15 л на особу на тиждень (замість стандартних 20 л).

У статуті міста визначено, що органічні відходи – цінний ресурс: їх можна використовувати для виробництва енергії (стріму та тепла) і добрив (компосту). Тому найвища цінність досягається лише за умови роздільного збору органіки у Biotonne (Біотонни) Бохума вивозяться раз на два тижні без додаткової плати [49].

Вупперталь: Місцева AWG Wuppertal пропонує мешканцям безкоштовне сортування: 14-денно вивіз відходів біо- і паперу без оплати. Мобільні пункти збору пожежної небезпеки їздять по всіх районах. У Вупперталі також є вуличні контейнери для паперу, скла та одягу, а Компанія AWG має власні пункти прийому цінних фракцій. Крім того, проводиться сезонний збір листя та новорічних ялинок [56]. На усіх муніципальних майданчиках також приймають електротехніку: від дрібних лампочок до пральних машин (для великих приладів часто призначені окремі пункти прийому). У багатьох містах у торгових мережах можна здати старі лампочки та дрібну електроніку безкоштовно.

Основні фракції побутових відходів у Північному Рейні–Вестфалії.

До паперових контейнерів чи блакитної бака слід викидати картон, газети, журнали, офісний папір, книги тощо. У НРВ папір вивозять раз на місяць без плати [49].

Пластик/метал/пакувальні матеріали (жовта/Wertstofftonne). У «жовту» тару (пластикові відра або пакети) відправляють упаковку з пластику, алюмінію, фольги, комбіновані упаковки (Tetrapak) та металічні банки. З 2025 року у багатьох містах (наприклад, Дюссельдорф) Gelbe Tonne перейменована на Wertstofftonne, і в ній дозволено викидати не тільки упаковку, але й інші не паперові відходи з пластика/металу.

Сортування на цій стадії часто здійснюється на механічних лініях з оптичними сенсорами, магнітними сепараторами і повітряними потоками (MRF).

Скло (вуличні урни різних кольорів) – розділяють на прозоре, зелене й коричневе; Наприклад, зелена урна у місті приймає одночасно пляшки коричневого та зеленого кольору, а у білому контейнері – лише прозоре. Пляшки треба спустошити та зняти кришки; металеві кришки викидають у «жовту» тару кришки з пляшок відокремлюють та викидають у жовту тару [50].

Органіка (Biotonne, коричневі баки) – харчові та садові відходи: сюди йдуть харчові та садові відходи: овочі, фрукти, овочеві очистки, кавові фільтри, квіти, листя, дрібні гілки, трава тощо у деяких містах, зокрема Кельні та Дюссельдорфі, у біобак дозволено паперові рушники разом із біовідходами; збір щотижня або двічі на місяць [51]. Не допускається жодна пластикова упаковка чи рушник з пластиковою плівкою.

Біологічні бочки зазвичай безкоштовні для мешканців і вивозяться 1 раз або 2 рази на місяць (у Дюссельдорфі – раз на тиждень), взимку – раз на 2 тижні.

Інше/решта (Restmüll, чорний контейнер) – невідновлювані відходи: сильно забруднені матеріали, пластик та ганчір'я (крім тих, що у Gelbe-Tonne), кераміка, пиросміття, деякі личинки ганчір'я тощо. Також окремо збирають небезпечні побутові відходи (фарби, батарейки тощо) та великий сміття (Sperrmüll) [56; 50].

Таблиця 2.1 – Основні потоки ТПВ, система контейнерів у NRW [50; 56]

Фракція	Колір контейнера	Приклад міста	Частота вивозу
Restmüll	сірий/чорний	Дюссельдорф	1 раз на тиждень
Papier & Karton	синій	Кельн	1 раз на місяць
Wertstoff (пластик/метал)	жовтий	Дюссельдорф (с 2025)	2 рази на місяць
Biotonne (органіка)	коричневий	Бохум	1 раз на два тижні
Glas	зелений/білий	Вупперталь	постійно (вуличні пункти)

Зібрана вторсировина надходить на сортувальні лінії (MRF), де оптичні сенсори, магнітні сепаратори та подрібнювачі розділяють пластик, метал і папір. Частина залишків йде на виготовлення RDF (Ersatzbrennstoff) для сміттєспалень [42]. Органічні відходи спрямовують у біогазові установки та компостери. Наприклад, на компостному заводі в Зундері щорічно переробляють 20000 тонн біовідходів: спочатку в анаеробному реакторі виробляють біогаз, потім залишок компостують. Два когенераційні блоки перетворюють біогаз на тепло та електроенергію [58].

Приватні оператори та (EPR) – зокрема ALBA Group, REMONDIS, AWG Wuppertal тощо працюють за концесійними договорами з муніципалітетами: інвестиції в сучасні сортувальні лінії, телеметрію (GPS), RFID-контейнери й прозоре ціноутворення [48; 56; 59].

