

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Зав. кафедрою екології
доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ
« _____ » червня 2026р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»
на тему: **«Ефективність екологічних заходів щодо поводження з
твердими побутовими відходами в селі Солоне Дніпровського району
Дніпропетровської області»**

Виконала: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи Е-1-22 спеціальності 101 «Екологія»

_____ Єлизавета СЕЛЕЗНЬОВА

Керівник _____ доц. Вікторія КАЦЕВИЧ

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Водогосподарської інженерії та екології

Кафедра: Екології

Освітньо-професійна програма: «Екологія»

Спеціальність: 101 «Екологія»

Ступінь вищої освіти Бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою екології

доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ

« _____ » _____ 202__ р.

З А В Д А Н Н Я

на підготовку кваліфікаційної роботи

Селезньовій Єлизаветі Вікторівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Ефективність екологічних заходів щодо поводження з твердими побутовими відходами в селі Солоне Дніпровського району Дніпропетровської області

Науковий керівник: Кацевич В.В., к.с.-г.н., доцент

затверджена наказом по ДДАЕУ від «__» _____ 2026 р. № _____

2. Термін подання здобувачем роботи: 15.06.2026р.

3. Вихідні дані до роботи: нормативно-правові акти України та ЄС у сфері управління відходами, статистичні дані Державної служби статистики України, Екологічний паспорт Дніпропетровської області, Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області, матеріали Солонянської територіальної громади, наукові публікації вітчизняних та зарубіжних авторів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): ВСТУП. РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ОСНОВИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ. РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТПВ РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ

ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ У СЕЛІ СОЛОНЕ РОЗДІЛ 4 РОЗРОБЛЕННЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТПВ У СЕЛІ СОЛОНЕ РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 2 рисунки та 22 таблиці

6. Дата видачі завдання: «_____» _____ 202__ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	ТЕОРЕТИЧНІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ОСНОВИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ	18.05.26-31.05.26	Виконано
2	ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТПВ	18.05.26-31.05.26	Виконано
3	ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ У СЕЛІ СОЛОНЕ	18.05.26-31.05.26	Виконано
4	РОЗРОБЛЕННЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТПВ У СЕЛІ СОЛОНЕ	18.05.26-31.05.26	Виконано
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	18.05.26-31.05.26	Виконано
6	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	01.06.26-10.06.26	Виконано

Здобувач (ка)

(підпис)

Єлизавета СЕЛЕЗНЬОВА

(Ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Вікторія КАЦЕВИЧ

(Ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Ефективність екологічних заходів щодо поводження з твердими побутовими відходами в селі Солоне Дніпровського району Дніпропетровської області» містить 78 сторінок, 22 таблиці, 2 рисунки та 29 використаних джерел. Об'єктом дослідження є система поводження з твердими побутовими відходами на території селища Солоне Дніпровського району Дніпропетровської області. Предметом дослідження є екологічні та організаційні аспекти функціонування системи поводження з твердими побутовими відходами та заходи щодо підвищення її ефективності. Метою роботи є оцінка ефективності екологічних заходів щодо поводження з твердими побутовими відходами в селищі Солоне Дніпровського району Дніпропетровської області та розроблення рекомендацій щодо удосконалення місцевої системи управління відходами. У роботі проаналізовано сучасний стан проблеми поводження з твердими побутовими відходами в Україні, розглянуто нормативно-правові засади управління відходами. Проведено оцінку сучасного стану системи поводження з ТПВ у селищі Солоне, визначено орієнтовні обсяги утворення відходів, проаналізовано їх морфологічний склад, досліджено існуючу систему збирання, транспортування та видалення відходів. Виконано оцінку екологічних ризиків, пов'язаних із поводженням з побутовими відходами, та визначено основні проблеми функціонування існуючої системи.

Ключові слова: ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ, РОЗДІЛЬНЕ ЗБИРАННЯ ВІДХОДІВ, КОМПОСТУВАННЯ, ВІДХОДІВ, , СТАЛИЙ РОЗВИТОК, ВТОРИННА СИРОВИНА, ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ..

