

**Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»**

---

**Навчально-науковий інститут Природокористування  
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища  
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра**

студентки Лісковської Софії Олександрівни  
(ПІБ)

академічної групи 101-19-1  
(шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – Екологія

на тему: Удосконалення технології поводження з твердими побутовими відходами у м. Дніпро на основі європейської системи управління

(назва за наказом ректора)

<b>Керівники</b>	<b>Прізвище, ініціали</b>	<b>Оцінка</b>	<b>Підпис</b>
Кваліфікаційної роботи	Бучавий Ю.В.		
<b>розділів:</b>			
Теоретичного	Бучавий Ю.В.		
Практичного	Бучавий Ю.В.		
Охорона праці	Чеберячко Ю. І.		
<b>Рецензент</b>	Клименко І.Ю.		
<b>Нормоконтроль</b>	Грунтова В.Ю.		

**Дніпро  
2023**

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний технічний університет**  
**«Дніпровська політехніка»**

ЗАТВЕРДЖЕНО:  
 Зав. кафедри ЕТЗНС

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
 ступеня бакалавра

студентці Лісковська Софія Олександрівна академічної групи 101-19-1  
 (прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»

за освітньо-професійною програмою – Екологія

на тему: Удосконалення технології поводження з твердими побутовими відходами у м. Дніпро на основі європейської системи управління

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 03.05.23 №322-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Провести порівняльний аналіз технологій поводження з твердими побутовими відходами в Україні та країнах Європейського Союзу; Визначити недоліки діючої системи поводження з твердими побутовими відходами у м. Дніпро.	01.04 –29.04 2023
Практичний	Дослідити ставлення мешканців м. Дніпро до проблеми сміттєзвалищ та сортування твердих побутових відходів; Оцінити обсяги утворень та морфологічний склад твердих побутових відходів у м. Дніпро; Обґрунтувати заходи зі впровадження роздільного збору та сортування твердих побутових відходів у м. Дніпро.	30.04–28.05 2023
Охорона праці	Проаналізувати небезпечні та шкідливі фактори для здоров'я робітників комунальних служб при поводженні з твердими побутовими відходами.	15.05 – 10.06 2023

Завдання видано \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

Бучавий Ю.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі \_\_\_\_\_

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

(підпис студента)

Лісковська С.О.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 81 с., 14 рис., 7 табл., 4 додатки, 33 джерела.

**Об'єкт дослідження** – тверді побутові відходи м. Дніпро

**Предмет дослідження** – технології поводження з твердими побутовими відходами, кількісні показники їх утворення та системи збору, транспортування, сортування, переробки та захоронення.

**Мета роботи** – Проаналізувати та удосконалити існуючу систему поводження з твердими побутовими відходами у м. Дніпро.

У вступі підкреслюється актуальні питання поводження з твердими побутовими відходами для України та м. Дніпро.

В теоретичному розділі за результатами літературних джерел проводиться порівняльний аналіз технологій поводження з твердими побутовими відходами в Україні та країнах Європейського Союзу.

В практичному розділі авторка проводить експрес-анкетування для оцінки ставлення мешканців м. Дніпро до проблеми сміттєзвалищ та можливостей сортування твердих побутових відходів за наявності спеціальних контейнерів або пунктів прийому. Запропоновано заходи зі впровадження роздільного збору та сортування твердих побутових відходів у м. Дніпро.

У розділі «охорона праці» проведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів для здоров'я робітників комунальних служб при поводженні з твердими побутовими відходами.

У висновках запропоновані рекомендації щодо застосування результатів роботи для удосконалення муніципальної системи поводження з твердими побутовими відходами м.Дніпро

ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ТПВ, АГЛОМЕРАЦІЯ М.ДНІПРО, МОРФОЛОГІЧНИЙ СКЛАД ТПВ, ЗБІР ТА СОРТУВАННЯ ТПВ, ЛОГІСТИЧНІ СХЕМИ ВИВОЗУ ТПВ

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ДОСВІД КРАЇН ЄС У ЗБОРІ ТА СОРТУВАННІ ТПВ .....	9
1.1 Поводження з побутовими відходами у країнах Європи .....	9
1.2 Аналіз ефективності застосування технологій збору та сортування ТПВ в країнах ЄС .....	15
1.3 Висновки до розділу.....	18
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ ТА ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ У М. ДНІПРО .....	20
2.1 Узагальнені характеристики м. Дніпро.....	20
2.2 Критичний аналіз міської системи збору та сортування ТПВ.....	23
2.3 Оцінка морфологічного складу ТПВ для м. Дніпро.....	35
2.4 Результати анкетування жителів м. Дніпро щодо проблем сортування твердих побутових відходів.....	40
2.5 Удосконалення системи прийому твердих побутових відходів агломерації м. Дніпро .....	43
2.6. Висновки щодо перспектив використання удосконаленої системи збору та сортування ТПВ міста Дніпро на основі аналізу досвіду країн ЄС .....	47
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
3.1 Вплив на здоров'я людини шкідливих речовин, які містяться в твердих побутових відходах .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.2 Безпека людей у надзвичайних ситуаціях на полігонах ТПВ.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3.3 Аналіз стану охорони праці та цивільної безпеки.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

3.4 Захист працівників від наслідків надзвичайних ситуацій на полігонах ТПВ .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
ВИСНОВКИ .....	52
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	55
Додаток А .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Додаток Б.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Додаток В .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Додаток Г.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## ВСТУП

Проблема твердих побутових відходів на даний момент є дуже актуальною для України і її обсяги постійно збільшуються. Нині в Україні функціонує 460 міст, 885 селищ і 28 388 сіл. У 2018 році в Україні утворилося майже 11,86 млн. тон твердих побутових відходів, або 280,5 кг на душу населення. Лише близько 78% населення України мають доступ до послуг з вивезення сміття. Основним способом поводження з відходами є захоронення. Так, у 2018 році переробили лише 0,14%, спалили для отримання енергії 1,7%, а решту розмістили на звалищах і звалищах, повідомляє Держстат України. У країнах ЄС середній рівень переробки побутових відходів становить 60% [1–5].

У 2018 році в Україні було 5470 полігонів і сміттєзвалищ, з яких 5,6% були перевантажені, а 30% не відповідали вимогам. За словами експертів, понад 99% полігонів не відповідають європейським вимогам. Накопичення відходів на звалищах і звалищах призводить до забруднення атмосфери, ґрунту, ґрунтових і поверхневих вод, впливає на функціонування екосистеми, ставить під загрозу сільське господарство, а викиди газів впливають на зміну клімату. Через неналежні системи поводження з відходами у приватному секторі щорічно виявляється 26,6 тис. несанкціонованих сміттєзвалищ площею 0,75 тис. га, з них у 2018 році ліквідовано 26 тис. площею 0,68 тис. га. Недосконала система класифікації та збору побутових відходів призвела до втрат мільйонів тон ресурсоцінних речовин, що містяться у відходах [5–8].

У європейських країнах тверді побутові відходи мають намір припинити вивозити на полігони протягом 5–7 років, а в більшості населених пунктів України централізовано захоронюють їх на полігонах. Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом вимагає впровадження європейських стандартів у сфері поводження з побутовими відходами. Згідно з угодою, Україна має розділяти побутові відходи та зменшувати кількість відходів, які відправляються на полігони. Водночас небезпечні відходи у складі побутових відходів необхідно збирати окремо та передавати професійним підприємствам для утилізації [1–14]. Першочерговим завданням екологічно безпечного

поводження з твердими побутовими відходами є впровадження ефективної системи роздільного збору, що дозволить зменшити кількість відходів, що потрапляють на полігони, на 25–30% на добу [1–14].

Сучасна система поводження з твердими побутовими відходами має охоплювати весь цикл – від збирання та транспортування до захоронення чи захоронення – і базуватися на економічно обґрунтованих тарифах та враховувати потребу інформаційної роботи, що потребує значних інвестицій, професійних підходів та підтримки населення [1–14].

Для екологічної оцінки поводження з побутовими відходами та запровадження європейської системи поводження з відходами в місті Києві, де проживає понад 2,9 млн осіб, зібрано дані про обсяг накопичення та стан збору, утилізації та захоронення твердих побутових відходів.

Таким чином, проблема збору та переробки твердих побутових відходів (ТПВ) є надзвичайно актуальною для більшості країн світу. З ростом населення та споживання ресурсів виникає все більше ТПВ, що вимагає ефективних технологій їх збору та переробки.

Україна не є винятком. За даними Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України, лише у 2020 році у країні було зібрано 8,3 млн тон ТПВ, з яких тільки 2,9 млн тон було перероблено. Це свідчить про те, що проблема збору та переробки ТПВ в Україні є досить актуальною.

Місто Дніпро є одним з найбільших міст України та має належну інфраструктуру для збору та переробки ТПВ, проте існує потреба у вдосконаленні технологій збору та сортування ТПВ для підвищення ефективності цього процесу та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

**Метою даної роботи** було оцінити та удосконалити діючу систему утворення та управління побутовими відходами у м. Дніпро.

**Об'єкт дослідження** – тверді побутові відходи м. Дніпро.

**Предмет дослідження** – технології поводження з твердими побутовими відходами, кількісні показники їх утворення та системи збору, транспортування,

сортування, переробки та захоронення.

**Завдання кваліфікаційної роботи:**

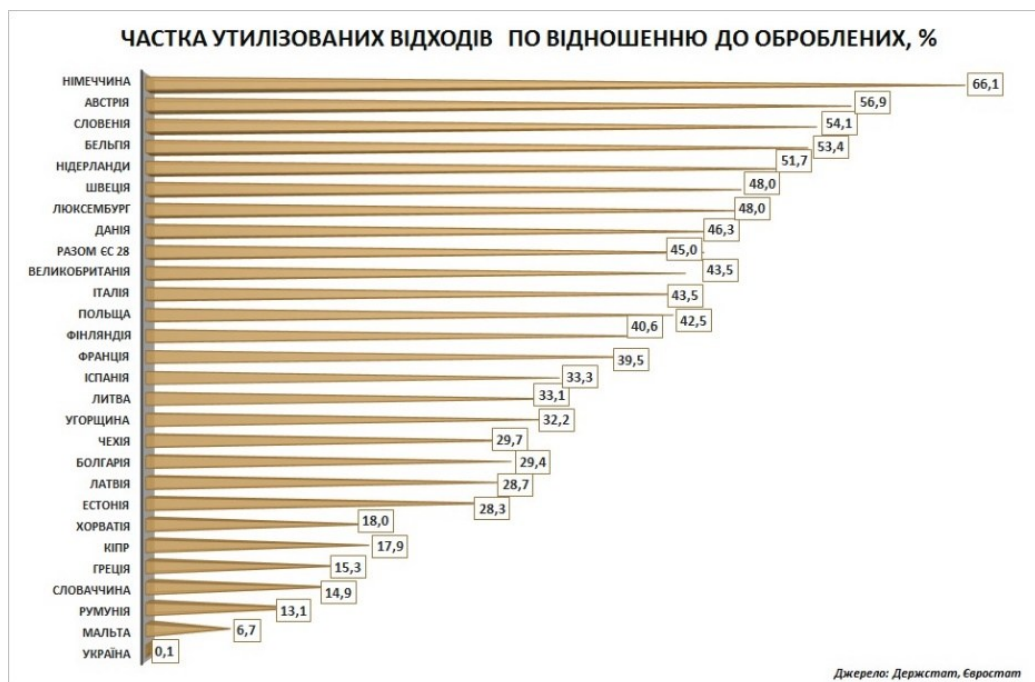
- Провести порівняльний аналіз технологій поводження з твердими побутовими відходами в Україні та країнах Європейського Союзу;
- Визначити недоліки діючої системи поводження з твердими побутовими відходами у м. Дніпро;
- Дослідити ставлення мешканців м. Дніпро до проблеми сміттєзвалищ та сортування твердих побутових відходів;
- Оцінити обсяги утворень та морфологічний склад твердих побутових відходів у м. Дніпро;
- Обґрунтувати заходи зі впровадження роздільного збору та сортування твердих побутових відходів у м. Дніпро;
- Проаналізувати небезпечні та шкідливі фактори для здоров'я робітників комунальних служб при поводженні з твердими побутовими відходами.



## РОЗДІЛ 1 ДОСВІД КРАЇН ЄС У ЗБОРІ ТА СОРТУВАННІ ТПВ

### 1.1 Поводження з побутовими відходами у країнах Європи

В останні роки, зі збільшенням населення, утворення побутових відходів у країнах ЄС має тенденцію до зменшення. У найбільш розвинених країнах Європи розвиток у сфері поведження з твердими побутовими відходами дозволив переробляти, компостувати та спалювати до 95% відходів (рис. 1.1).