Окремим стрижневим елементом системи являється розширена відповідальність виробника (EPR): депозитна система Pfand забезпечує повернення понад 90 % скляних і пластикових пляшок та банок, повертаючи споживачам вкладені кошти і стимулюючи переробку [47]. Паралельно з цим у рамках Dual System Germany приватні оператори збирають упаковку, а фінансування їхньої діяльності здійснюється відрахуваннями виробників, що гарантує стабільно високі показники переробки упаковкових матеріалів [47].

2.3 Економічні та соціальні інструменти мотивації громадян і бізнесу

У Північному Рейні–Вестфалії ключовим економічним інструментом є система «pay-as-you-throw» – плата за обсяг або частоту вивезення відходів. Мешканці Комуни сплачують за вміст контейнера: у Дюссельдорфі базовий тариф за 80-літровий сірий бак нижчий, ніж за 120-літровий, тож щоб зменшити витрати, можна перейти на менший об'єм або скоротити кількість вивезень [52].

Аналогічний підхід діє в Бохумі, де домогосподарства, які користуються біотоннами або самостійно компостують, отримують знижку – 15 л «залишкового» контейнера на особу на тиждень замість стандартних 20 л [49].

Депозитна система Pfand робить оплату переробки реальною винагородою для споживача: за кожен пляшку або банку з напоями сплачують депозит у розмірі від 0,25 € до 0,50 €, який повертається при здачі тари в магазинах або через автоматичні приймачі. Завдяки цьому понад 90 % тари повертається в систему переробки, мінімізуючи потрапляння пляшок у ТПВ і стимулюючи раціональне ставлення до упаковки [47].

Паралельно діє «Dual System Germany», який зобов'язує виробників упаковки сплачувати ліцензійний збір операторам, таким як Green Dot. Ці кошти йдуть на організацію збору та переробки пакувальних матеріалів, що забезпечує переробку понад 70 % упаковки в Німеччині [47].

Федеральне міністерство довкілля (BMU) підтримує модернізацію системи через субсидії та гранти: воно фінансує пілотні проекти розширення мережі Biotonne для органічних відходів і дослідження в галузі МБТ- та RDF-технологій [54]. На рівні землі LANUV NRW видає гранти муніципалітетам для встановлення «розумних» контейнерів із датчиками заповнення та оновлення сортувальних ліній [55]. Завдяки комплексному застосуванню цих інструментів Північний Рейн–Вестфалія створює ефективні фінансові стимули для мінімізації захоронення й максимізації переробки ТПВ.

У Північному Рейні–Вестфалії просвітницька складова системи поводження з відходами побудована на багатовекторному підході. Муніципальні відділи охорони довкілля (Umweltamt) не обмежуються розповсюдженням буклетів і проведенням вебінарів: мобільні виставки «Живий сортувальний майданчик» виїжджають на площі міст, де інтерактивні стенди зразками фракцій і модульні уроки дозволяють кожному потримати різні відходи в руках та поспілкуватися з експертами [50].

Одночасно школи отримують методичні посібники «Зелена майстерня» та організують практичні заняття – від тестування матеріалів на придатність до компостування до зведення міні-компостерів на шкільних дворах, що вкладає поняття циркулярності в свідомість учнів [53].

Соціальні мережі також активно залучають мешканців: локальні блогери й екоактивісти проводять у Instagram і TikTok флешмоби з хештегом #NRWSortiert, демонструючи правильне сортування та стимулюючи сусідів приєднатися. Гейміфікація виходить на новий рівень із застосунком AbfallApp NRW, який не лише реєструє обсяги відходів, а й надсилає нагадування про графік вивозу, показує рейтинги кварталів за відсотком роздільного збору й видає цифрові бонуси для обміну на знижки в екомагазинах [55].

Щоквартальні кварталні марафони оголошують між квартальними – це змагання, під час яких райони змагаються за найвищий рівень скорочення обсягу змішаного сміття. Переможці отримують сертифікати та невеликі гранти на озеленення своїх мікрорайонів.

Додатково двічі на рік організують «Дні чистоти» та «Екоярмарки», де мешканці безплатно здають небезпечні та електронні відходи або текстиль, а натомість отримують купони на місцеві екоподії чи знижки від соціальних підприємств-партнерів [56]. Активні учасники волонтерських акцій аби формалізувати свій внесок отримують «Паспорт екоактивіста» та подарункові набори з екосумками й багаторазовими контейнерами, що підкріплює їхню мотивацію.