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ОСНОВИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ	10
1.1. Сучасний стан проблеми утворення та накопичення твердих побутових відходів в Україні	10
1.2. Екологічні наслідки неефективного поводження з твердими побутовими відходами	14
1.3. Нормативно-правове забезпечення управління побутовими відходами в Україні та країнах Європейського Союзу	17
1.4. Сучасні екологічні заходи щодо запобігання утворенню, сортування, перероблення та утилізації побутових відходів	21
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТПВ	25
2.1. Загальна характеристика села Солоне та Солонянської територіальної громади	25
2.2. Природно-кліматичні умови території дослідження	27
2.3. Соціально-економічна характеристика території	30
2.4. Сучасний стан організації системи поводження з побутовими відходами в Солонянській територіальній громаді	34
2.5. Методичні підходи до оцінки ефективності системи поводження з твердими побутовими відходами	36
РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ У СЕЛІ СОЛОНЕ	40
3.1. Аналіз обсягів утворення твердих побутових відходів	40
3.2. Оцінка морфологічного складу побутових відходів	43
3.3. Аналіз існуючої системи збирання, транспортування та видалення відходів	46

3.4. Оцінка екологічних ризиків, пов'язаних із поводженням з твердими побутовими відходами у селищі Солоне	48
3.5. Визначення основних проблем та резервів підвищення ефективності системи поводження з відходами	51
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБЛЕННЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТПВ У СЕЛІ СОЛОНЕ	54
4.1. Обґрунтування комплексу природоохоронних заходів	54
4.2. Впровадження роздільного збирання побутових відходів	56
4.3. Організація компостування органічної складової побутових відходів	58
4.4. Розрахунок екологічної ефективності запропонованих заходів	61
4.5. Розрахунок економічної ефективності запропонованих заходів	63
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
5.1. Аналіз умов праці працівників, зайнятих у сфері поводження з твердими побутовими відходами	66
5.2. Забезпечення безпеки населення та працівників у надзвичайних ситуаціях під час поводження з побутовими відходами	68
5.3. Заходи цивільного захисту та алгоритм дій у разі виникнення надзвичайної ситуації	70
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	72
ЛІТЕРАТУРА	75

ВСТУП

Однією з найгостріших екологічних проблем сучасності є зростання обсягів утворення твердих побутових відходів та недостатня ефективність систем їх збирання, транспортування, перероблення і видалення. Протягом останніх десятиліть збільшення споживання товарів, урбанізація територій та зміна структури побутового споживання населення призвели до суттєвого зростання кількості відходів, що утворюються як у містах, так і в сільській місцевості. За відсутності належної інфраструктури поводження з відходами значна їх частина накопичується на полігонах, стихійних сміттєзвалищах або потрапляє до навколишнього природного середовища, що негативно впливає на стан ґрунтів, поверхневих та підземних вод, атмосферного повітря, а також створює загрозу для здоров'я населення [1].

Проблема поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) набуває особливого значення в умовах євроінтеграції України та адаптації національного законодавства до вимог Європейського Союзу. Відповідно до Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року пріоритетними напрямками розвитку галузі є запобігання утворенню відходів, роздільне збирання, повторне використання матеріалів, рециклінг та зменшення обсягів захоронення відходів [2]. Реалізація цих завдань передбачає створення сучасної системи управління відходами на державному, регіональному та місцевому рівнях.

Важливим етапом реформування сфери поводження з відходами стало прийняття Закону України «Про управління відходами», який запровадив принципи ієрархії управління відходами, розширеної відповідальності

виробника та планування діяльності у сфері управління відходами відповідно до європейських стандартів [1]. Крім того, Національний план управління відходами визначає необхідність розширення охоплення населення послугами зі збирання побутових відходів, впровадження систем роздільного збирання та розвитку інфраструктури з відновлення ресурсної цінності відходів [3].

Особливо актуальною проблема поводження з твердими побутовими відходами залишається для сільських населених пунктів, де часто спостерігається недостатній рівень розвитку комунальної інфраструктури, обмежене фінансування природоохоронних заходів та низький рівень екологічної свідомості населення. У таких умовах значна частина побутових відходів може накопичуватися на несанкціонованих сміттєзвалищах або спалюватися населенням, що призводить до додаткового антропогенного навантаження на довкілля.

Село Солоне Дніпровського району Дніпропетровської області є типовим сільським населеним пунктом регіону, для якого характерні загальноукраїнські проблеми у сфері поводження з побутовими відходами. Водночас територіальна громада має потенціал для впровадження сучасних екологічно безпечних технологій управління відходами, зокрема роздільного збирання вторинної сировини, компостування органічних відходів та підвищення рівня екологічної культури населення.