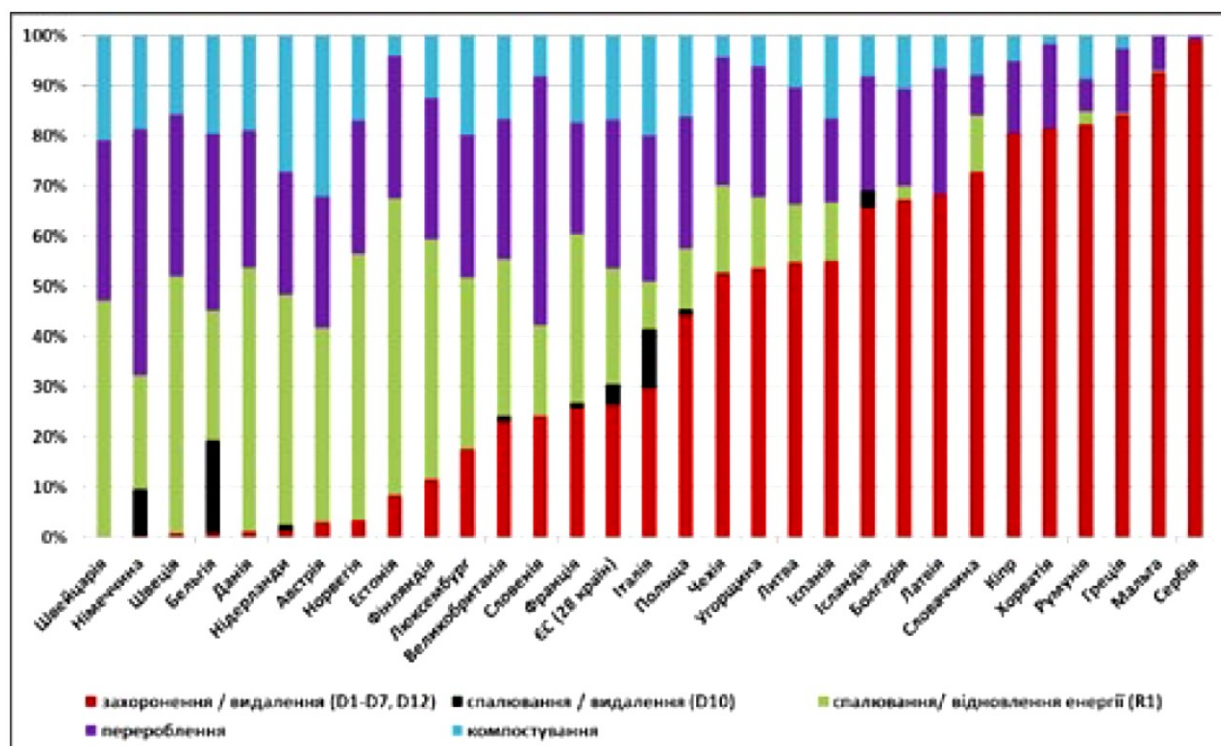


#### Рисунок 1.1 – Показники переробки побутових відходів в країнах ЄС

Досвід цих країн показує, що утилізація відходів є економічно, екологічно та соціально вигідною діяльністю. Так, за даними Євростату, Німеччина наразі посідає перше місце серед країн ЄС за використанням прогресивного підходу до утилізації побутових відходів (рис. 1.2). Дві третини міських відходів у Німеччині переробляються або компостуються. Австрія, Словенія, Бельгія, Нідерланди, Швеція, Люксембург, Данія та Великобританія також лідирують за корисним використанням відходів. У цих країнах переробка та компостування перевищує 45–54% і спалює енергію.

Протилежна ситуація з показником поведження з твердими побутовими відходами в Україні, де утилізація побутових відходів становить 0,1% від їх збору. Сьогодні в багатьох країнах економіка працює за принципом «бери-

кидай)», що не відображає катастрофічної ситуації з утворенням відходів, утилізацією та забрудненням навколишнього середовища. У 2014 році Європа була на шляху до запровадження концепції замкнутої циркулярної економіки.



**Рисунок 1.2 – управління побутовими відходами в країнах Європи**

Економіка замкнутого циклу полягає у відновленні та раціональному споживанні ресурсів, застосуванні економічних підходів із мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище та ощадливому виробництві. Пріоритет у п'ятиетапному управлінні відходами полягає в тому, щоб не утворювати відходи, і якщо цьому неможливо запобігти, відбудеться повторне використання. Якщо це неможливо, його переробляють на продукти, матеріали або речовини. Якщо попередню операцію провести неможливо, їх закопують у спеціально обладнані місця.

Один з прикладів сучасних технологій збору та сортування ТПВ в ЄС - це система "Роздільний збір", яка базується на принципі відокремлення різних типів відходів на джерелі. Ця система передбачає розміщення на вулицях спеціальних контейнерів для різних типів відходів, таких як пластик, папір, скло та інші. Також, ця система включає в себе програми навчання для мешканців щодо правильного сортування відходів.

Іншою сучасною технологією збору та сортування ТПВ є механічна обробка відходів (МОВ). Ця технологія використовується для сортування відходів на основі фізичних властивостей, таких як розмір, форма та вага. Система МОВ включає в себе спеціальне обладнання, яке автоматично сортує відходи на різні категорії, такі як пластик, скло, метал та інші.

Таблиця 1.1 – Особливості поводження з відходами у деяких країнах Європи

Країна	Особливості
Німеччина	Утилізація відходів здійснюється шляхом їх сортування та подальшої переробки. Відходи які не підлягають переробці спалюються з отриманням тепла та електроенергії. Впроваджена нова система збору сміття жодних санкцій не передбачає.
Швейцарія	Заборонені сміттєві полігони. В країні поширенні методи сортування відходів. Повторно використовуються відходи жерстяних банок та скла. Політикою швейцарі передбачається штрафування за викидання невідсортованих відходів.
Франція	Система утилізації відходів передбачає сортування відходів на дві фракції, вторинна сировина та інші відходи. Передбачається урини для одягу. Не передбачає покарань чи заохочень
Швеція	Сортування відходів по фракціям, а також спалювання з отриманням тепла та електроенергії. Політика країни спрямована на інформаційну кампанію. Перевага віддається переробці відходів.
Польща	В країні здійснюється сортування відходів на 5 компонентів, які згодом утилізується як втор сировина. Відходи які неможливо переробити захороняються на полігонах ТПВ на яких передбаченні системи дегазації полігонів з отриманням тепла та електроенергії.

**Німеччина.** Однією із країн лідерів в галузі переробки відходів вважається Німеччина. Прийнята в 1991 році нова державна система «Duales System Deutschland GmbH» дозволила німцям запровадити новий метод боротьби з відходами. Нова система настільки стала успішною, що в одному Берліні майже до 90% домогосподарств беруть участь у процесі роздільного збирання сміття. При цьому, що жодних санкцій за порушення порядку система не передбачає [15].

У типовому німецькому дворі чи будинку можна зустріти як мінімум 5 різнокольорових контейнерів для збирання сміття. Чорний – для несортованого

сміття, коричневий – для органічних відходів, синій – для паперу, жовтий – для упаковки і пластику, зелений – для кольорового скла, зелений з білою смугою – для безбарвного.

Щорічно кожен житель Німеччини отримує поштою особливий лист – у ньому детально описується, як і куди потрібно викидати побутові відходи, по яких днях буде вивозитися той чи інший тип сміття протягом наступних 12 місяців [15].

Також існують ще спеціальні контейнери для скла, батарейок. Хоча німці сьогодні викидають не так вже й багато скла, оскільки в останні роки в німецьких магазинах почали брати заставу, тому їх можна вільно здати в магазин. Тому в контейнери зазвичай потрапляє тільки необоротна склотара. Контейнери для її збору зазвичай встановлюються уздовж другорядних доріг по кілька штук на житловий квартал. Скляну тару викидають у контейнери не просто так, а попередньо сортують за кольором – є контейнери для білого, зеленого або коричневого скла [16].

Більша частина сміття в Німеччині сьогодні спалюється. Пара надходить на електростанції, де змушує працювати генератори. Так, наприклад, в одному тільки Берліні майже 12% електроенергії, необхідної для домогосподарств, виробляється таким чином [15].

У кожному мікрорайоні також є і господарські двори, куди німці, як правило, по суботах, везуть різні великі предмети, від яких їм необхідно позбутися. Побутову техніку та меблі можуть безкоштовно забрати собі будь-який бажаючий. Техніка яка залишилася потрапляє на фабрики по переробці, або використовується як паливо для котелень. Благодійних організацій, в числі яких і «Червоний хрест», часто оголошують акції по збору одягу та взуття для потребуючих, для чого вони виставляють на вулиці свої контейнери [16].

**Швейцарія.** Нова політика у Швейцарії стала поступово вводитися з 1981 року, що призвела до помітного поліпшення екологічної ситуації. Швейцарія вважається одним з лідерів щодо утилізації та переробки відходів у Європі. Вже у 2000 році у країні були заборонені сміттєві полігони, тому сьогодні більш як

половина всього сміття йде на переробку, а решта спалюється [15]. В країні переробляється 60% паперу, який необхідно здавати тільки окремо від картону. Частина сміття, яку не вдалося відсортувати, швейцарці просто спалюють, пускаючи енергію на опалення будинків і виробництво електрики [15].

Швейцарія лідирує в світі за кількістю зданих пляшок – більше 90% тари повертається на заводи по вторинній переробці скла. Програма з прийому та переробки використаного скла почалася в 1972 році і до цих пір успішно реалізується. Жерстяні та алюмінієві банки використовуються повторно. Окремо здаються PET-пляшки, старі електричні прилади, побутова техніка, будівельне сміття, лампи денного світла, консервні банки, трупи тварин (за це треба платити, але закопувати їх забороняється), залишки рослинного та машинного масла [17].

Будь-яка людина в Швейцарії може відмовитися від сортування заплативши за кожен кілограм відходів. На кожен кульок наклеюється марка, що засвідчує сплату. Викинути п'ять кілограм сміття коштує 2-3 франка (ціна варіюється в залежності від кантону). Тому, більшість місцевих жителів несе все, що можна, в пункти з прийому вторсировини, де віддати старий комп'ютер або стару дитячу коляску нічого не коштує. Населення яке намагається викинути відходи без наклеєної марки штрафують [17].

**Франція.** Система сортування у Франції дуже проста – є всього два контейнери. Один служить для збирання вторинної сировини, що переробляється, інший для непереробного. До першого відносять пляшки, банки, спеціальні упаковки й папір. Решта сміття автоматично підпадає під другу категорію [15].

Іноді відходи сортують на чотири категорії. Побутові або харчові відходи складають у зелені баки. Контейнери жовтого кольору призначені для упаковки, білі баки – тільки для скла, баки синього кольору – для газет, журналів, картону. Така система не передбачає покарання чи заохочень за сортування сміття. Виключно особиста відповідальність громадян. У багатьох магазинах можна знайти пункти прийому батарейок, лампочок або дрібної побутової техніки [15].

На вулицях французьких міст окремо можна зустріти урни для одягу. В них людина викидає ті речі, які можна носити. Далі одяг перебирається і йде в благодійні організації, які займаються обслуговуванням таких контейнерів [15].

**Швеція.** Справді успішними у питанні переробки сміття можна вважати шведів. Сьогодні Швеція переробляє більш як 99% своїх відходів, ще й попутно імпортуючи майже 700 тисяч тон сміття з інших країн. Пріоритетом виступає не утилізація сміття на полігонах, а його переробка.

Шведські домогосподарства роздільно збирають газети, пластик, метал, скло, електричні прилади, лампочки і батарейки. Також в окремі мішки викидаються харчові відходи. Далі це все переробляється, використовується або знову йде на добрива. Газети перетворюються на паперову масу, пляшки використовуються повторно або переплавляються на нові елементи, пластикові контейнери стають пластичною сировиною; їжа компостується і стає добривом чи біогазом.

Стічні води очищаються до такого ступеня, що їх можна пити. Спеціальні вантажівки їздять по місту і забирають електроніку та небезпечні відходи, хімічні речовини. Фармацевти беруть залишки ліків. Об'ємні відходи шведами відвозяться у переробні центри на околицях міст [18; 15].

У Швеції досить ефективно використовують відходи в якості обігріву будинків. Невідсортовані відходи потрапляють на сміттєспалювальні заводи, на яких відходи утилізовується шляхом спалювання з отриманням тепла. Попіл, що залишився, складає 15% від початкової ваги відходів, його сортують і знову відправляють на переробку. Залишки просівають, щоб витягти гравій, який використовується в дорожньому будівництві. На виході лише 1% відходів знаходить спокій на сміттєвих звалищах. Дим фільтрують через сухий фільтр і воду, шлак використовується для покинутих шахт [18].

Населення Швеції сортує відходи добровільно, Урядова політика направлена на інформування населення про особливості поводження.

**Польща.** Першим кроком до удосконалення методу поводження зі сміттєзвалищами у Польщі була реалізація у 2007 році в місті Познань

когенераційного модуля на полігоні твердих побутових відходів який дозволяє отримувати електроенергію та тепло. Загальна потужність модуля становить 508 кВт електричної та 770 кВт теплової енергії, яка надходить через місцеві електромережі на потреби міста. Вся тепла енергія спрямовується на розташований поруч тепличний комплекс. Згодом були реалізовані інші когенераційні модулі загальної потужності 520 кВт теплової, 680 кВт теплової [19].

З введенням у 2003 році закону «Про дотримання чистоти і порядку» поклав край нелегальним сміттєзвалищам. Щомісяця сплачують збір за вивезення і утилізацію сміття. Сума платежу обчислюється на підставі податкової річної декларації, в якій зазначається послуги з вивезення якого сміття – сортованого чи змішаного – надаються.