Нарешті, прозоре звітування забезпечують онлайн-платформи: портал LANUV NRW Dashboard з інтерактивними графіками демонструє показники фракційного збору й динаміку змін у кожній комуні [54], а на міських вебсайтах чат-боти в режимі реального часу підказують, де знайти найближчий Recyclinghof і відповідають на запитання мешканців [50; 53]. QR-коди на кожному контейнері та в буклетах ведуть до коротких опитувань, що дають можливість громадянам повідомляти про переповнення баків, зношене обладнання або пропонувати ідеї для покращення системи.

Саме поєднання чітких економічних стимулів – тарифів за обсягом, депозиту, ліцензійних зборів – із широтою соціальних заходів – освітою, гейміфікацією та прозорістю – робить систему поводження з ТПВ у NRW надзвичайно ефективною: жителі відчують свою роль у процесі та отримують як матеріальну, так і інформаційну винагороду за екологічну поведінку, а приватні оператори й влада постійно вдосконалюють інфраструктуру й комунікацію з громадськістю.

3 ПЕРСПЕКТИВИ АДАПТАЦІЇ ДОСВІДУ НІМЕЧЧИНИ ДО УМОВ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

3.1 Порівняльний аналіз систем управління твердими побутовими відходами у Хмельницькій області та Північному Рейні-Вестфалії

Як показано у попередніх розділах, в Україні законодавчо-інституційні засади тільки формуються, а в Німеччині вони ґрунтуються на жорстких нормах циркулярної економіки. Система управління твердими побутовими відходами в Німеччині сформувалась під впливом жорсткого законодавства та принципів циркулярної економіки. В Україні процес реформування цієї сфери тільки розпочинається, тож українські регіони можуть урахувати німецькі напрацювання. Насамперед, у Німеччині закріплено принцип розширеної відповідальності виробника (Extended Producer Responsibility), який з початку 1990-х років законодавчо регламентує збір і переробку пакування, батарейок, електроніки, шин тощо. Останніми роками у Німеччині діє «Круговий закон» (Kreislaufwirtschaftsgesetz), що встановлює ієрархію поводження з відходами (зменшення, повторне використання, переробка) та жорсткі тарифи для полігонів. Кожна федеральна земля розробляє власний план управління відходами, а муніципалітети відповідають за збір, транспортування та утилізацію побутових відходів. Законодавство забороняє захоронення на полігонах переробних фракцій (починаючи з 2005 р.), а продаж упаковки потребує участі в схематах з переробки (так звана система «зелених точок») [6; 54].

В Україні сфера поводження з відходами лише нещодавно отримала сучасну законодавчу базу. Закон «Про управління відходами» №2320-IX (2022 р.) запровадив принципову зміну ієрархії (від запобігання – до утилізації), імплементував європейські вимоги щодо окремого збору та встановив цільові показники з переробки. Новим законом передбачено поетапне введення системи роздільного збору у всіх громадах, будівництво інфраструктури

сортування (сортувальні комплекси, МБО) та «модерних» полігонів із контролем фільтрату та біогазу. Зокрема, з 2030 р. експлуатація старих сміттєзвалищ без систем захисту довкілля буде заборонена, а витрати на їх рекультивацію включатимуться у тариф на вивезення сміття. Також закон запроваджує механізм адміністрування муніципальних систем: спеціальний комунальний орган виконуватиме закупівлі послуг, розраховуватиме тарифи та здійснюватиме контроль за укладенням договорів із населенням. Водночас Україна лише починає впроваджувати європейські практики: досі відсутні системи повернення тари, обов'язкового сортування на рівні житлових багатоквартирних будинків і суворого контролю, що широко діють у Німеччині [8; 15].

В Німеччині роздільне сортування у побуті є обов'язковим. Жителі повсякденно викидають відходи окремими потоками: у стандартних міських дворах зазвичай встановлюють кілька контейнерів різного кольору. Наприклад, у Кельні та інших містах встановлено жовті контейнери або пакети (Gelbe Tonne/Sack) для пластикового і металевого пакування, сині чи зелено-білих для паперу та картону, зелені (або окремо білого кольору) – для скляних пляшок, коричневі – для органічних (харчових і садових) відходів, а сірі/чорні – для решти непереробних побутових відходів. Муніципальні служби (наприклад, комунальне підприємство AWB у Кельні) регулярно забирають кожен фракцію окремими автомобілями, а також утримують пункти прийому спеціальних видів сміття (техніка, великогабаритне тощо). Вміст контейнерів вивозиться на спеціальні сортувальні станції чи безпосередньо на заводи з переробки і компостування.

За офіційною статистикою, в 2020 р. в Німеччині утворилося 52,6 млн т побутових відходів: близько третини цих відходів спалюють на сміттєспалювальних заводах, а решту (67 %) переважно переробляють або компостують. Механіко-біологічну обробку (МБО) застосовують до харчових і деяких побутових фракцій; на 2017 р. в країні діяло близько 45 МБО-установок

загальною потужністю 5 млн т/рік. Лише незначна частка (близько 0,5 млн т щорічно) залишається після МБО і захоронюється на полігонах.