У зв'язку з цим актуальним є проведення комплексної оцінки існуючої системи поводження з твердими побутовими відходами в селі Солоне, визначення її екологічної ефективності та розроблення практичних рекомендацій щодо удосконалення системи управління відходами відповідно до сучасних вимог екологічної безпеки та принципів сталого розвитку.

Метою роботи є оцінка ефективності екологічних заходів щодо поводження з твердими побутовими відходами в селі Солоне Дніпровського району Дніпропетровської області та розроблення рекомендацій щодо удосконалення місцевої системи управління відходами.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан проблеми поводження з твердими побутовими відходами в Україні;
- дослідити нормативно-правові засади управління побутовими відходами;
- проаналізувати існуючу систему поводження з побутовими відходами в селі Солоне;
- оцінити обсяги утворення та морфологічний склад побутових відходів;
- визначити основні екологічні ризики, пов'язані з поводженням з відходами;
- розробити комплекс заходів щодо підвищення ефективності системи поводження з ТПВ;
- здійснити оцінку екологічної та економічної ефективності запропонованих заходів.

Об'єктом дослідження є система поводження з твердими побутовими відходами на території села Солоне Дніпровського району Дніпропетровської області. Предметом дослідження є екологічні та організаційні аспекти функціонування системи поводження з твердими побутовими відходами та заходи щодо підвищення її ефективності.

В роботі використано методи аналізу та узагальнення наукової літератури, статистичний метод, розрахунковий метод, порівняльний аналіз, графічний метод, метод екологічної оцінки та прогнозування, а також нормативно-правовий аналіз.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання запропонованих заходів органами місцевого самоврядування та суб'єктами господарювання для удосконалення системи поводження з побутовими відходами, зменшення негативного впливу відходів на довкілля та підвищення рівня екологічної безпеки території.

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ОСНОВИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

1.1. Сучасний стан проблеми утворення та накопичення твердих побутових відходів в Україні

Проблема утворення та накопичення ТПВ належить до числа найактуальніших екологічних проблем сучасності. Постійне зростання чисельності населення, розвиток виробництва та сфери послуг, підвищення рівня споживання товарів і використання пакувальних матеріалів призводять до збільшення обсягів відходів, які потребують безпечного збирання, транспортування, оброблення та утилізації. За останні десятиліття структура побутових відходів істотно змінилася. Якщо раніше переважну частину сміття становили органічні рештки, то нині значна частка припадає на пластик, полімерні матеріали, комбіновану упаковку, скло, метал та інші компоненти, які тривалий час розкладаються в природному середовищі [2].

У більшості країн світу управління побутовими відходами розглядається як складова політики сталого розвитку, оскільки від ефективності функціонування відповідних систем залежить не лише екологічний стан територій, а й раціональність використання природних ресурсів. Значна частина компонентів побутових відходів може бути використана повторно або спрямована на перероблення, що дозволяє зменшити навантаження на полігони та скоротити потребу у видобуванні первинної сировини [8].

Для України проблема поводження з ТПВ залишається складною та багатогранною. Незважаючи на поступове впровадження сучасних підходів до

управління відходами, основним способом поводження з ними продовжує залишатися захоронення. Значна частина побутових відходів потрапляє на полігони та сміттєзвалища, багато з яких експлуатуються протягом тривалого часу та не повністю відповідають сучасним екологічним вимогам [12].

Особливістю сучасного етапу розвитку системи управління відходами в Україні є поступовий перехід від концепції «збирання та видалення» до концепції «управління ресурсами». Такий підхід передбачає розгляд відходів як потенційного джерела вторинної сировини та енергетичних ресурсів. У країнах Європейського Союзу саме ця модель стала основою формування циркулярної економіки, в якій повторне використання матеріалів дозволяє значно зменшити обсяги захоронення відходів [9].

Однією з головних проблем вітчизняної системи поводження з побутовими відходами є недостатній рівень охоплення населення послугами зі збирання відходів, особливо в сільській місцевості. У багатьох населених пунктах відсутні умови для роздільного накопичення сміття, що ускладнює подальше вилучення корисних компонентів та знижує ефективність перероблення. У результаті значна частина ресурсно цінних матеріалів потрапляє на полігони разом зі змішаними відходами [15].

Окремою проблемою залишається утворення несанкціонованих сміттєзвалищ. Такі об'єкти зазвичай виникають на околицях населених пунктів, у балках, лісосмугах, ярах або поблизу водойм. Їх поява обумовлена недостатнім контролем за поводженням з відходами, відсутністю контейнерної інфраструктури та низьким рівнем екологічної культури населення. Стихійні сміттєзвалища є джерелом забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод, а також атмосферного повітря [13].