Закон зобов'язав поляків сортувати відходи на 5 компонентів: папір, безбарвне та кольорове скло, метал та пластик, інші відходи, які не підлягають переробці у контейнери, які розміщені біля будинків. Договір на вивезення відходів підписується з окремим ОСББ. В разі потрапляння у контейнер несортваного сміття водій машини заявить про порушення до відповідної інспекції. В якості покарання будинок можуть зобов'язати заплатити за бак з несортваним сміттям більшу суму або взагалі переглянути щомісячні тарифи [19].

Практично всі з наведених країн здійснюють сортування та переробку відходів. В таких країнах як Німеччина, Швейцарія, Швеція цей показник дещо вищий, ніж в інших країнах та становить, відповідно, 46,6%, 32,6%, 33,3%. В інших країнах від коливається від 16,6% до 25%. Відставаючою країною у цій сфері є Румунія, в якій цей показник становить – 6%.

## **1.2 Аналіз ефективності застосування технологій збору та сортування ТПВ в країнах ЄС**

Аналіз ефективності застосування технологій збору та сортування ТПВ в країнах ЄС є важливим етапом дослідження у контексті удосконалення технологій збору та сортування ТПВ в місті Дніпро.

За даними Євростату, у 2019 році найбільший відсоток вторинної переробки відходів було досягнуто в Австрії (63%), Німеччині (62%) та Бельгії (60%). Такі високі показники вторинної переробки досягаються завдяки застосуванню сучасних технологій сортування відходів та використанню енергетичних відходів як джерела енергії.

Однією з переваг сучасних технологій сортування відходів є можливість отримання якісно високоякісних вторинних ресурсів, які можуть бути використані для виробництва нових виробів. Також, застосування енергетичних відходів як джерела енергії є важливим кроком у напрямку енергоефективності та зменшення викидів парникових газів.

Важливим елементом ефективної системи збору та сортування ТПВ є відповідальне ставлення населення до сортування відходів та участь у різних програмах збору та переробки відходів. Наприклад, у Фінляндії використовуються спеціальні збірні пункти для збору різних видів відходів, які розташовані на вулицях та в магазинах. Також, відповідальність за утилізацію побутових відходів у Фінляндії лежить на виробниках, що сприяє стимулюванню їхньої екологічності.

Таким чином, можна стверджувати, що застосування сучасних технологій збору та сортування ТПВ в країнах ЄС є дуже ефективним, оскільки ці країни мають високий рівень відновлюваної енергетики та відновлюваних ресурсів. Проте, необхідно враховувати, що у кожній країні є свої особливості щодо збору та переробки ТПВ, що залежать від технологічного рівня, наявності інфраструктури, фінансових можливостей тощо. Отже, необхідно провести адаптацію технологій до конкретних умов міста Дніпра з урахуванням кращого досвіду ЄС, щоб досягти максимальної ефективності та результативності в роботі з відходами.



Досвід країн ЄС показує, що ефективна система збору та сортування ТПВ залежить від ряду факторів. Першим фактором є наявність чіткої регуляторної бази, яка регулює діяльність суб'єктів, які здійснюють збір та сортування ТПВ. Це дозволяє забезпечити однакові стандарти якості для всіх операторів на ринку.

Другим важливим фактором є наявність сучасного обладнання та технологій для збору та сортування ТПВ. Використання автоматизованих систем та новітнього обладнання дозволяє підвищити ефективність та якість сортування, зменшити кількість помилок та покращити управління відходами.

Третім фактором є наявність системи управління відходами, яка передбачає відслідковування всіх етапів збору, транспортування, сортування та утилізації ТПВ. Це дозволяє контролювати якість та кількість зібраних відходів, підвищує ефективність системи та дозволяє забезпечувати сталу якість продуктів, які виробляються з перероблених матеріалів.

Четвертим фактором є наявність ефективної системи рекуперації вартості відходів. Це означає, що відходи повинні бути розглянуті як ресурс, який може бути перероблений та використаний знову. Відходи можуть мати високу вартість, тому збір та переробка їх може бути досить вигідною справою. Застосування ефективної системи рекуперації вартості відходів дозволяє зменшити витрати на їх утилізацію.

Крім того, є кілька факторів, які сприяють ефективності систем збору та сортування ТПВ в країнах ЄС:

1. Широке застосування економічних інструментів: у країнах ЄС діє система «відповідальності виробника», за якою виробник несе відповідальність за збір та переробку відходів власної продукції. Крім того, в багатьох країнах ЄС існують системи депозиту на пляшки та банки, коли при купівлі товарів споживачі додають до ціни депозит, який повертається при поверненні пляшки або банки для переробки.

2. Широке застосування інноваційних технологій: в країнах ЄС діють високотехнологічні заводи з переробки відходів, які застосовують сучасні технології для виробництва нових матеріалів і продуктів.

3. Система регулювання: у країнах ЄС існує регулюючий орган, який контролює дотримання законодавства у сфері збору та переробки відходів.

4. Сприяння розвитку кругової економіки: у країнах ЄС активно розвивається концепція кругової економіки, яка передбачає переробку відходів від продуктів власного виробництва і створення з них нових матеріалів і продуктів.

5. Участь громадськості: у країнах ЄС громадськість активно бере участь у рішеннях, пов'язаних зі збором та переробкою відходів, та сприяє забезпеченню ефективності систем збору та сортування ТПВ.

### **1.3 Висновки до розділу**

Одним з перших кроків до успішного впровадження нової технології збору та сортування ТПВ є дослідження досвіду інших країн, які вже успішно застосовують нові технології. У ЄС, багато країн досягли великих успіхів в цій галузі і мають досвід, який може бути корисним для вдосконалення системи збору та сортування ТПВ в місті Дніпро.

У найбільш розвинених країнах Європи розвиток у сфері поводження з твердими побутовими відходами дозволив переробляти, компостувати та спалювати до 95% відходів.

До сучасних технологій збору та сортування ТПВ в країнах ЄС належать:

- автоматизовані лінії сортування з використанням інфрачервоної технології, яка дозволяє розпізнавати та відокремлювати різні види відходів за їх складом та колірним кодом;

- високопродуктивні сортувальні машини з використанням різних методів сортування, таких як вібраційні платформи, магнітні сепаратори, струмінні сепаратори та ін.;

- технології механічної обробки відходів, такі як подрібнювання, пресування та компактування, що дозволяють зменшити об'єм відходів та підготувати їх до подальшої переробки;

- розробка і використання спеціальних контейнерів та сміттевозів, які дозволяють збирати та транспортувати відходи безпечним та ефективним способом.

Такі технології є досить дорогими та вимагають значних інвестиційних витрат на їх впровадження та підтримку, однак вони дозволяють збільшити ефективність та якість збору та сортування ТПВ та зменшити негативний вплив відходів на довкілля та здоров'я людей (табл. 1).

Досвід країн ЄС показує, що ефективна система збору та сортування ТПВ залежить від ряду факторів, які є важливими для створення ефективної системи збору та сортування ТПВ.

Тому, дослідження удосконалення технологій збору та сортування ТПВ на прикладі міста Дніпро з урахуванням досвіду країни ЄС є надзвичайно актуальним, необхідним та своєчасним.

Огляд сучасних технологій збору та сортування твердих побутових відходів (ТПВ) в країнах Європейського Союзу (ЄС) може бути корисним для вдосконалення існуючої системи збору та сортування ТПВ в місті Дніпро.

## РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ ТА ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ У М. ДНІПРО

### 2.1 Узагальнені характеристики м. Дніпро

Місто Дніпро, розташоване в центрі України, є четвертим за розміром містом в країні. Загальна територія міста становить близько 405 квадратних кілометрів.

Місто поділяється на 8 районів: Центральний, Чечелівський, Індустріальний, Шевченківський, Соборний, Амур-Нижньодніпровський, Новокодацький, Самарський.

За даними на 2021 рік, населення міста складає близько 1,1 мільйона осіб, що робить його одним з найбільш населених міст в Україні.

Щільність населення становить близько 2,7 тисячі осіб на квадратний кілометр. Найбільш населеними районами є Самарський, Заводський та Жовтневий.

Дніпро розташоване в екологічно важливому регіоні України - степовій зоні. Тут можна відзначити досить високу різноманітність природних умов:

1. Річка Дніпро: місто пролягає вздовж найбільшої річки України, що створює величезний природний потенціал для розвитку водного транспорту та різних форм відпочинку на воді.

2. Степова зона: Дніпро розташований в степовій зоні, що характеризується засухами, вітрами та високими температурами влітку. Степова зона є природним середовищем для росту різноманітних рослин, таких як трави та чагарники.

3. Лісостеп: на околицях міста можна зустріти лісостепові ландшафти, що характеризуються поєднанням степової рослинності з деревними породами.

4. Озера та ставки: в місті та його околицях є численні водойми, які створюють сприятливі умови для розвитку рибальства та водної рекреації.

5. Природні заповідники: в межах Дніпра розташовано декілька природоохоронних територій, таких як заповідник "Дніпровські острови" та ботанічний сад ІМЕ.

Отже, місто Дніпро має різноманітні природні умови, які забезпечують унікальний природний потенціал для розвитку різноманітних видів економічної та соціальної діяльності.

За даними Державного комітету статистики України, станом на 1 січня 2022 року:

- Загальна площа міста Дніпро становить 405,0 км<sup>2</sup>.
- Площа забудови міста складає 11,8 км<sup>2</sup>.
- Площа, що зайнята промисловими об'єктами, становить 61,2 км<sup>2</sup>.

Промислові об'єкти в місті розташовуються на певних територіях, зокрема на правому березі Дніпра, де є великі промислові підприємства, такі як Дніпровський металургійний комбінат та Центробульбовий завод. Проте, загальна площа, яку займають ці об'єкти, також може змінюватися з часом.

Територія розділяється на зони: – Місто Дніпро поділяється на різні зони залежно від їх призначення та характеру забудови. Основні зони міста такі:

Селищна зона:

- Амур-Нижньодніпровський район
- Шевченківський район
- Центральний район
- Соборний район

Промислова зона:

- Амур-Нижньодніпровський район
- Центральний район
- Самарський район
- Соборний район
- Чечелівський район

Рекреаційна зона:

- Амур-Нижньодніпровський район

- Центральний район
- Соборний район

До підприємств, парків та інших об'єктів у місті можна віднести такі:

Селітебна зона:

- Центральний район: багатоповерхові житлові будинки, адміністративні будівлі, торговельні центри та ринки;
- Амур-Нижньодніпровський район: приватний сектор, будинки різної поверховості;
- Новокодацький район: приватний сектор, невеликі житлові комплекси.

Промислова зона:

- Індустріальний район: заводи та підприємства важкої та легкої промисловості, складські комплекси;
- Самарський район: заводи та підприємства важкої та легкої промисловості, залізничні станції.

Рекреаційна зона:

- Чечелівський ліс: лісові масиви та парки для відпочинку та прогулянок;
- Шевченківський ліс: лісові масиви та парки для відпочинку та прогулянок;
- Парк культури і відпочинку імені Т.Г. Шевченка: великий парк з атракціонами, спортивними майданчиками та зонами відпочинку.

Загалом, щільність населення в центральних районах міста Дніпра є значно вищою, ніж в околицях та на окраїнах міста, де площа районів є більшою.

Наявний житловий фонд міста становить 4 144 000 квадратних метрів. Орієнтовно це відповідає близько 420 тисячам житлових одиниць різної площі та призначення, таких як квартири, будинки, гуртожитки, тощо.

Враховуючи, що місто має населення більше мільйона жителів, можна зробити висновок, що в середньому припадає близько 0,4 квадратних метра

житлової площі на одну людину. Проте, варто відзначити, що щільність житла може значно відрізнятися в залежності від району міста та типу житла (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Житловий фонд міста Дніпро

№ п/п	Роки	Загальна площа, млн. м <sup>2</sup>	На одного жителя, м <sup>2</sup>	Кількість квартир, тис.
1	2016	34,7	35,7	1334,9
2	2017	35,04	36,1	1343,3
3	2018	35,3	36,5	1351,2
4	2019	35,57	36,8	1358,4
5	2020	35,76	37,2	1365,4

(\*За даними департаменту житлового господарства Дніпровської міської ради)

Водночас перспективи територіального розвитку міста Дніпро зумовлюють активне зростання та зростання населення міста.

## 2.2 Критичний аналіз міської системи збору та сортування ТПВ

Місто Дніпро є одним з найбільших міст України з населенням понад 1 мільйон чоловік. Збір та переробка ТПВ у місті здійснюється за допомогою комунальних підприємств, які фінансуються з міського бюджету.

За даними Департаменту ЖКГ та екології Дніпропетровської міської ради, у 2020 році загальний обсяг зібраних ТПВ становив близько 200 тис. тон. При цьому більшість відходів збирається звичайними сміттєвозами та доставляється на звалище.

Згідно з даними міської ради, у місті Дніпро наразі працюють три сміттєзвалища, які підлягають санкціонованій закриттю, та планується створення екологічної зони. Також, в місті діють пункти збору вторсировини, але їх кількість недостатня для вирішення проблеми збору та переробки ТПВ.