В підсумку це усе результат жорстких заборон: на полігони не допускають свіжі біовідходи та більшість видів вторсировини. Таким чином, звалища в Німеччині виконують допоміжну функцію лише для однорічних стабілізованих залишків [53; 55].

У Хмельницькій області наразі немає масової системи роздільного збору: більшість населених пунктів досі закидає відходи за змішаним принципом. Полігон у Хмельницькому – типовий приклад застарілого сміттєзвалища. Як зауважив міський голова, попередня практика «була просто хаотичним складанням» сміття протягом десятиліть. На даний час сміття зі всієї області перевозять на центральний полігон (площею 9 га, відкритий у 1956 р.), де поступово фрезерують гори накопиченого сміття та вкриваються захисними шарами. Лише незначна частка відходів (в основному велика фракція металу, склобій, небезпечні матеріали) спрямовується у пункти прийому чи будівельно-сортувальні комплекси, організовані приватними або міськими підприємствами.

Наприклад, у Хмельницькому КП «Спецкомунтранс» створило кілька центрів прийому вторсировини, куди громадяни можуть здати близько десяти видів матеріалів (меблі, будівельне сміття, поліетилен, одяг тощо) [17; 19].

Також діє «екобус» для збору батарейок, лампочок та ін. За новим регіональним планом передбачено створення кластерів (кілька міських і сільських громад) з власними новими полігонами і комплексами переробки, а також запуск сортувальних ліній і станцій МБО. Проте ці проєкти лише розгортаються, і в поточних реаліях доведеться багато інвестувати, щоб наблизитися до німецького рівня організації [45].

3.2 Визначення можливостей і обмежень впровадження практики управління відходами Північного Рейну-Вестфалії у Хмельницькій області

Німецька модель активно використовує економічні механізми заохочення. Найвідомішим із них є система депозитів (Pfand) на тари для напоїв: кожна скляна або пластикова пляшка, бляшанка тощо обкладається заставним збором (0,25 € за одиницю). Повертаючи тару в магазин, споживачі повертають вкладені гроші. Завдяки цьому близько 98 % скляної і пластикової тари повертається до переробки. Крім того, у багатьох землях існує практика «pay-as-you-throw»: мешканці обирають розмір контейнера і частоту вивозу відходів, а більший об'єм або частіша вивезення коштують дорожче – це стимулює зменшувати залишковий смітник.

Соціальний тиск також відіграє роль: німці звикли, що сортування – не забаганка, а обов'язок. Власники квартир можуть отримати попередження або штраф за невірне сортування, а за багаторазові порушення санкції зростають (зокрема, законом передбачені фінансові санкції за «неправильне сортування» – до кількох сотень євро) [40; 52; 54]. Таким чином, система поєднує матеріальні стягнення й соціальну відповідальність: неправильне сортування призводить до збільшення витрат на вивіз сміття і штрафів.

В Україні подібних стимулів поки що замало. Мультиплікаторів для активного сортування громадян немає: більшість населення платить фіксований тариф за вивіз сміття, незважаючи на те, сортує воно чи ні. Тариф формується переважно з огляду на покриття витрат на вивезення і рекультивацію полігонів, а не на енергійність у роздільному зборі. Новий закон запроваджує розрахунок тарифу з урахуванням витрат на закриття полігонів і впровадження нових екологічних систем, що може підвищити ціну диспозалу сміття й опосередковано сприяти скороченню утворень [42; 45].

Натомість напряду мотивувати громадян призвести до оновленої моделі (наприклад, через знижки на плату за успішне сортування) в Законі не прописано. Натомість в Україні зростає роль просвіти та громадських ініціатив.

Так, у Хмельницькому відкрито «Центр GUFİ» – єдиний в країні освітній осередок з поводження з відходами, а міська влада заохочує участь шкіл, бізнесу та громадськості у програмах «нульового сміття» (як наголосив мер Симчишин, лише спільними зусиллями можна створити нульовідхідну спільноту). Розгортання системи роздільного збору в Україні великою мірою залежатиме від зміни свідомості громадян і активної участі місцевих громад у цьому процесі [8; 10; 11; 41].

Переваги німецького досвіду очевидні: він демонструє, що жорстке регулювання й повсюдний роздільний збір дають змогу сильно зменшити захоронення і мінімізувати шкоду довкіллю.