Для Дніпропетровської області проблема поводження з побутовими відходами має особливе значення через високу щільність населення, значний рівень господарського освоєння території та наявність великої кількості населених пунктів різного типу. В області щорічно утворюються значні обсяги побутових відходів, переважна частина яких направляється на захоронення.

При цьому рівень сортування та повторного використання ресурсно цінних компонентів залишається недостатнім [14].

Сільські населені пункти характеризуються специфічними особливостями утворення відходів. На відміну від міст, у них спостерігається вища частка органічної складової, представлена харчовими відходами, рослинними рештками та відходами присадибного господарства. Водночас значна кількість полімерної упаковки, поліетиленових виробів та одноразової тари також потрапляє до складу побутових відходів. За даними досліджень, частка органічної складової у відходах сільських територій може становити від 40 до 60 %, що створює передумови для впровадження систем компостування [18].

Сучасні тенденції розвитку систем управління відходами свідчать про необхідність впровадження комплексного підходу, який охоплює запобігання утворенню відходів, роздільне збирання, сортування, перероблення та повторне використання матеріалів. Особливе значення мають просвітницькі заходи, спрямовані на формування екологічної свідомості населення та підвищення рівня його участі у процесах роздільного збирання відходів [17].

Для територіальних громад України проблема поводження з ТПВ поступово переходить із суто комунальної площини до категорії екологічної безпеки та сталого розвитку. Саме тому ефективність екологічних заходів у цій сфері повинна оцінюватися не лише за показниками збирання чи видалення відходів, а й за рівнем зменшення негативного впливу на довкілля, скороченням обсягів захоронення та підвищенням частки відходів, що повертаються в господарський обіг.

Для села Солоне, як і для більшості сільських населених пунктів Дніпропетровської області, актуальними залишаються питання удосконалення системи збирання побутових відходів, розвитку інфраструктури роздільного збирання та впровадження екологічно безпечних способів поводження з органічною складовою сміття. Вирішення цих питань є важливою

передумовою зниження антропогенного навантаження на довкілля та підвищення екологічної безпеки території.

Таблиця 1.1 – Основні проблеми поводження з твердими побутовими відходами в Україні [2, 12–15]

Проблема	Екологічні наслідки
Переважаючий захоронення відходів	Зайняття земельних ресурсів, утворення фільтрату
Недостатній розвиток роздільного збирання	Втрата вторинної сировини
Наявність несанкціонованих сміттєзвалищ	Забруднення ґрунтів та вод
Низький рівень перероблення	Зростання обсягів накопичення відходів
Недостатня екологічна свідомість населення	Порушення правил поводження з відходами

Дані таблиці свідчать, що більшість проблем у сфері поводження з побутовими відходами мають комплексний характер та взаємопов'язані між собою. Недостатній розвиток системи сортування призводить до зростання обсягів захоронення, а низький рівень екологічної культури населення сприяє виникненню стихійних сміттєзвалищ. Тому підвищення ефективності управління відходами потребує одночасного вдосконалення інфраструктури, нормативного регулювання та екологічної освіти населення.

Отже, сучасний стан поводження з твердими побутовими відходами в Україні характеризується поступовим переходом до європейських принципів управління відходами, проте зберігається низка системних проблем, пов'язаних із переважанням захоронення, недостатнім розвитком перероблення та наявністю несанкціонованих місць накопичення відходів. Це обумовлює необхідність пошуку ефективних екологічних заходів на рівні окремих територіальних громад, зокрема сільських населених пунктів.

1.2. Екологічні наслідки неефективного поводження з твердими побутовими відходами

Зростання обсягів утворення ТПВ та недостатня ефективність систем їх збирання, транспортування, оброблення й утилізації є одним із вагомих чинників погіршення стану навколишнього природного середовища. Негативний вплив відходів проявляється комплексно та охоплює практично всі компоненти довкілля: атмосферне повітря, поверхневі та підземні води, ґрунти, рослинний і тваринний світ, а також безпосередньо впливає на умови проживання населення [4].