Незважаючи на наявність програми збору та переробки ТПВ, які спрямовані на зниження кількості відходів, деякі питання все ще залишаються невирішеними. Недостатня кількість сортувальних ліній та відсутність необхідних технологій ускладнюють процес переробки ТПВ відповідно до вимог законодавства та міжнародних стандартів.

Також, проблемою є недостатня увага до питань утилізації токсичних матеріалів та електронних відходів, які можуть викликати негативний вплив на довкілля та здоров'я людей. Для управління поведженням з побутовими відходами в місті Дніпро створено Комунальне підприємство «Дніпроекоцентр», яке займається збором, транспортуванням, утилізацією та переробкою відходів. Підприємство має власну базу переробки відходів, що включає в себе сучасне обладнання для сортування та переробки відходів різних типів.

Основні завдання Дніпроекоцентру включають:

Організація та забезпечення функціонування системи збору, транспортування, обробки та утилізації побутових відходів на території міста.

Розробка та впровадження програм зменшення обсягів утворення та поліпшення якості побутових відходів.

Здійснення моніторингу за якістю поведження з побутовими відходами та ефективністю роботи системи.

Проведення інформаційної роботи з населенням щодо необхідності роздільного збору та правильного поведження з відходами.

Дніпроекоцентр також займається реалізацією проектів, спрямованих на поліпшення екологічної ситуації в місті та зменшення негативного впливу на довкілля. Наприклад, підприємство бере участь у проекті з впровадженням системи електронного збору платежів за комунальні послуги, що сприяє зменшенню кількості паперових квитанцій та відходів.

Також Дніпроекоцентр розробляє та впроваджує проекти з використання відходів як вторинної сировини. Наприклад, у 2021 році було запущено проект з переробки пластикових відходів в місті Дніпро, який передбачає встановлення



спеціальних контейнерів для збору пластикових відходів та їх подальшу переробку на спеціалізованих підприємствах.

Збирання та вивезення побутових відходів в місті Дніпро здійснюється комунальним підприємством «Дніпроєкоцентр». За даними підприємства, на даний момент у парку техніки знаходиться 100 одиниць спецтехніки, яка задіяна в збиранні та вивезенні побутових відходів, в тому числі:

28 машин для збору сміття з підйомним механізмом (автопідйомники);

48 машин для збору сміття з вантажопідйомністю 5–12 тонн;

24 машини для транспортування сміття зі стоянок у місця збору та сортування.

Крім того, «Дніпроєкоцентр» співпрацює з іншими підприємствами, які задіяні в перевезенні твердих побутових відходів (ТПВ) зі стоянок до полігону. У місті діє система договірних відносин між «Дніпроєкоцентром» та приватними перевізниками, які забезпечують транспортування ТПВ до полігону з місць збору та сортування. Зокрема, деякі з приватних перевізників, які працюють з "Дніпроєкоцентром", мають у своєму розпорядженні спеціалізовану техніку для перевезення небезпечних відходів.

У Дніпрі окрім КП «Дніпроєкоцентр» також працює приватна компанія «Екопромисловий альянс», яка займається збором, транспортуванням та утилізацією твердих побутових відходів у місті. Крім того, існують окремі послуги приватних перевізників, які пропонують вивезення ТПВ.

В місті Дніпро на даний момент немає сміттєспалювальних заводів. За даними Дніпропетровської міськради, наразі в місті розглядається можливість будівництва сучасного сміттєпереробного комплексу з використанням технології механіко-біологічної обробки відходів. Орієнтовна потужність такого комплексу становитиме близько 300 тис. тон відходів на рік. Проте, конкретні терміни та місце будівництва поки не уточнені.

Планується, що до 2025 року буде побудовано новий сучасний екологічний комплекс з утилізації ТПВ на місці діючого сміттєзвалища, який має бути

здатний переробляти до 700 тон відходів на день. Побудова комплексу передбачається за допомогою інвестиційних коштів від інвесторів.

Також, в місті діє кілька нелегальних тимчасових звалищ, куди відвозяться відходи без дотримання екологічних норм та вимог, що створює проблему забруднення довкілля. Міська влада веде боротьбу з такими нелегальними звалищами та планує їх закриття та утилізацію відходів на сучасних екологічних об'єктах.

Полігон «Софіївка» в місті Дніпро є додатковим захороненням ТПВ, що використовується підприємством «Екопромисловий альянс». Він знаходиться за межами міста та має більш сучасну інфраструктуру порівняно з полігоном «Смітгезвалище №5». Однак, він не є офіційним міським полігоном та використовується лише як додатковий захід для зменшення навантаження на основний полігон.

Полігон «Софіївка» - це один з двох діючих полігонів для зберігання твердих побутових відходів у місті Дніпро. Розташований він на півночі міста, в межах Самарського району, на вулиці Софіївській.

Загальна площа полігону складає близько 60 гектарів, з яких понад 25 гектарів вже заповнено відходами. За даними ДніпроСАУ, щорічний обсяг сміття, який збирається на території міста та направляється на полігон "Софіївка", становить близько 450 тисяч тон.

Незважаючи на те, що полігон ще має вільну площу для зберігання відходів, він вже давно вичерпав свій ресурс та потребує модернізації. Уряд міста Дніпро розглядає можливість створення нового полігону для зберігання твердих побутових відходів, щоб забезпечити якісне та безпечне поводження з відходами на майбутнє.

Отже, можна зробити висновок, що у місті Дніпро є потреба в удосконаленні технологій збору та сортування ТПВ, щоб вирішити проблему переробки відходів у відповідності до вимог законодавства та міжнародних стандартів, а також забезпечити екологічну безпеку міста та здоров'я мешканців.

Для цього необхідно використовувати передові технології та методи, які успішно використовуються в країнах Європейського Союзу, а також вдосконалювати існуючі системи збору та переробки ТПВ. Необхідно також залучати громадськість до процесу сортування та переробки відходів, щоб підвищити рівень екологічної культури серед населення та зменшити кількість ТПВ, які потрапляють на звалища.

Таким чином, метою дослідження є удосконалення технологій збору та сортування ТПВ в місті Дніпро на прикладі країн Європейського Союзу, а завданнями дослідження є аналіз сучасного стану збору та сортування ТПВ в місті, визначення основних проблем та шляхів їх вирішення, а також розробка пропозицій щодо вдосконалення технологій збору та сортування ТПВ у місті.

В місті Дніпро існують різні системи збору та сортування ТПВ, які в основному базуються на механізмах та технологіях, які використовуються в Україні. Однак, на сьогоднішній день, ці системи не відповідають повністю сучасним вимогам щодо екологічної безпеки та ефективності переробки ТПВ.

Основною системою збору та сортування ТПВ в місті є система контейнерного збору відходів. У місті розміщено більше 6 тисяч контейнерів для збору ТПВ, які розташовані вздовж доріг та вулиць. Однак, дана система має деякі проблеми, зокрема, недостатню кількість контейнерів у певних районах міста, недостатню ємність контейнерів, що веде до накопичення відходів поруч з контейнерами, а також неправильне сортування відходів мешканцями.

Також у місті працює низка пунктів прийому вторинної сировини, де можна здати відходи зокрема папір, скло, пластик, метал та інші матеріали. Однак, кількість таких пунктів обмежена та не вистачає для повноцінного збору вторинної сировини.

На даний момент у місті Дніпро також діє програма сортування ТПВ на джерелі, яка передбачає сортування відходів у спеціальних пакетах за кольором. Програма спрямована на зменшення кількості відходів, які потрапляють на звалища, та підвищення культури сортування серед населення. Однак, важливо забезпечити правильне вивезення та переробку сортованих відходів.

Сучасне місто Дніпро, де сьогодні мешкає понад 1,1 млн осіб, цілеспрямовано рухається в напрямку впровадження європейської системи поводження з відходами.

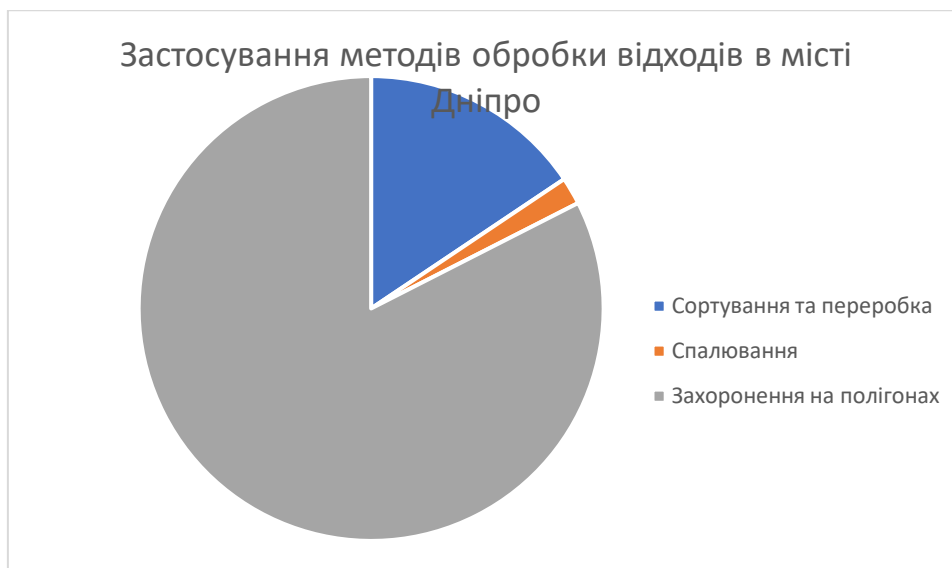
За даними Дніпровської міської ради, у 2021 році було сортовано та перероблено 15,6% від загальної кількості відходів. До спалення було направлено 1,9% відходів, а на полігонах захоронено 82,5% відходів. Водночас, на офіційному сайті Департаменту ЖКГ Дніпровської міської ради наведено інші дані за 2020 рік, згідно з якими було сортовано та перероблено 12,3% від загальної кількості відходів, до спалення направлено 2,2%, а на полігонах захоронено 85,5% відходів.

Таким чином, за останні два роки відсоток сортування та переробки відходів збільшився на 3,3 відсоткових пункти, відсоток відходів, що направляються на спалення, зменшився на 0,3 відсоткових пункта, а відсоток відходів, що захоронюються на полігонах, зменшився на 3 відсоткових пункти.

Технологічна схема роздільного збору побутових відходів у місті Дніпро передбачає встановлення окремих контейнерів для збору ресурсоцінних компонентів (папір, пластик, скло, метал) та контейнерів для збору решти змішаних відходів.

В місті Дніпро роздільний збір відходів поступово впроваджується з 2016 року. За даними Дніпровської міської ради, станом на кінець 2021 року на території міста встановлено близько 4 тисяч контейнерів для збору різних видів відходів.

Щодо рівня відокремленості відходів, відсоткове співвідношення ресурсоцінних компонентів та змішаних відходів може змінюватися залежно від району міста та інших факторів. Проте, за загальними даними за 2021 рік близько 20% відходів у місті Дніпро було відновлено або використано у якості сировини.



**Рисунок 2.1 – Поводження з побутовими відходами у м. Дніпро**

Для забезпечення належного санітарного стану, території та естетики в місті розпочато встановлення підземних контейнерів, коли весь контейнер знаходиться під землею. встановлення підземних контейнерів є одним із способів покращення санітарного стану міста та його естетичного вигляду. Такі контейнери зазвичай встановлюються в місцях з високою щільністю населення або на територіях, де обмежено простір для розміщення традиційних металевих контейнерів.



**Рисунок 2.2 – Підземний контейнер вміщує 3–5 разів більше відходів, які пресуються під власною вагою**

Підземні контейнери мають спеціальне обладнання, яке дозволяє піднімати їх на поверхню для вивезення вмісту. Такі контейнери мають більшу

ємність, ніж традиційні металеві, тому їх рідше потрібно вивозити, що зменшує транспортні витрати та забруднення навколишнього середовища.

На сьогоднішній день точна кількість встановлених підземних контейнерів в місті Дніпро відсутня. Але такий проект був запущений у 2019 році та продовжує розвиватися в деяких районах міста.

Кількість урн для побутових відходів визначається кількістю осіб, які ними користуються, та нормативом надання послуг з вивезення побутових відходів. При зберіганні відходів у контейнерах повинна бути виключена можливість їх псування, розкладання та розсипання.