Для Хмельницької області відкриваються нові можливості. По-перше, зростає політична воля: міські та обласні плани (підтримані міжнародними проєктами) уже передбачають запровадження централізованих систем сортування і будівництво сучасних полігонів. Є фінансова підтримка – зокрема ЄБРР та ЄС надають гранти на рекультивацію старого сміттєзвалища і модернізацію об'єктів. Населення регіону вже поступово звикає до ідеї сортування: у місті працюють пункти прийому склотари та металу, приватні ініціативи сортують макулатуру. Німецький досвід може слугувати шаблоном: наприклад, з Німеччини доцільно перейняти систему кластерного планування сміттєпереробки (так само, як регіональний план ділить область на підсистеми з окремими полігонами), або вчитися організовувати пункти повторного використання та громадські центри вторсировини (аналог Wertstoffhof).

Водночас є й обмеження. Перше – фінансове. Бюджети громад Хмельниччини набагато менші, ніж бюджети німецьких міст; тому переходити одразу на дороговартісні технології (наприклад, повноцінний сміттєспалювальний завод або велику систему МВТ) вкрай складно. У регіоні досі немає діючих сміттєспалень і багатотонажних сортувальних ліній, і побудувати їх за короткий час важко. Крім того, відрізняються менталітет та культура: якщо в Німеччині сортування прищеплюється змалку й сприймається як норма, то в Україні загалом відсутня традиція розділяти сміття, особливо у

сільській місцевості. Недостатня екологічна освіта населення може уповільнити прийняття нових правил. Також на шляху стоять відмінності законодавчих та інституційних підходів: наприклад, у Німеччині давно відпрацьовані чіткі механізми контролю та штрафування, які в Україні лише формуються. Крім того, стан довкілля під впливом воєнних дій відволікає увагу та ресурси від загально екологічних реформ.

Невизначеність зі стабільністю тарифів, недостатньо розвинений ринок вторинної сировини та брак професійних кадрів – також вагомі виклики для адаптації «західних» практик. Таким чином, хоча приклад Німеччини дає багато ідей, їх треба ретельно підганяти під місцеві умови, починаючи з малих кроків (наприклад, сортування пластика й паперу) і завершуючи масштабними проєктами інфраструктури.

Враховуючи вищезазначене, слід поступово наближувати систему управління відходами Хмельницької області до німецьких стандартів. По-перше, варто законодавчо впровадити обов'язковий роздільний збір хоча б основних фракцій (папір, пластик, скло, органіка) на території міст і селищ. Можна почати з інформування мешканців і забезпечення під'їзних дворів різнокольоровими контейнерами, що відповідають німецьким: жовтими для пластику і металу, синіми – для паперу, коричневими – для органіки, зеленими/білими – для скла [10; 11; 41].

Паралельно треба розширювати мережу пунктів прийому вторсировини і забезпечити вивіз відсортованого сміття спеціальними транспортними засобами. Другим кроком є розвиток інфраструктури переробки. Німецькі сортувальні станції та комплекси компостування можна адаптувати як централізовані об'єкти у регіоні: наприклад, побудувати сортувальний цех, де змішане сміття автоматично розділяють на фракції, а органічні відходи спрямовувати на компостування або біогазові установки. Такі технології, хоча й дорогі, вже передбачені регіональним планом. Варто також продовжити рекультивацію старого полігону (як це і робиться за підтримки ЄС) і водночас будувати нові сучасні полігони – наприклад, через створення кластерних

звалищ за європейськими стандартами, з контролем фільтрату та збором метану [15; 45].

Третій напрям – фінансові стимули. Можна введення механізму «pay-as-you-throw», (оплата за об'єм відходів) [52], як це фактично існує в Німеччині: тобто тариф формувати не фіксованим за домогосподарство, а залежно від розміру контейнера або кількості «чорних» мішків; депозитну систему Pfand (0,25 € за пляшку) [40]. Це змусить населення менше продукувати не сортованого сміття і більше віддавати вторсировину. Також доцільно суворо контролювати дотримання правил сортування, наприклад, шляхом періодичних перевірок (як у німецьких ЖКГ) та застосування штрафів за грубі порушення [54].

Економічно вигідно підтримувати законну ініціативу розширеної відповідальності в Україні: примусити виробників пакування створювати і фінансувати пункти прийому тари (як уже закладено новим законом). Навчальні заходи та екокультура мають супроводжувати це: слід впроваджувати в школах екокурси, популяризувати ігри та онлайн-тестування з сортування (подібно до проєктів AWB у Кельні), організувати конкурси екологічно відповідальних будинків.

Нарешті, слід залучати міжнародні інвестиції та консультації. Наприклад, співпраця з проєктами GIZ, Європейської комісії та Світового банку може дати доступ до сучасних технологій і експертизи. Так само варто переймати досвід німецьких розподільних мереж енергії або водопостачання для оптимізації маршрутів і зменшення витрат на логістику збору сміття. Усе це дозволить не просто копіювати німецькі рішення, а адаптувати їх до українських реалій, забезпечивши при цьому стабільний розвиток системи з урахуванням соціальних та економічних умов регіону [20; 44; 45].