Особливість побутових відходів полягає в їх неоднорідному складі. До складу змішаних відходів входять органічні рештки, папір, картон, полімерні матеріали, скло, метал, текстиль, деревина, а також небезпечні компоненти, зокрема батарейки, акумулятори, лампи, залишки побутової хімії та електронного обладнання. Під час тривалого накопичення або неправильного захоронення такі компоненти стають джерелом вторинного забруднення довкілля [12].

Одним із найбільш поширених наслідків неефективного поводження з відходами є забруднення ґрунтового покриву. У процесі розкладання органічних речовин та вимивання забруднюючих компонентів із відходів у ґрунт потрапляють сполуки азоту, фосфору, важкі метали, нафтопродукти та інші токсичні речовини. Особливо небезпечними є несанкціоновані сміттєзвалища, які не мають захисних екранів, систем збору фільтрату та контролю за станом навколишнього середовища [13].

Погіршення властивостей ґрунту проявляється у зміні його кислотності, зниженні біологічної активності, порушенні процесів гумусоутворення та накопиченні токсичних елементів. За тривалого впливу це призводить до

зниження родючості земель та погіршення умов існування ґрунтових організмів. Особливо актуальною ця проблема є для сільських територій, де значна частина населення використовує земельні ділянки для вирощування сільськогосподарської продукції [14].

Серйозну екологічну небезпеку становить утворення фільтрату на полігонах і сміттєзвалищах. Фільтрат являє собою висококонцентровану рідину, що утворюється внаслідок проникнення атмосферних опадів крізь товщу відходів та перебігу біохімічних процесів їх розкладання. До його складу можуть входити сполуки амонію, важкі метали, феноли, органічні кислоти, хлориди, сульфати та інші забруднювачі [15].

У разі відсутності належних інженерних систем захисту фільтрат здатний проникати у підземні горизонти та поверхневі водойми, що створює ризик забруднення джерел господарсько-питного водопостачання. Забруднення водних ресурсів може мати довготривалі наслідки, оскільки процес природного самоочищення підземних вод відбувається повільно і потребує значних часових витрат [16].

Важливим аспектом негативного впливу побутових відходів є забруднення атмосферного повітря. Під час розкладання органічної складової відходів у безкисневих умовах утворюється полігонний газ, основними компонентами якого є метан та діоксид вуглецю. Метан належить до парникових газів із високим потенціалом впливу на кліматичну систему Землі. Його накопичення на полігонах може спричиняти самозаймання відходів та виникнення пожеж [10].

Додатковим джерелом забруднення повітря є спалювання побутових відходів населенням. Така практика досить поширена у сільській місцевості, особливо за відсутності регулярного вивезення сміття. Під час горіння полімерних матеріалів, гуми та синтетичних виробів у повітря потрапляють токсичні сполуки, серед яких оксиди азоту, оксид вуглецю, бензапірен, діоксини та фурани. Ці речовини можуть негативно впливати на органи дихання людини та підвищувати ризик розвитку низки захворювань [4].

Не менш важливими є наслідки для біологічного різноманіття. Стихійні сміттєзвалища порушують природні екосистеми, сприяють деградації рослинного покриву та зміні умов існування тварин. У місцях накопичення відходів нерідко спостерігається витіснення природних видів синантропними організмами, які краще пристосовані до антропогенно трансформованих умов. Крім того, залишки харчових відходів можуть сприяти збільшенню чисельності гризунів та інших переносників інфекційних захворювань [17].

Окремої уваги заслуговує проблема мікропластику. У процесі руйнування пластикових виробів під впливом сонячної радіації, температурних коливань та механічного впливу утворюються дрібні полімерні частинки, які накопичуються у ґрунтах і водних об'єктах. Сучасні дослідження свідчать, що мікропластик здатний мігрувати харчовими ланцюгами та негативно впливати на живі організми [20].

Неефективне поводження з побутовими відходами також має значні соціально-екологічні наслідки. Накопичення сміття погіршує санітарний стан територій, знижує естетичну привабливість населених пунктів, негативно впливає на рекреаційний потенціал територій та якість життя населення. Для громад це може призводити до додаткових витрат на ліквідацію стихійних сміттєзвалищ та відновлення порушених земель [18].

У сучасних умовах дедалі більшого значення набуває ресурсний аспект проблеми відходів. Значна частина побутових відходів містить матеріали, придатні до повторного використання або перероблення. Захоронення таких ресурсів на полігонах призводить до втрати потенційної вторинної сировини та зростання потреби у видобуванні природних ресурсів. Таким чином, неефективне поводження з відходами створює не лише екологічні, а й економічні втрати [8].