Розрахункові норми утворення твердих побутових відходів в м. Дніпро наведені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3. – Розрахункові норми утворення твердих побутових відходів в м. Дніпро

№ п/п	Об'єкт	Одиниця виміру	Норма		Щільність м <sup>3</sup> /кг.
			середнє за добу	середнє за рік	
			кг	кг	
1	2	3	4	5	6
1	Житлові будинки багатоквартирні упорядковані із сміттєпроводами	особа	0,3–0,5	110–180	150–200
2	Житлові будинки багатоквартирні без сміттєпроводів	особа	0,2–0,3	50–100	30–60
3	Житлові будинки індивідуальної забудови з газовим опаленням та присадибною ділянкою	особа	1–1,5	350–550	50–100
4	Готелі з ресторанами, конференц-залами	місце	1–1,5	350–550	50–100
5	Готелі без ресторанів, конференц-залів	місце	0,5–1	150–300	50–100
6	Гуртожитки	місце	0,3–0,5	110–180	80–120
7	Санаторії, пансіонати, будинки відпочинку	місце	0,5–0,6	183–219	255–320
8	Лікарні	місце	2,5	912.5	130–150

№ п/п	Об'єкт	Одиниця виміру	Норма		Щільність м <sup>3</sup> /кг.
			середнє за добу	середнє за рік	
			кг	кг	
9	Поліклініки	одне відвідування	0,2	32,43	100–120
10	Дитячі дошкільні установи (дитсадки)	місце	0,7	170	100–120
8	Склади	1 м <sup>2</sup> площі	0,1–0,5	36–180	50–150
9	Адміністративні та громадські організації і установи	робоче місце	0,2–0,5	73–182	100–200
10	Науково-дослідні та проектні організації	робоче місце	0,1–0,2	36–72	40–80
11	Школи, ліцеї	учень	0,1–0,3	20–60	330
12	Заклади вищої освіти	студент	0,3–0,5	100–150	450
13	Школи-інтернати	учень	1,5–2,5	500–800	600
14	Профтехучилища	учень	0,3–0,5	100–150	450
15	Промтоварні крамниці	1 м <sup>2</sup> торговельної площі	0,5–1	150–300	600
16	Продовольчі крамниці	1 м <sup>2</sup> торговельної площі	0,2–0,5	0,2–0,5	600
17	Ринки (продовольчі, речові змішані)	1 м <sup>2</sup> торговельної площі	1–2	300–600	600
18	Супер-, гіпермегамаркети	1 м <sup>2</sup> торговельної площі	0,02–0,05	0,02–0,05	600
19	Видовищні установи (стадіони, літні площадки, оглядові майданчики тощо)	місце	0,2–0,5	0,2–0,5	150
20	Підприємства побутового обслуговування	робоче місце	0,5–1	180–200	30–50

№ п/п	Об'єкт	Одиниця виміру	Норма		Щільність м <sup>3</sup> /кг.
			середнє за добу	середнє за рік	
			кг	кг	
21	Заклади культури і мистецтв	місце	0,5–1	80–100	30–50
22	Залізничні вокзали, аеропорти, автовокзали	м <sup>2</sup> площі для пасажирів	0,2–0,3	30–50	70–90
23	Кемпінги, автостоянки	м <sup>2</sup> площі	0,1–0,2	30–50	70–90
24	Пляжі (в літній сезон)	м <sup>2</sup> території	0,1–0,2	–	30–50
25	Ресторани	місце	0,1–0,3	10–20	70–90
26	Кафе, їдальні	місце	0,05–0,1	5–10	70–90
27	Відкриті сезонні торгові площадки, павільйони	місце	0,1–0,3	–	70–90

(за даними управління охорони навколишнього природного середовища Дніпропетровської міської ради)

Зберігати відходи не менше 3 діб в холодну погоду і не більше 1 доби в теплу (щоденне транспортування). Крім того, власники контейнерів зобов'язані проводити очищення та дезінфекцію контейнерів не рідше одного разу на 10 днів протягом літніх місяців та не рідше одного разу на місяць в інший період року.

У складі побутових відходів є також небезпечні відходи, що утворюються в процесі життя й діяльності людини в житлових та нежитлових будинках які мають фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, що створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними. На полігонах та звалищах, під впливом атмосферних факторів елементи живлення (батареї, акумулятори), ртутні лампи, швидко руйнуються, а речовини, які є в їхньому складі, випаровуються та вимиваються. Такі відходи потребують окремого збору, перероблення та утилізації.

Батареї та акумулятори, у їх складі є не менш 10 хімічних високотоксичних елементів – мідь, цинк, магній, літій, ртуть, свинець, кадмій. Утилізуватись повинні акумулятори, літєві, літій-іонні та цинкові батареї.



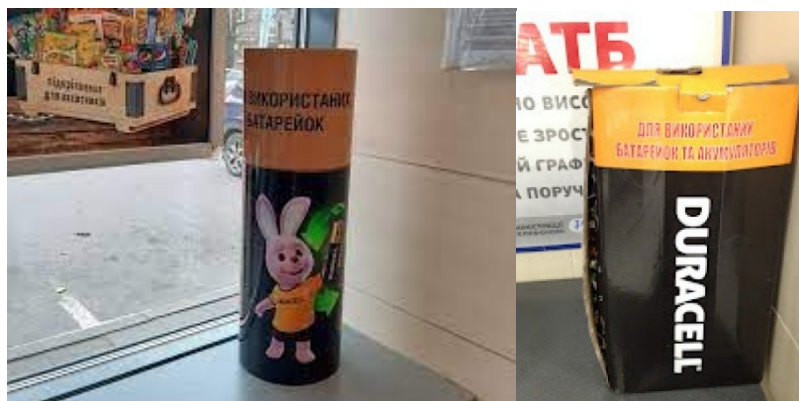
Крім цього, необхідно утилізувати акумулятори, які використовуються у побутових приладах: фотоапаратах, мобільних телефонах, ноутбуках та електроінструментах. З однієї тони батарейок можна отримати 288 кг марганцю, 240 кг цинку, близько 47 кг графіту[21].

Люмінесцентні лампи. У конструкції люмінесцентних ламп міститься від 3 до 25 мг ртуті в залежності від їх розміру і типу. Проте в цілому щорічно викидається близько 20 млн відпрацьованих ламп і на полігони потрапляє до 500 кг ртуті., відноситься до 1 класу токсичних відходів і є надзвичайно небезпечною. Вміст ртуті навіть в одній лампі може перевищувати в 30 разів мінімально допустимі норми в приміщенні, а 1 грам ртуті може забруднити 3,3млн м<sup>3</sup> повітря або 200 тис м<sup>3</sup> води [21].

Потрапляючи на полігон, а потім у підземні води, люмінофор, що містить залишки ртуті, перетворюється в більш небезпечну стійку сполуку – метилртуть. Тому потрібно створити особливі умови для тимчасового зберігання і подальшої переробки ртутних відходів. Заборонено розміщувати відходи від люмінесцентних ламп на полігонах твердих побутових відходів,

У місті Дніпро функціонує спеціалізоване підприємство "Екопромінвест", яке займається збором, транспортуванням та утилізацією НПВ. Підприємство працює у співпраці з місцевими органами влади та мешканцями міста для забезпечення безпечного та ефективного утилізації НПВ.

Згідно з даними "Екопромінвесту", у місті Дніпро існує одне місце захоронення небезпечних відходів, що розташоване на території сільськогосподарського підприємства "Восток-Агро". У цьому місці здійснюється збір та захоронення НПВ з відповідним дотриманням вимог безпеки та охорони довкілля.



*Рисунок 2.3 – Збір батарейок в супермаркеті «АТБ» на території міста Дніпро*

У місті Дніпро функціонує кілька підприємств, що займаються переробкою небезпечних відходів, зокрема:

ТОВ «Екопром-Дніпро» – спеціалізується на переробці батарейок та акумуляторів;

ТОВ «Укр-Екотехнології» – займається переробкою електронних пристроїв та побутової техніки;

ТОВ «Еколайн-Дніпро» – спеціалізується на переробці вторинної сировини та пластмас;

ПАТ «Дніпропетровський електрометалургійний завод» – займається переробкою відходів металургійної промисловості, а також відходів від переробки складських залишків.

Крім того, існують спеціалізовані пункти збору та утилізації небезпечних відходів, зокрема, лампочок, термометрів, батарейок, що знаходяться у різних районах міста. Ці пункти приймають відходи від населення та підприємств, та забезпечують їх утилізацію та переробку відповідно до вимог законодавства. Також існують компанії, що спеціалізуються на зборі та транспортуванні небезпечних відходів до спеціалізованих підприємств для їх подальшої переробки та утилізації.

Наступним кроком після аналізу сучасного стану збору та сортування ТПВ в місті Дніпро є опис існуючих систем збору та сортування ТПВ в місті.

У місті Дніпро існують різні системи збору та сортування ТПВ, які можна розглядати з точки зору їх ефективності та екологічної придатності. Нижче розглянемо основні системи збору та сортування ТПВ в місті Дніпро:

1. Комунальне підприємство «Дніпропетровськкомунсервіс». Дане підприємство відповідає за збір, транспортування та обробку побутових відходів в місті. Для цього використовується механічна сортувальна лінія на базі сміттєвозу з навантажувачем, який перекидає відходи на сміттєсортувальну лінію. Система роботи полягає в тому, що на початковій стадії сміттєвоз збирає побутові відходи з контейнерів, які розташовані в різних районах міста. Потім відходи транспортуються на механічну сортувальну лінію, де проводиться їх сортування за видами матеріалів.

2. Приватні підприємства. У місті Дніпро працює кілька приватних підприємств, які займаються збором та переробкою побутових відходів. Одне з таких підприємств – «Екоцентр Дніпро», яке займається збором, сортуванням та переробкою ТПВ. Для збору відходів використовуються спеціальні контейнери, які розташовані в різних районах міста.

Однак, існує деяка проблема з ефективністю роботи цих систем, оскільки не всі мешканці міста дотримуються правил роздільного збору та утилізації відходів. Багато мешканців змішують різні види відходів, що ускладнює їх подальшу переробку і може впливати на якість зібраних матеріалів. Крім того, системи збору і сортування ТПВ в місті Дніпро потребують покращення, щоб забезпечити ефективну переробку відходів та знизити кількість сміттєзвалищ.

### **2.3 Оцінка морфологічного складу ТПВ для м. Дніпро**

Питання стосовно підходів щодо поводження з твердими побутовими відходами й перехід від їх захоронення до запобігання й зменшення утворення, запровадження сортування, переробки, використання, як матеріальних і енергетичних ресурсів є ключовими для досягнення позитивного результату щодо вирішення проблем з відходами в Україні. Підписавши у 2014 році Угоду про асоціацію з Європейським Союзом, Україна, зробила свій європейський вибір, у тому числі й у сфері управління відходами. Показники, які встановлює

Європа у сфері поводження з відходами, досить високі. Перший пріоритет, який ЄС встановлює це запобігання утворенню відходів й на останньому місці їх захоронення. Зміна підходів щодо поводження з відходами і перехід від захоронення відходів до запобігання, зменшення утворення відходів та запровадження сортування, переробки, використання відходів, як матеріальних і енергетичних ресурсів є ключовими для досягнення позитивного результату з вирішення проблем з відходами в Україні. Близько половини відходів попередньо відсортувавши, можна було б переробити. При цьому, з 1 січня 2018 року в Україні вже передбачена необхідність створення умов для реалізації роздільного збирання побутових відходів статтею 32 Закону України «Про відходи», якою встановлюється заборона на захоронення на полігонах не перероблених (необроблених) побутових відходів. Проте на сьогодні, як показав аналіз літературних джерел, на сьогодні відходи майже у повному обсязі направляються на полігони для захоронення. Враховуючи складну ситуацію, що склалася на сьогодні щодо поводження з побутовими відходами, вкрай важливо обрати правильні пріоритети та напрямки діяльності, і найкраще в використати європейський досвід управління відходами, щоб впровадити оптимальну модель управління відходами в державі. Основна директива у сфері управління відходами, яку має впровадити Україна це Директива 2008/98/ЄС про відходи. Побутові відходи є екологічною, санітарною й господарською проблемою для населених пунктів, особливо для великих міст, що стосується також і міста Дніпро.

Визначення морфологічного складу та щільності твердих побутових відходів у контейнерах проводять відповідно до «Методичних рекомендацій з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів», затверджених наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 16.02.10 за № 39. Визначають морфологічний склад твердих побутових відходів за двома джерелами їх утворення – житлові будинки (багатоквартирні та одноквартирні) і підприємства, установи та організації (об'єкти утворення побутових відходів) та на об'єктах поводження з твердими побутовими

відходами. Визначення проводять у районах житлової забудови та на об'єктах утворення побутових відходів, де не змішуються тверді, великогабаритні, ремонтні і рідких відходи.

Для проведення досліджень з визначення морфологічного складу відходів у контейнера слід мати – пластикові пакети об'ємом до 20 л, ваги до 20 кг, лопати, рулетку, форми для запису результатів.

Перед дослідженням відходи розрівнюють у контейнері та виміряють рулеткою його висоту та довжину і ширину його верхньої й нижньої основи і висоту його заповнення. Потім вміст контейнера висипають на майданчик і сортують лопатами окремі компоненти у пластикові пакети. Після відбору окремих компонентів завантажують залишок відходів, що залишився після сортування. Потім пакети із окремими компонентами зважують і записують результати у відповідну форму, а пакети складують знову у контейнер.

При опрацюванні результатів дослідження визначають вагу кожного компонента та загальну вагу відходів і прийнявши за 100% загальну вагу розраховують у відсотках вміст кожного компонента відходів у контейнері. За заміряними розмірами контейнера визначають його об'єм.

За результатами зважування усіх контейнерів визначають середній морфологічний склад та щільність відходів у контейнерах, обчислюють похибки та коригують дані. Щільність відходів у контейнерах розраховують як відношення маси відходів до об'єму контейнера з урахуванням висоти його заповнення.