Ключовим у модернізації регіональної системи поводження з ТПВ є її поетапна реалізація з урахуванням потужностей громад. Початковим кроком має стати запуск надійної логістики збору окремих фракцій у містах, потім – підключення селищ і сіл. Необхідно також розробити єдину інформаційно-

аналітичну платформу для області, яка дозволить моніторити обсяги відходів, маршрути вивезення, заповнюваність контейнерів, що в перспективі допоможе оптимізувати витрати і зробити систему гнучкою до змін. Запровадження інновацій (наприклад, «розумних» контейнерів, QR-ідентифікації мешканців тощо) дасть змогу стимулювати населення до відповідальної поведінки через ігрову взаємодію, бонуси або персоналізовану статистику [24].

ВИСНОВКИ

Системний підхід до поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) вимагає інтеграції чіткої нормативно-правової бази, сучасної інфраструктури, економічних стимулів і активної участі громадян, що доводить досвід провідних європейських регіонів і виявляє пріоритети для Хмельницької області.

Теоретична основа закладає рамки ієрархії поводження з відходами: від запобігання утворенню (*Vermeidung*) і підготовки до повторного використання (*Wiederverwendung*) до переробки (*Recycling*), енергетичного відновлення (*Energiegewinnung*) та лише на завершальному етапі – захоронення (*Deponierung*). Закон «Про управління відходами» імплементує ці принципи, а KrWG у Німеччині встановлює жорсткі цільові показники (наприклад, переробка не менше 65 % упаковки до 2025 р.) і закріплює розширену відповідальність виробника (EPR).

Аналіз Хмельницької області показує, що з понад 340000 т ТПВ щороку лише 35 % потрапляє на первинне сортування, а 90 % звозиться на старі полігони без компостування й дегазації, що спричиняє токсичні фільтрати з важкими металами й високі емісії метану. Існуюча інфраструктура (5000 контейнерів, 87 сміттєвозів) при бюджеті приблизно 280 млн грн/рік не забезпечує потрібного рівня покриття, а діючі тарифи (650 грн/т проти фактичних витрат близько 1000 грн/т) формують дефіцит коштів і соціальну напругу.

Земля Північний Рейн–Вестфалія демонструє, як багаторівнева структура та інструменти можуть привести до рівня сортування від 70 % до 80 %. Федеральний KrWG, Landesregierung NRW і LANUV забезпечують законодавче регулювання, моніторинг і технічні звіти. Муніципальні *pay-as-you-throw*, депозитна система *Pfand* і *Dual System* створюють економічні стимули, а приватні оператори інвестують в оптичні сортувальні лінії, телеметрію та

RFID-контейнери. Соціальні заходи – мобільні виставки, шкільні програми «Зелена майстерня», AbfallApp NRW і «еко-марафони» – активно залучають громадян.

У загальному підсумку для Хмельницької області пропонується поетапно впровадити:

- систему обов'язкового роздільного збору з комбінованими подвійно-контейнерними маршрутами;

- кластерні сортувальні й механіко-біологічні лінії з дегазацією й компостуванням за грантової підтримки ЄС та інструментів pay-as-you-throw і Pfand;

- диференційовані тарифи й EPR-механізми для досягнення переробки понад 65 % відходів до 2025 р.;

- цифрові сервіси (GISA, чат-боти, QR-зворотний зв'язок) та масштабні просвітницькі програми (мобільні виставки, шкільні екокурси, соціальні флешмоби);

- прозоре фінансування через державно-приватні партнерства, відкриті аукціони й довгострокові кредити під державні гарантії

Запровадження цих заходів забезпечить поступове наближення до європейських стандартів, значно знизить екологічні ризики та сприятиме сталому економічному розвитку за умов активної участі й довіри громади.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Zero Waste Alliance Ukraine. Аналітика поводження з ТПВ в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zerowaste.org.ua/> (дата звернення: 14.05.2025).
2. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. ДБН В.2.5-75:2013 «Санітарне очищення населених пунктів» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/BV.2.5-75:2013> (дата звернення: 02.06.2025).
3. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Закон України «Про управління відходами» від 15.02.2023 № 2320-IX [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/reforma-startuvala-vstupuv-u-diyu-zakon-pro-upravlinnya-vidhodamy/> (дата звернення: 14.05.2025).
4. Гриньова В. М. Основи екології : підручник / В. М. Гриньова. – Харків : Факт, 2002. – 312 с.
5. Державна служба статистики України. Екологія. Відходи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 14.05.2025).
6. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/> (дата звернення: 14.05.2025).
7. Хмельницька обласна державна адміністрація. Публічна інформація про полігон ТПВ у Хмельницькому [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.khm.gov.ua/uk/content/ekologiya-ta-blagoustriy> (дата звернення: 14.05.2025).
8. Zero Waste Europe. Khmelnytskyi becomes second Ukrainian city to join Zero Waste Cities Certification. – Access mode: <https://zerowasteurope.eu/our-programmes/zero-waste-cities/> (date of appeal: 20.05.2025).

9. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Національна стратегія управління відходами до 2030 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/files/docs/nakazy/2023/strategia2030.pdf> (дата звернення: 14.05.2025).
10. Zero Waste Alliance Ukraine. Інформаційна кампанія «Я сортую» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.yasortuyu.org.ua/> (дата звернення: 15.05.2025).
11. Let's do it Ukraine. Кампанія «Let's do it Ukraine» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://letsdoitukraine.org/> (дата звернення: 14.05.2025).
12. Екоцентр. Кампанії з популяризації екологічного способу життя [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecocenter.org.ua/> (дата звернення: 14.05.2025).
13. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Реформа управління відходами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/news/38851.html> (дата звернення: 14.05.2025).
14. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Розділ «Стратегія управління відходами» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/files/docs/nakazy/2023/strategia2030.pdf> (дата звернення: 14.05.2025).
15. USAID. Проєкт USAID «Чисте місто» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.usaid.gov/> (дата звернення: 14.05.2025).
16. European Bank for Reconstruction and Development. EBRD financing for modern waste system (Khmelnyskyi) – Access mode: <https://ebrd.com/> (date of appeal: 19.05.2025).
17. European Investment Bank. Environmental impacts: EU-funded landfill rehabilitation (Lviv) – Access mode: <https://eib.org/> (date of appeal: 19.05.2025).
18. Державне агентство з питань електронного урядування України. Система моніторингу відходів в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecomon.gov.ua/> (дата звернення: 14.05.2025).

19. Верховна Рада України. Закон України «Про відходи» № 187/98-ВР від 05.03.1998 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр#Text> (дата звернення: 14.05.2025).

20. Хмельницька міська рада. Екоплатформа Хмельницького [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.facebook.com/ekoplatforma/> (дата звернення: 15.05.2025).

21. Net Zero Pathfinders / Climate of Our Future. EU best practice: deposit and EPR drive high recycling – Access mode: <https://climateofourfuture.org/> (date of appeal: 19.05.2025).

22. Дружиніна В. Управління та поводження з відходами. Частина 2. ТПВ : навч. посібник [Електронний ресурс] / В. Дружиніна, З. Поліщук. – Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/52157701.pdf> (дата звернення: 11.05.2025).

23. Управління з питань екології та контролю благоустрою м. Хмельницького. Інформація щодо сортування побутових відходів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://khmelnytsky.com.ua/ua/fullnews/252486> (дата звернення: 14.05.2025).

24. Стратегія розвитку міста Хмельницького. Стратегія розвитку міста Хмельницького до 2025 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://strategy.khm.gov.ua/> (дата звернення: 14.05.2025).

25. Управління з питань екології та контролю благоустрою м. Хмельницького. Інформація щодо сортування побутових відходів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.khm.gov.ua/> (дата звернення: 14.05.2025).

26. Recycle.org.ua. Технології переробки відходів в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://recycle.org.ua/> (дата звернення: 14.05.2025).

27. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Методика розрахунку потреби в контейнерах для збирання ТПВ [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://mepr.gov.ua/files/docs/methodics/container_calc.pdf (дата звернення: 02.06.2025).

28. Ecoalive.com.ua. Вплив несорттованих відходів на довкілля [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eco-live.com.ua/> (дата звернення: 14.05.2025).

29. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Проєкт Національного плану управління відходами України до 2033 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/files/docs/plan2033.pdf> (дата звернення: 11.05.2025).

30. Екофорум Хмельницької області. Хмельницький екологічний форум [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecoforum.khm.gov.ua/> (дата звернення: 14.05.2025).

31. Хмельницький еко-челендж. Хмельницький еко-челендж: сортуємо разом [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://khemelnytsky.com.ua/> (дата звернення: 16.05.2025).

32. YE.ua. Хмельницький на шляху до сортування: як місто просувається у сфері управління відходами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ye.ua/syspilstvo/65233.html> (дата звернення: 14.05.2025).

33. Хмельницька міська рада. Візія сталого розвитку міста Хмельницького [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://khm.gov.ua/> (дата звернення: 13.05.2025).

34. EcoCampus. Підвищення рівня екологічної свідомості населення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ecocampus.org.ua/> (дата звернення: 14.05.2025).

35. Сортуй правильно. Громадська організація «Сортуй правильно». Про нас [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sortuy.org.ua/pro-nas> (дата звернення: 14.05.2025).