1.3. Нормативно-правове забезпечення управління побутовими відходами в Україні та країнах Європейського Союзу

Ефективність системи поводження з ТПВ значною мірою залежить від рівня нормативно-правового забезпечення, яке визначає основні принципи управління відходами, повноваження органів влади, права та обов'язки суб'єктів господарювання, а також механізми контролю за дотриманням екологічних вимог. Формування сучасної системи управління відходами в Україні відбувається в умовах поступової адаптації національного законодавства до європейських підходів та реалізації положень Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом [8].

Протягом тривалого часу діяльність у сфері поводження з відходами базувалася переважно на підходах, орієнтованих на збирання та захоронення відходів. Проте сучасна екологічна політика передбачає перехід до більш комплексної моделі управління, що охоплює запобігання утворенню відходів, підготовку до повторного використання, перероблення, відновлення ресурсної цінності та лише в останню чергу – видалення відходів [1].

Сучасна система державного регулювання у сфері управління відходами ґрунтується на принципах екологічної безпеки, ресурсозбереження та сталого розвитку. Важливим напрямом її розвитку стало впровадження принципу ієрархії управління відходами, відповідно до якого пріоритет надається заходам щодо запобігання утворенню відходів, а захоронення розглядається як найменш бажаний спосіб поводження з ними [1; 8].

Одним із ключових елементів сучасного підходу є розгляд відходів як потенційного ресурсу. Такий підхід спрямований на максимальне залучення корисних компонентів до повторного використання та перероблення, що

дозволяє зменшити навантаження на природні ресурси та скоротити площі земель, зайнятих під полігони і сміттєзвалища [9].

Важливу роль у функціонуванні системи управління відходами відіграють органи місцевого самоврядування. Саме на місцевому рівні забезпечується організація збирання та вивезення побутових відходів, створення контейнерної інфраструктури, ліквідація несанкціонованих сміттєзвалищ, проведення інформаційно-просвітницької роботи серед населення та реалізація місцевих природоохоронних програм [5].

Сучасна модель управління відходами передбачає також посилення відповідальності виробників продукції за весь життєвий цикл товару. Відповідно до європейських підходів виробник має брати участь у фінансуванні збору, транспортування та перероблення відходів, які утворюються після використання його продукції. Такий механізм стимулює виробників до використання екологічно безпечних матеріалів та зменшення кількості відходів упаковки [9].

Особливого значення набуває планування діяльності у сфері управління відходами. На державному та регіональному рівнях розробляються стратегічні документи, які визначають основні напрями розвитку галузі, прогностичні показники утворення відходів та необхідні заходи щодо вдосконалення існуючої інфраструктури [2; 3]. Реалізація таких документів спрямована на поступове скорочення обсягів захоронення відходів та збільшення частки їх повторного використання і перероблення.

У країнах Європейського Союзу формування законодавства у сфері відходів відбувалося протягом кількох десятиліть. Основу сучасної системи становлять принципи превентивності, ресурсоефективності та циркулярної економіки. Головною метою є не лише мінімізація негативного впливу відходів на довкілля, а й забезпечення максимально ефективного використання матеріальних ресурсів [8].

Важливою особливістю європейського підходу є впровадження принципу «забруднювач платить», відповідно до якого витрати на управління

відходами повинні покриватися особами або організаціями, діяльність яких призводить до їх утворення [10]. Такий механізм сприяє більш відповідальному ставленню до використання ресурсів та стимулює впровадження екологічно безпечних технологій.

Одним із ключових елементів європейської політики є ієрархія поводження з відходами, яка визначає послідовність пріоритетних дій (рис. 1.2).



Рисунок 1.1 – Ієрархія управління відходами відповідно до європейських підходів [8; 9; 11]

Представлена ієрархія демонструє зміну підходів до поводження з відходами. Якщо традиційні системи були орієнтовані переважно на їх видалення, то сучасні моделі управління спрямовані насамперед на

попередження утворення відходів та повернення матеріалів до господарського обігу.

Останніми роками особливого розвитку в країнах ЄС набула концепція циркулярної економіки. Її основна ідея полягає у створенні замкнених виробничих циклів, у межах яких відходи одного виробництва стають ресурсом для іншого. Такий підхід дозволяє зменшити споживання первинних природних ресурсів, скоротити обсяги відходів та знизити екологічне навантаження на довкілля [10].