Розрахунок складового компонента відходів, як вторинної сировини в загальній масі проводять за формулою:

$$M_i = d / 100 \times M_{заг}, \text{ кг}, \quad (2.1)$$

де:  $M_i$  – маса однієї складової у загальній масі відходів;

$d$  – вміст у відсотках однієї складової у загальній масі відходів, %;

$M_{заг}$  – загальна маса відходів, кг.

Масу відходів, як вторинної сировини, якщо їх збирають в одному

контейнері визначають за формулою:

$$\sum_i M_i = \sum_i d_i / 100 \times M_{\text{заг}} \quad , \text{ кг.} \quad (2.2)$$

де:

$M_i$  – маса однієї складової сировини у загальній масі відходів;

$d$  – вміст у відсотках однієї складової у загальній масі відходів, %;

$M_{\text{заг}}$  – загальна маса відходів, кг.

Кількість контейнерів для збирання відходів як вторинної сировини визначається за формулою:

$$n_{\text{нз}} = \frac{Q_{\text{дmax}} t k_1}{c k_3}, \quad (2.3)$$

де  $Q_{\text{дmax}}$  – максимальне добове накопичення побутових відходів,  $\text{м}^3$ ,

$$Q_{\text{дmax}} = \frac{Q_{\text{річ}}}{365}, \quad (2.4)$$

$Q_{\text{річ}}$  – річне накопичення побутових відходів,  $\text{м}^3$ ;

$t$  – період вивезення відходів, доба;

$k_1$  – коефіцієнт ремонтного резерву збірників, приймають  $1,05$ ;

$k_3$  – коефіцієнт заповнення збірників, приймають  $0,9$ ;

$c$  – місткість одного збірника,  $\text{м}^3$ , для житлових будинків великої поверховості приймають  $c = 0,98 \text{ м}^3$ .

У складі твердих побутових відходів розрізняються компоненти мінерального та органічного походження. Характерною особливістю побутових відходів є те, що вони є змішаними, складаються із суміші різних компонентів. Причому компоненти побутових відходів, змішуються ще на стадії їх утворення вже у відрі або контейнері, а далі в сміттевозі і потім в місцях їх захоронення на полігоні чи звалищі[20].



**Рисунок 2.4 – Морфологічний склад ТПВ**

Суміш різних компонентів побутових відходів обумовлює фізичних та біохімічних процесів, які відбуваються в тілі полігону чи звалища з утворенням шкідливих хімічних сполук, які забруднюють атмосферне повітря й ґрунтові води.

Для міста Дніпро були проведені дослідження, які вказують на наступний морфологічний склад:

- органічні відходи (харчові відходи, залишки рослин тощо) – 40%
- папір та картон – 20%
- пластик – 15%
- скло – 10%
- метал – 10%
- текстиль – 3%
- деревина – 1%
- інші матеріали (включаючи відходи будівельного матеріалу, гуму, покриття та ін.) – 1%

Таким чином, більше половини твердих побутових відходів у місті Дніпро є органічними відходами.

## **2.4 Результати анкетування жителів м. Дніпро щодо проблем сортування твердих побутових відходів**

Для розуміння проблеми поводження з твердими побутовими відходами було проведено експрес-анкетування мешканців м. Дніпро щодо ставлення їх до цієї проблеми та готовності до сортування твердих побутових відходів.

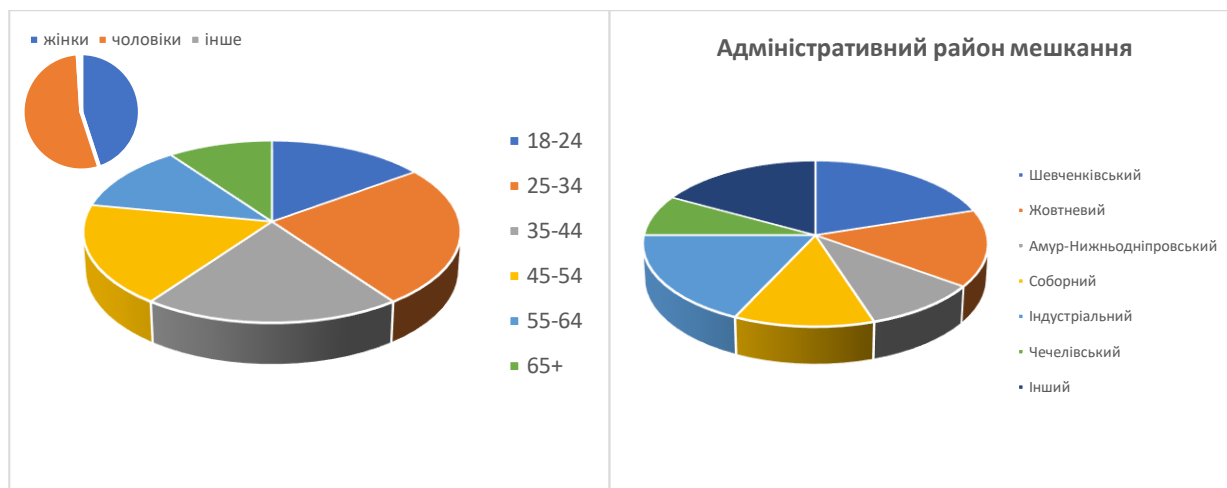
В анкеті ставилися наступні запитання:

- 1) Вікова категорія, згідно класифікації ВООЗ
- 2) Стать
- 3) Адміністративний район мешкання
- 4) Чи обізнані ви щодо небезпечних наслідків від впливу сміттєзвалищ на довкілля та здоров'я населення?
- 5) Чи розумієтеся ви на процедурі сортування ТПВ?
- 6) Чи турбує вас проблема стихійних сміттєзвалищ та нерационального поводження з твердими побутовими відходами?
- 7) Чи здійснюєте ви сортування твердих побутових відходів?
- 8) Чи встановлено на вашому подвір'ї контейнери для сортування ТПВ?
- 9) Якій на вашу думку з наведених заходів є більш дієвий для стимулювання громадян сортувати тверді побутові відходи?
- 10) Чи готові ви сортувати ТПВ за наявності пунктів прийому вторинної сировини або спеціальних контейнерів недалеко від вашого дому?

Даний перелік питань укладався з метою оцінити рівень інформованості (знання), емпатії (занепокоєння) та вмотивованості (прагнень діяти) громадян міста Дніпро, щодо проблем поводження з твердими побутовими відходами.

Анкетування проводилося в форматі оф-лайн. Усього було опитано 100 респондентів, результати анкетування наведені нижче.





**Рисунок 2.5 – Вікова, статевая категорія респондентів та їх місцезнаходження**

За результатами анкетування більшість респондентів були молодого або середнього віку та мали переважно поверхневі знання щодо процедури сортування ТПВ.



**Рисунок 2.6 - Обізнаність респондентів щодо процедури сортування ТПВ, наслідків від впливу сміттєзвалищ**



**Рисунок 2.7. – Розподіл відповідей респондентів щодо сортування ТПВ та наявності поруч контейнерів**

Біля 70% респондентів відповіли що лише іноді здають відходи, зокрема батарейки та макулатуру у спеціальні пункти прийому, та не мають поблизу місця свого мешкання контейнерів для сортування відходів.



**Рисунок 2.8. – Розподіл відповідей респондентів щодо заходів для стимуляції сортування ТПВ та намірів щодо сортувати у випадку наявності поблизу спеціальних контейнерів чи пунктів прийому**

Чверть респондентів вважають, що найбільш дієвий захід стимуляції громадян до сортування ТПВ є насамперед облаштування спеціальних контейнерів або пунктів прийому відходів у безпосередній близькості від міста мешкання. Більш ніж 50% респондентів відповіла що у такому випадку обов'язково розпочне сортування відходів.

Ще біля 30% респондентів вважають пріоритетним введення штрафів за порушення правил поводження з ТПВ, та лише 15% вважають пріоритетним проведення інформаційної компанії для населення з метою актуалізації проблем поводження з ТПВ та роз'яснювальної роботи щодо процедури сортування відходів.

Таким чином, результати анкетування дозволяють зробити висновок, що більшість громадян м. Дніпро (біля 60%) занепокоєні «смітцевою проблемою»

та готові сортувати тверді побутові відходи за наявності спеціальних контейнерів або пунктів прийому поруч з містом їх мешкання.

Також біля 10% громадян вважають наразі недоречним це питання через воєнний стан.

Отримані результати дозволяють в подальшому визначити частку ТПВ, що можуть бути відсортовано за складом.

## **2.5 Удосконалення системи прийому твердих побутових відходів агломерації м. Дніпро**

Для формування удосконаленої системи прийому ТПВ у місті Дніпро використовувалися вихідні дані, отримані як за літературними джерелами так і результатів, отриманих в ході виконання цієї роботи, а саме:

Кількість сміття, що утворюється одним мешканцем для м. Дніпро становить 490 кг (Так як на 2020 рік кожен українець щороку створював близько 330-380 кг твердих побутових відходів, а ці обсяги щороку збільшуються на 20%). Середня щільність сміття після ущільнення становитиме 1 кг/м<sup>3</sup>.

Частка ТПВ, яку доцільно сортувати, а саме пластик, скло, папір та становить близько 60% або у перерахунку 290 кг/рік в середньому на одного мешканця м. Дніпро.

Кількість громадян, які вже здійснюють сортування або прагнуть до цього долучитися у разі налагодження такої системи становить біля 60%. З урахуванням цього фактору, на одного мешканця певного адміністративного району міста буде припадати приблизно 180 кг/рік ТПВ, що складаються з паперу, пластику та скла. Решта ж відходів у смітті мають відносно невелику частку і можуть вивозитися на полігони ТПВ у традиційний спосіб разом з органічними відходами. З урахуванням міркувань та вхідних даних для визначення потрібної кількості контейнерів для сортування ТПВ була сформована наступна таблиця 2.1.

Таблиця 2.4. – Результати розрахунку обсягів відходів та потрібних контейнерів для сортування в районах м. Дніпро

Район	Кількість населення	Площа району, км <sup>2</sup>	Щільність населення на км <sup>2</sup>	Обсяг відходів для сортування т/рік	Кількість контейнерів, необхідних для сортування
Центральний	58852	10,403	5657,2	10593,36	48
Чечелівський	114171	35,897	3180,5	20550,78	93
Індустріальний	126665	32,679	3876	22799,7	105
Шевченківський	142119	31,452	4518,6	25581,42	117
Соборний	159709	44,093	3622,1	28747,62	132
Амур-Нижньодніпровський	144852	71,626	2022,3	26073,36	119
Новокодацький	164039	109,28	1501,1	29529,02	135
Самарський	73429	66,834	1098,7	13217,22	61
<b>Усього по місту:</b>					<b>810</b>

Таким чином, загальна кількість місць розміщення контейнерів для сортування сміття у м. Дніпро становитиме 810, на кожному місці розміщується по 3 контейнери ємністю по 980 л для сортування паперу, скла та пластику. (рис. 2.5).



*Рисунок 2.9 – контейнери для сортування відходів (ліворуч – ємністю по 20 л для квартири, праворуч – по 980 л для встановлення на подвір'ї)*

Відповідно розрахункам для поточної кількості контейнерів необхідно здійснювати їх вивіз на підприємства з переробки або розміщувати на тимчасових районних полігонах (рис. 2.6) двічі на тиждень, або 104 рази на рік.



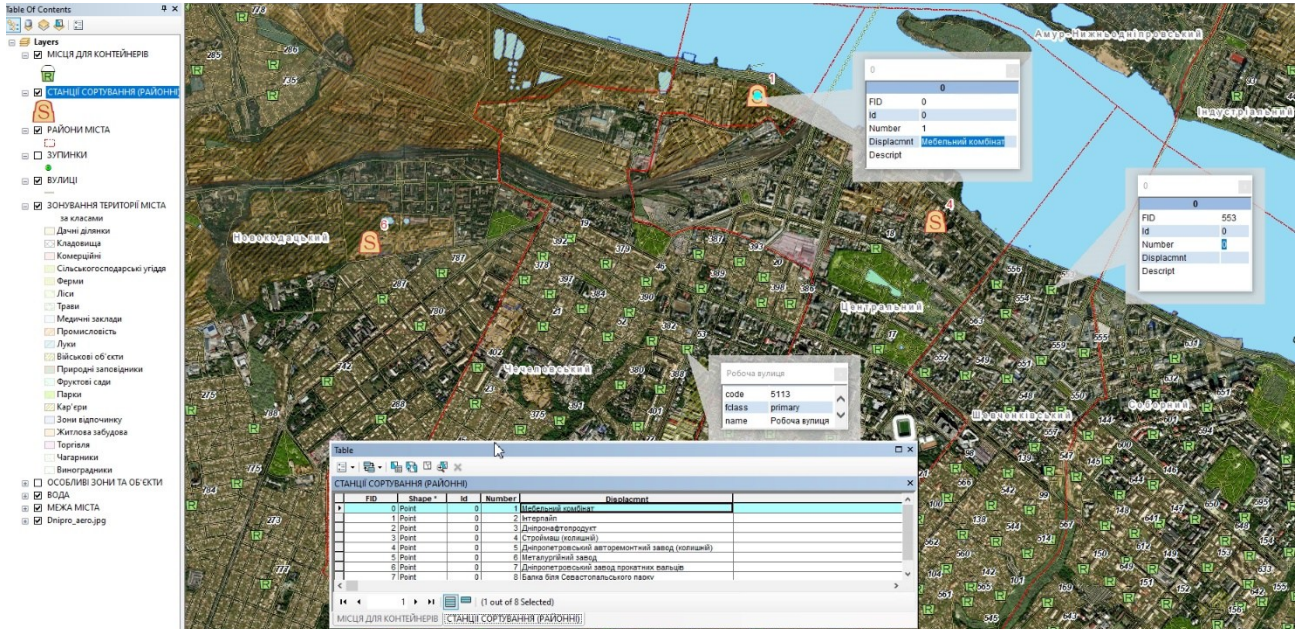
***Рисунок 2.10 – Районі пункти прийому відсортованих твердих побутових відходів***

Для обґрунтування місць розміщення контейнерів використовувалися топографічні дані про зонування території м. Дніпро за класами, зокрема адміністративні райони з даними про кількість населення, контури багатоповерхової та приватної житлової забудови з урахуванням щільності населення, вулиці та дорожня сітка.