36. Дружиніна В. Управління та поводження з відходами. Частина 1. ТПВ : навч. посібник [Електронний ресурс] / В. Дружиніна, З. Поліщук. –

Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/52157701.pdf> (дата звернення: 11.05.2025).

37. War as a Catalyst for Environmental Reforms. – Access mode: <https://kyivpost.com> (date of appeal: 19.05.2025).

38. Waste Management Recovery amid War. Irpin case. – Access mode: <https://linkedin.com/> (date of appeal: 19.05.2025).

39. Tomra / Net Zero Pathfinders. World's highest-performing deposit system (Germany). – Access mode: <https://tomra.com/> (date of appeal: 19.05.2025).

40. Zero Waste Europe. Zero Waste Cities Network. — Programme overview – Access mode: <https://zerowasteurope.eu/our-programmes/zero-waste-cities/> (date of appeal: 20.05.2025).

41. Lobbe. Advanced waste sorting technology in NRW. – Access mode: <https://lobbe.de/> (date of appeal: 19.05.2025).

42. SW-UA WM4U. Comprehensive Swedish–Ukrainian waste initiative (WM4U). – Access mode: <https://odessa-journal.com/> (date of appeal: 19.05.2025).

43. UNDP. Debris recycling for sustainable reconstruction (Makariv). – Access mode: <https://undp.org/> (date of appeal: 19.05.2025).

44. EBRD. EBRD financing for modern waste system (Khmelnyskyi). – Access mode: <https://ebrd.com/> (date of appeal: 19.05.2025).

45. EIB. Environmental impacts: EU-funded landfill rehabilitation (Lviv). – Access mode: <https://eib.org/> (date of appeal: 19.05.2025).

46. Net Zero Pathfinders / Climate of Our Future. EU best practice: deposit and EPR drive high recycling. – Access mode: <https://netzeropathfinders.com/> (date of appeal: 19.05.2025).

47. ALBA Group. Recycling & Waste Management. – Access mode: <https://www.alba.info/geschaeftsfelder/recycling/> (date of appeal: 27.05.2025).

48. Stadt Bochum. Abfallentsorgung. – Access mode: <https://www.bochum.de/Umwelt--und-Gruenflaechenamt/Dienstleistungen-und-Infos/Abfallentsorgung> (date of appeal: 27.05.2025).

49. Stadt Düsseldorf. Abfall. – Access mode:
<https://www.duesseldorf.de/umweltamt/umwelt-und-verbraucherthemen-von-a-z/abfall> (date of appeal: 27.05.2025).

50. Stadt Düsseldorf. Bioabfall – Biotonne. – Access mode:
<https://www.duesseldorf.de/umweltamt/umwelt-und-verbraucherthemen-von-a-z/abfall/bioabfall-biotonne> (date of appeal: 27.05.2025).

51. Stadt Düsseldorf. Gebühren und Finanzierung. – Access mode:
<https://www.duesseldorf.de/umweltamt/umwelt-und-verbraucherthemen-von-a-z/abfall/gebuehren> (date of appeal: 27.05.2025).

52. Stadt Köln. Versorgung & Entsorgung. – Access mode:
<https://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/klima-umwelt-tiere/versorgung-entsorgung> (date of appeal: 27.05.2025).

53. LANUV NRW. Fachbericht 158 : Abfallwirtschaft in Nordrhein-Westfalen. – Access mode:
https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/LANUV-Fachbericht_158.pdf (date of appeal: 27.05.2025).

54. Umwelt.NRW. Umweltzustandsbericht 2020. – Access mode:
https://www.umwelt.nrw.de/system/files/media/document/file/umweltzustandsbericht_nrw_2020.pdf (date of appeal: 27.05.2025).

55. REMONDIS SE & Co. KG. Recycling – Access mode:
<https://www.remondis.de/geschaeftsfelder/recycling/> (date of appeal: 27.05.2025).

56. Gesetze im Internet. Gewerbeabfallverordnung 2017 (GewAbfV). –
Режим доступа: https://www.gesetze-im-internet.de/gewabfv_2017/GewAbfV.pdf (date of appeal: 27.05.2025).

57. Renergon Biogas GmbH. Biogasanlage Sundern. – Access mode:
<https://renergon-biogas.com/> (date of appeal: 23.05.2025).

58. AWG Wuppertal. Abfallvermeidung und Entsorgung. – Access mode:
<https://awg-wuppertal.de/ueber-uns/abfallvermeidung.html> (date of appeal: 23.05.2025).

59. Stadt Wuppertal / AWG. Інноваційні сервіси з телеметрії та RFID-контейнерів. – Access mode: <https://awg-wuppertal.de/ueberuns/abfallvermeidung.html> (date of appeal: 23.05.2025).