Для України європейський досвід має важливе практичне значення, оскільки дозволяє використовувати ефективні інструменти управління відходами на національному та місцевому рівнях. Особливо актуальними для територіальних громад є розвиток роздільного збирання відходів, впровадження систем компостування органічної складової, створення пунктів приймання вторинної сировини та проведення екологічної просвіти населення [20].

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика підходів до управління побутовими відходами в Україні та ЄС [1; 8–10; 20]

Показник	Україна	Країни ЄС
Пріоритетний напрям розвитку	Перехід до європейської моделі управління	Циркулярна економіка
Роздільне збирання	Розвивається	Широко впроваджене
Рівень перероблення	Поступово зростає	Один із пріоритетів
Роль захоронення	Залишається домінуючим способом	Постійно скорочується
Відповідальність виробника	Перебуває на стадії розвитку	Повноцінно функціонує
Планування управління відходами	Національний та регіональний рівні	Багаторівнева система планування

Аналіз наведених даних свідчить, що в Україні триває процес модернізації системи управління відходами та її наближення до європейських стандартів. Разом із тим залишаються проблеми, пов'язані з недостатнім розвитком інфраструктури сортування і перероблення, а також значною залежністю від полігонного захоронення відходів. Водночас нормативна база,

сформована останніми роками, створює передумови для поступового впровадження сучасних екологічно безпечних технологій поводження з відходами.

1.4. Сучасні екологічні заходи щодо запобігання утворенню, сортування, перероблення та утилізації побутових відходів

Сучасний розвиток систем управління побутовими відходами характеризується поступовою відмовою від традиційної практики їх захоронення та переходом до комплексного використання природоохоронних заходів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу відходів на довкілля. Світовий досвід свідчить, що досягнення високої ефективності у сфері поводження з відходами можливе лише за умови реалізації взаємопов'язаних організаційних, технічних, економічних та інформаційно-просвітницьких заходів [8].

Одним із найбільш ефективних напрямів сучасної екологічної політики є запобігання утворенню відходів. На відміну від інших способів поводження з відходами, цей підхід спрямований на усунення проблеми ще на стадії виробництва та споживання продукції. Зменшення кількості відходів досягається шляхом оптимізації виробничих процесів, використання багаторазової упаковки, продовження терміну служби товарів, впровадження екологічного дизайну продукції та розвитку культури відповідального споживання [10].

Важливу роль у скороченні обсягів побутових відходів відіграє зміна споживчої поведінки населення. Відмова від одноразових товарів, використання багаторазових пакетів, сортування відходів у місцях їх утворення та свідомий вибір продукції з мінімальною кількістю упаковки

дозволяють істотно знизити навантаження на систему управління відходами [17].

Одним із ключових екологічних заходів є роздільне збирання побутових відходів. Його сутність полягає у сортуванні різних компонентів відходів безпосередньо в місці їх утворення. Такий підхід дозволяє значно підвищити якість вторинної сировини та забезпечити її подальшу переробку. Найчастіше окремо збирають папір і картон, пластик, скло, метал та органічні відходи [18].

Роздільне збирання відходів має низку екологічних переваг. По-перше, зменшуються обсяги відходів, що надходять на полігони. По-друге, скорочується використання природних ресурсів завдяки повторному залученню матеріалів у виробничі процеси. По-третє, знижується рівень забруднення навколишнього середовища, пов'язаний із видобуванням та переробкою первинної сировини [20].

Для ефективного функціонування системи роздільного збирання необхідне створення відповідної інфраструктури, яка включає контейнерні майданчики, сортувальні лінії, пункти приймання вторинної сировини та логістичну систему транспортування відходів. Не менш важливим є проведення інформаційно-просвітницької роботи серед населення, оскільки успішність сортування значною мірою залежить від рівня екологічної культури громадян [16].

Наступним важливим напрямом є перероблення побутових відходів. Перероблення передбачає технологічну обробку відходів з метою отримання вторинної сировини або нової продукції. Найбільш поширеними видами перероблення є рециклінг паперу, картону, скла, металу та полімерних матеріалів [9].

Перероблення макулатури дозволяє суттєво зменшити споживання деревини та водних ресурсів у целюлозно-паперовій промисловості. Використання вторинного скла скорочує витрати енергії на виробництво скляної продукції, а перероблення металобрухту дає можливість знизити обсяги видобутку рудної сировини та пов'язані з цим екологічні ризики [10].