Топографічні дані отримані з відкритих джерел – Open Street Map (<https://www.openstreetmap.org>) та експортовані у формат *.shp* для подальшої роботи у програмному середовищі ESRI ArcGIS Desktop 10.

Топографічні та статистичні дані про адміністративно територіальний устрій м. Дніпро станом на 2020 рік отримані від Дніпровської міської ради. Аерофотознімок території міста у високій роздільній здатності із топографічною прив'язкою отримано за допомогою програми SasPlanet і сервісу <http://www.sasgis.org/>.

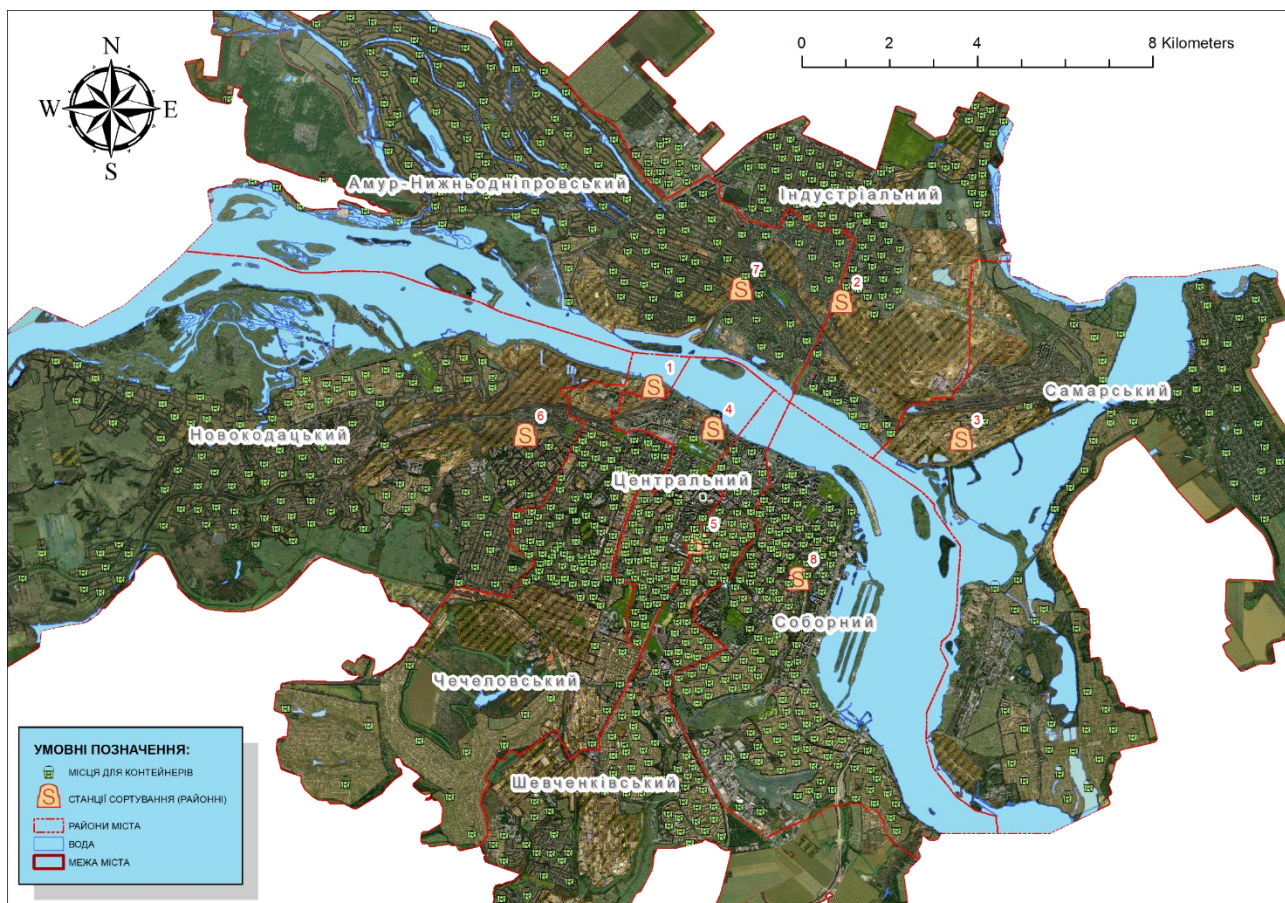
Поєднання цих даних допомогло у програмному середовищі ESRI ArcGIS Desktop 10 обґрунтувати місця розміщення контейнерів для сортування ТПВ, рис. 2.11



**Рисунок 2.11 – Локації для тимчасового зберігання відсортованих відходів за допомогою програмного середовища ArcGIS 10**

Локації для тимчасового зберігання відсортованих відходів (рис. 2.12):

1. Центральний – колишній СТРОЙМАШ;
2. Чечелівський – Машиноремонтний завод;
3. Індустріальний – Інтерпайп
4. Шевченківський – колишній Дніпропетровський авторемонтний завод
5. Соборний – Балка;
6. Амур-Нижньодніпровський – Вагоноремонтний завод
7. Новокодацький – Металургійний завод
8. Самарський – Дніпронафтопродукт



**Рисунок 2.12 – Схема розташування контейнерів для сортування ТПВ за допомогою у м.Дніпро**

При реалізації даної схеми очікується, що обсяги надходження сміття на полігони ТПВ знизяться до 60%, які будуть містити переважно харчові відходи та текстиль. Водночас підприємства з переробки паперу, пластику та скла отримують стабільні поставки сировини.

## **2.6. Висновки щодо перспектив використання удосконаленої системи збору та сортування ТПВ міста Дніпро на основі аналізу досвіду країн ЄС**

Одним з головних напрямів удосконалення системи збору та сортування ТПВ міста Дніпро може бути застосування кращих практик та технологій, які успішно використовуються в країнах ЄС. Нижче пропонуються деякі ідеї, які можуть бути використані для удосконалення системи збору та сортування ТПВ міста Дніпро:

1. Впровадження окремого збору біопобутових відходів: Однією з найважливіших складових ефективної системи збору та сортування ТПВ є окремий збір біопобутових відходів. Це дозволить відокремлювати органічний відходи від інших видів відходів, що дозволить їх переробку на біогаз та компост.

2. Використання сучасних технологій сортування відходів: У країнах ЄС часто використовуються автоматизовані системи сортування відходів, які дозволяють більш точно та ефективно сортувати відходи. Вони використовують різні методи, такі як оптичний розпізнавання, магнітні сепаратори, аеродинамічні відбійники, що дозволяють автоматизувати процес сортування.

3. Вдосконалення системи збору та утилізації електронних відходів: Оскільки електронні відходи містять різноманітні токсичні речовини, їх правильна утилізація є дуже важливою. У країнах ЄС існують різноманітні програми збору та утилізації електронних відходів, які можуть бути використані як зразок для міста Дніпро.

Для удосконалення системи збору та сортування ТПВ міста Дніпро на основі досвіду країн ЄС можуть бути запропоновані наступні кроки:

1. Введення окремих контейнерів для різних видів відходів: в першу чергу, необхідно встановити контейнери для окремого збору паперу, скла, металу та пластику. Це дозволить відокремлювати ці матеріали на етапі їх збору та переробки.

2. Підвищення обізнаності населення: необхідно проводити інформаційну роботу серед населення щодо правильного сортування ТПВ. На цілодобових та нічних майданчиках повинні бути встановлені роз'яснювальні таблички та інформаційні стенди щодо сортування відходів. Для цього можна використовувати різноманітні форми комунікації, такі як листівки, буклети, рекламні ролики та ін.

3. Запровадження мобільної системи збору ТПВ: мобільна система збору відходів дозволить проводити регулярний збір відходів в окремих районах міста та на окремих підприємствах. Це дозволить зменшити кількість сміттєзвалищ та



зменшити витрати на транспортування відходів до місць їх подальшої переробки.

4. Впровадження системи винагород за сортування відходів: система винагород може бути введена для мотивування населення до правильного сортування відходів. Це може бути виграшна програма, в рамках якої можна розігрувати призи серед осіб, які відокремлюють відходи за видами та сортують їх правильно.

5. Впровадження спеціальних програм для виробників ТПВ: Ще однією пропозицією щодо удосконалення системи збору та сортування ТПВ міста Дніпро може бути впровадження спеціальних програм для виробників ТПВ. У багатьох країнах ЄС діють програми, що сприяють зменшенню кількості відходів ТПВ, наприклад, шляхом зменшення використання пластикових упаковок, або переходу до біорозкладних матеріалів.

Такі програми можуть бути впроваджені і в Україні, зокрема в місті Дніпро, шляхом співпраці з виробниками ТПВ та проведення інформаційної роботи з населенням щодо екологічного вибору товарів. Крім того, можливо запровадити спеціальні маркування на упаковці, які б вказували на екологічність товару та його можливість переробки.

Таким чином, впровадження спеціальних програм для виробників ТПВ може стати ефективним інструментом для зменшення кількості відходів ТПВ та покращення системи їх збору та сортування в місті Дніпро.

Оцінка економічної ефективності нової системи збору та сортування ТПВ в місті Дніпро є важливою частиною стратегії впровадження. Для цього необхідно порівняти витрати на впровадження та експлуатацію нової системи збору та сортування ТПВ з потенційними економічними вигодами, які можуть бути отримані внаслідок підвищення рівня переробки та утилізації ТПВ.

Однією з можливих економічних зисків є зменшення витрат на вивезення ТПВ на сміттєзвалище, оскільки застосування сучасних технологій переробки ТПВ дозволяє значно зменшити обсяг відходів, які потребують збирання та транспортування на сміттєзвалище. Крім того, вартість переробки ТПВ може

бути знижена завдяки збільшенню обсягу збору та сортування, що забезпечить масштабність виробництва та знизить витрати на виробництво та транспортування перероблених відходів.

Окрім того, нова система збору та сортування ТПВ може мати позитивний економічний вплив на місцеву економіку, створивши нові робочі місця та підтримуючи розвиток підприємств, які займаються переробкою та утилізацією ТПВ. Крім того, застосування нових технологій може забезпечити створення нових видів продукції та послуг, пов'язаних з переробкою та утилізацією ТПВ, що також може мати позитивний вплив на місцеву економіку.

Отже, оцінка економічної ефективності нової системи збору та сортування ТПВ в місті Дніпро можна використати методику «Кошторисна оцінка проекту». Цей метод дозволяє визначити планові доходи та витрати проекту, а також розрахувати показники економічної ефективності, такі як чистий дисконтований дохід, індекс рентабельності, період окупності, внутрішня норма прибутку тощо.

Для проведення оцінки необхідно врахувати витрати на придбання необхідного обладнання та технологічного оснащення, на збір, транспортування та переробку ТПВ, на заробітну плату працівників, на рекламні та інформаційні кампанії тощо. Також потрібно розрахувати планові доходи від реалізації вторинної сировини та економію від зменшення витрат на утилізацію сміття.

При розрахунках необхідно враховувати різні варіанти розвитку проекту та проводити чутливість аналізу, що дозволить визначити, які фактори мають найбільший вплив на економічну ефективність проекту.

Після проведення оцінки економічної ефективності нової системи збору та сортування ТПВ в місті Дніпро можна зробити висновок про доцільність її впровадження та визначити необхідні заходи для її успішного впровадження.

Нова система збору та сортування ТПВ може мати декілька переваг економічної ефективності порівняно з існуючою системою:

1. Зменшення витрат на вивіз сміття: завдяки використанню більш ефективних технологій та оптимізації маршрутів збирання та вивезення сміття, нова система може зменшити витрати на ці операції.

2. Збільшення кількості перероблених ТПВ: за рахунок використання більш ефективних технологій сортування та переробки ТПВ, нова система може збільшити кількість ТПВ, що підлягає переробці, що в свою чергу може призвести до зменшення витрат на закупівлю нових сировинних матеріалів.

3. Збільшення прибутку міського бюджету: завдяки більш ефективному збору та переробці ТПВ, можна збільшити прибуток міського бюджету від продажу вторсировини та інших матеріалів, що отримуються в результаті переробки.

4. Поліпшення екологічної ситуації: нова система може допомогти зменшити кількість ТПВ, що потрапляють на звалища та в природне середовище, що в свою чергу може позитивно вплинути на екологічну ситуацію в місті.

5. Збільшення інвестиційного потенціалу: збільшення ефективності системи збору та сортування ТПВ може привести до збільшення інвестиційного потенціалу міста, оскільки це може сприяти розвитку ринку переробки вторсировини та залученню інвестицій у цей сектор.

У цілому, впровадження нової системи збору та сортування ТПВ може мати значний економічний вплив.

## ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі було вирішено актуальну задачу щодо удосконалення технології поводження з твердими побутовими відходами у м. Дніпро з урахуванням досвіду країн СЄ.

На основі результатів роботи зроблені наступні висновки:

1. В останні роки, зі збільшенням населення, утворення побутових відходів у країнах ЄС має тенденцію до зменшення. У найбільш розвинених країнах Європи розвиток у сфері поводження з твердими побутовими відходами дозволив переробляти, компостувати та спалювати до 95% відходів.

2. Оцінка стану поводження з побутовими відходами місті Дніпро показала, що в цілому, в місті сортується й переробляється лише біля 15,6% від загальної кількості відходів. До спалення було направлено 1,9% відходів, а на полігонах захоронено 82,5% відходів. Впроваджується збір небезпечних відходів (відпрацьованих батарейок, непошкоджених ртутних термометрів та енергозберігаючих ламп). Наразі місто Дніпро не має сміттєспалювального заводу.

3. Однією з проблем Сміттєзвалища №5 є його близькість до житлових районів міста, через що мешканці відчують дискомфорт від неприємного запаху та можливих екологічних ризиків. Крім того, у зв'язку зі збільшенням обсягів вироблення відходів, полігони стають все більш переповненими, що збільшує ризик забруднення ґрунту, води та повітря.

4. На полігоні «Софіївка» відсутня система утилізації твердих побутових відходів. Полігон призначений для зберігання відходів, а не для їх переробки. Тому відсутність системи утилізації відходів призводить до накопичення великої кількості відходів на полігоні.

5. В цілому, обсяг побутових відходів, що утворюються за рік у місті Дніпро складає близько 1,2 млн тон, серед яких переважну більшість складають папір – 20%, харчові відходи – 40% та полімерні матеріали або пластик – 15%.

6. Результати анкетування дозволяють зробити висновок, що більшість громадян м. Дніпро (62%) занепокоєні «сміттевою проблемою» та готові

сортувати тверді побутові відходи за наявності спеціальних контейнерів або пунктів прийому поруч з містом їх мешкання.

7. Запропоновано логістичну схему прийому ТПВ у місті Дніпро з місцями встановлення контейнерів для сортування трьох типів побутових відходів – паперу, пластику та скла. При обґрунтуванні місць розміщення контейнерів використовувалися топографічні дані про зонування території м. Дніпро за класами, зокрема адміністративні райони з даними про кількість населення, контури багатоповерхової та приватної житлової забудови з урахуванням щільності населення, вулиці та дорожня сітка.

8. При реалізації запропонованої схеми очікується, що обсяги надходження сміття на полігони ТПВ знизяться до 60%, які будуть містити переважно харчові відходи та текстиль. Водночас підприємства з переробки паперу, пластику та скла отримають стабільні поставки сировини.

При запровадженні запропонованої у роботі технології поводження з ТПВ основними проблемами, що потребують термінового вирішення будуть наступні:

- відведення земельних ділянок для будівництва підприємств по переробці відходів та будівництво нових підприємств по переробці відходів;
- будівництво нового сміттєспалювального заводу
- провести рекультивацію полігону та впровадити сучасні технології збору та переробки твердих побутових відходів.
- облаштування нових контейнерних майданчиків та оновлення контейнерів і транспортних засобів;
- налагодження системи контролю за дотримання вимог при поводженні з відходами;
- розробка та впровадження програм поводження з небезпечними відходами.

Таким чином, для підвищення ефективності збору та сортування ТПВ наразі можна рекомендувати наступні кроки:

1. Розширення мережі контейнерів для збору ТПВ. Це дозволить збирати відходи більш ефективно та зменшить час доставки відходів до пунктів сортування.

2. Впровадження системи сортування відходів на місці збору. Це дозволить відокремлювати відходи за категоріями ще на початковому етапі збору, що зменшить навантаження на пункти сортування та дозволить оптимізувати процес.

3. Застосування спеціальних транспортних засобів з можливістю компактного та швидкого вивезення відходів. Це дозволить оптимізувати час збору відходів та зменшити навантаження на дорожню інфраструктуру.

4. Посилення просвітницької роботи серед населення. Це дозволить підвищити рівень культури утилізації відходів та зменшити кількість неконтрактних сміттєвих складів.

5. Впровадження спеціальних програм для виробників ТПВ, що передбачають обов'язкове приймання та переробку власних відходів. Це дозволить підвищити ефективність збору та переробки відходів та зменшити їх кількість.

6. Впровадження системи моніторингу та аналізу даних збору та сортування відходів. Це дозволить вчасно виявляти проблемні ділянки та оптимізувати роботу системи збору та сортування відходів.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Войціховська А., Кравченко О., Мелень-Забарна О., Панькевич М. Кращі європейські практики управління відходами (посібник).-2019. –Л.: Манускрипт. – 64 с.

2. Гончаров Є. О. Рекомендації з удосконалення системи управління та поводження з побутовими відходами / Є. О. Гончаров, С. Х. Авраменко // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету. Технічні науки. – 2013. – Вип. 1. – С. 190–196. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpddtu\\_2013\\_1\\_39](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpddtu_2013_1_39).

3. Довга Т. М. Еколого–економічна оцінка рециклінгу твердих побутових відходів в Україні на шляху до сталого розвитку / Т. М. Довга // Формування ринкових відносин в Україні. – 2012. – № 11. – С. 57-62. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/frvu\\_2012\\_11\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/frvu_2012_11_13)

4. Дослідження сезонних коливань об'єму накопичення твердих побутових відходів, утворених у процесі життєдіяльності людей / О. Б. Носач, А. Ю. Зигун // Збірник наукових праць [Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка]. Сер. : Галузеве машинобудування, будівництво. – 2011. – Вип. 2. – С. 271-275. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpgmb\\_2011\\_2\\_45](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpgmb_2011_2_45)

5. Жадан Л. В. Еколого-економічні проблеми утилізації твердих побутових відходів / Л. В. Жадан, В. Ю. Верютіна // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Технічний прогрес та ефективність виробництва. - 2013. – № 66. – С. 53-57. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vcpiip\\_2013\\_66\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vcpiip_2013_66_9)

6. Завгородня Н. І. Організаційно-методичні заходи поводження з твердими побутовими відходами / Н. І. Завгородня, О. А. Півоваров // Вопросы химии и химической технологии. – 2013. – № 2. – С. 97-100. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchem\\_2013\\_2\\_24](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchem_2013_2_24)

7. Іванова Ю. В. Стан і проблеми утилізації і видалення побутових і промислових відходів в Україні і країнах ЄС / Ю. В. Іванова, Н. І. Муратова //

Науково-технічна інформація. – 2015. – № 2. – С. 46-52. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/NTI\\_2015\\_2\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/NTI_2015_2_9).

8.Щенко В. А. Способи поводження з твердими побутовими відходами у містах України / В. А. Іщенко // Екологічна безпека та природокористування. - 2015.-№2.-С.21-30.- Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebpk\\_2015\\_2\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebpk_2015_2_5).

9.Крайнов І. П. Розподіл твердих побутових відходів за морфологічним складом для використання в якості альтернативного палива / І. П. Крайнов, В. М. Крилюк, О. Л. Прокопчук // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2014. – № 1. – С. 261-264. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu\\_tekh\\_2014\\_1\\_50](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_tekh_2014_1_50).

10.Кривенко С. В. Проблеми вдосконалення системи управління сферою поводження з твердими побутовими відходами: регіональний аспект / С. В. Кривенко // Управління розвитком. – 2015. – № 2. – С. 12–19. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uproz\\_2015\\_2\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uproz_2015_2_4).

11.Климчук Ю. В. Постановка задачі раціонального розміщення полігонів та сховищ промислових та побутових відходів / Ю. В. Климчук, О. М. Соболев, В. В. Тютюнник, Р. І. Шевченко // Системи озброєння і військова техніка. – 2010. – № 1. – С. 225–227. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt\\_2010\\_1\\_54](http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2010_1_54).

12.Кобзиста О. П. Обґрунтування вибору транспортних засобів для перевезення твердих побутових відходів у Подільському районі / О. П. Кобзиста, Н. П. Безпала // Вісник Національного транспортного університету. – 2014. – № 30(1). – С. 162–168. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vntu\\_2014\\_30\(1\)\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vntu_2014_30(1)_22).

13.Корнієнко І. Розроблення моделі мережі роздільного збирання твердих побутових відходів / І. Корнієнко, С. Корнієнко, А. Кошма // Технічні науки та технології. – 2016. – № 1. – С. 122-130. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tnt\\_2016\\_1\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tnt_2016_1_20).

14.Кривенко С. В. Проблеми поводження з твердими побутовими відходами: сучасний стан та шляхи вирішення / С. В. Кривенко // Наукові праці [Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу



"Києво-Могилянська академія"]. Серія : Екологія. – 2012. – Т. 179, Вип. 167. – С. 156-158. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npchdue\\_2012\\_179\\_167\\_39](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npchdue_2012_179_167_39).

15. Для чого Швеція скуповує сміття? Світовий досвід боротьби зі звалищами <http://www.ukrinform.ua/rubriceconomics/2039097-dla-cogo-svecia-skupovue-smitta-svitovij-dosvid-borotbi-zi-zvalisami.html>.

16. Переробка сміття (ТПВ) в Німеччині [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ztbo.ru/o-tbo/stati/stranni/pererabotka-musora-tbo-v-germanii>.

17. Як вирішили проблему сміття в Швейцарії <http://uduba.com/1452404/kak-reshili-problemu-musora-vshveytsarii>.

18. Комплексне рішення енергопостачання з використанням біогазових технологій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://billona.com.ua/img/Biogas\\_billona.pdf](http://billona.com.ua/img/Biogas_billona.pdf)

19. Не сортуєш сміття – плати більше: досвід впровадження роздільного збору сміття у Польщі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecotown.com.ua/news/Ne-sortuyesh-smittya-platy-bilshe-dosvidvprovadzhennya-rozdilnoho-zboru-smittya-u-Polshchi/>.

20. Державні санітарні правила та норми ДСанПіН 2.2.7. 029-99.

21. Навчальний посібник "Утилізація та рекуперація відходів"/Краснянський М.Є., Донецьк: ТОВ "Лебідь", Табл.27, рис. 72. –122с.

22. Закон України "Про охорону навколишнього середовища» від 25 червня 1995 р.

23. Закон України «Про відходи» Із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 7 березня 2002 року N 3073-III

24. Фурманенко О.С., Петухов І.С., Мурза М.С.. Прибирання та санітарне очищення населених міст.- Київ, "Будівельник", 1991.

25. ДСанПіН 2.2.7.029-99. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення.

26. Cities around the world are facing great challenges.Електронний ресурс: <https://www.ecubelabs.com/overflowing-garbage-bins-5-impacts-on-health-andenvironment-and-how-to-prevent/>

27. Управління інспекційної діяльності у Тернопільській області Південно-Західного міжрегіонального управління Державної служби з питань праці. Електронний ресурс: <https://te.dsp.gov.ua/shkidlyvi-factory-vyrobnychogoseredovyshha-shho-diyut-na-organizm-pratsivnykiv-poligoniv-tverdyh-pobutovyh-vidhodiv/>

28. Закон України від 20.06.2022 р. № 2320-IX «Про управління відходами».

29. Запольський А.К. Фізико–хімічні основи технології очищення фільтрату: навч. посіб. Київ: 2016.

30. Зозуля І. І., Ковалишин В. В., Ничай Б. В. Комплексний проект з рекультивації полігону с. Грибовичі, том 1, том 7: Львів, 2013.

31. Мікробіоценози озер інфільтратів львівського полігону твердих побутових відходів / Масловська О. та ін. SDEV'2018: Матер. Міжнар. наук. симпоз. 28 лютого – 3 березня 2018 р., Славське: НУ ЛП, 2018. С. 218-220.

32. Мінімізація екологічної небезпеки від впливу сміттєзвалищ/ Серeda А.С. та ін. Ідеї академіка В.І. Вернадського та проблеми сталого розвитку освіти і науки: Матеріали XVII Міжнар. наук.-практ. конфер. 01–03червня 2017 року. Кременчук: КрНУ, 2017. С.88.

33. Очищення інфільтратів Грибовицького сміттєзвалища в аеробній лагуні / Серeda А.С. та ін. Ресурси природних вод Карпатського регіону. Проблеми охорони та раціонального використання: матер. 16 міжнар. наук.-практ. конф. 25–26 травня, 2017 р. Львів: НУ ЛП, 2017. С.142–143.