Особливу увагу в сучасних системах управління відходами приділяють органічній складовій побутових відходів. За результатами численних досліджень, органічні відходи можуть становити від 30 до 60 % загальної маси побутового сміття залежно від типу населеного пункту та рівня добробуту населення [18].

Одним із найбільш перспективних способів поводження з органічними відходами є компостування. Цей процес базується на природному біологічному розкладанні органічних речовин під дією мікроорганізмів. У результаті утворюється компост – цінне органічне добриво, яке може використовуватися для покращення властивостей ґрунту [19].

Перевагами компостування є зменшення кількості відходів, що підлягають захороненню, скорочення утворення полігонного газу та повернення органічної речовини до природного кругообігу. Для сільських територій цей метод є особливо актуальним, оскільки значна частина населення має присадибні ділянки та може використовувати компост у господарській діяльності [18].

Крім компостування, органічні відходи можуть використовуватися для виробництва біогазу. Анаеробне зброджування органічної сировини дозволяє отримувати метановмісний газ, який використовується як джерело енергії. Такий підхід сприяє одночасному вирішенню екологічних та енергетичних завдань [15].

Серед сучасних технологій утилізації відходів важливе місце займають механіко-біологічна обробка та енергетичне використання відходів. Механіко-біологічна обробка передбачає попереднє сортування відходів із вилученням придатних до перероблення компонентів та стабілізацією органічної фракції. Це дозволяє зменшити екологічну небезпеку відходів перед їх остаточним видаленням [19].

У багатьох країнах світу використовується також технологія термічного перероблення відходів із виробництвом теплової та електричної енергії. Проте

впровадження таких об'єктів потребує значних капіталовкладень та суворого контролю за викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря [10].

Важливою складовою сучасної системи управління відходами є інформаційно-просвітницькі заходи. Формування екологічної свідомості населення розглядається як один із найбільш економічно ефективних способів зменшення негативного впливу відходів на довкілля. Екологічна освіта сприяє підвищенню рівня участі населення у сортуванні відходів, відповідальному споживанні ресурсів та підтримці природоохоронних ініціатив [17].

Таблиця 1.3 – Характеристика сучасних екологічних заходів щодо поводження з побутовими відходами [15–20]

Захід	Екологічний ефект	Перспективність для сільських громад
Запобігання утворенню відходів	Зменшення обсягів відходів	Висока
Роздільне збирання	Збільшення обсягів вторинної сировини	Висока
Перероблення	Збереження природних ресурсів	Середня
Компостування	Зменшення органічної складової ТПВ	Дуже висока
Біогазові технології	Отримання енергії з відходів	Середня
Термічна утилізація	Скорочення обсягів захоронення	Низька для малих громад
Екологічна просвіта	Підвищення екологічної свідомості населення	Дуже висока

Аналіз даних таблиці свідчить, що для невеликих територіальних громад найбільш доцільними є заходи, пов'язані з роздільним збиранням відходів, компостуванням органічної складової та екологічною просвітою населення. Їх впровадження не потребує надмірних фінансових витрат, але дозволяє суттєво скоротити обсяги відходів, які направляються на захоронення.

РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТПВ

2.1. Загальна характеристика села Солоне та Солонянської територіальної громади

Село Солоне розташоване на території Дніпровського району Дніпропетровської області та входить до складу Солонянської селищної територіальної громади. Адміністративним центром громади є селище Солоне, яке виконує функції основного соціально-економічного, адміністративного та культурного осередку території. Громада сформована в процесі адміністративно-територіальної реформи та належить до числа найбільших громад Дніпровського району за площею території [21].

Солонянська територіальна громада займає вигідне географічне положення у центральній частині Дніпропетровської області. Територія громади розташована поблизу обласного центру – міста Дніпро, що забезпечує транспортну доступність та сприяє розвитку економічних зв'язків. Через територію громади проходять автомобільні шляхи регіонального значення, які забезпечують транспортне сполучення з населеними пунктами області та іншими регіонами України [21].

Згідно з офіційними матеріалами реформи децентралізації, площа Солонянської територіальної громади становить близько 900 км², а чисельність населення перевищує 24 тис. осіб. До складу громади входять понад 50 населених пунктів різного типу, що формують єдиний адміністративний та господарський простір [21].

Таблиця 2.1 – Загальна характеристика Солонянської територіальної громади [21; 22]

Показник	Значення
Адміністративний центр	селище Солоне
Район	Дніпровський
Область	Дніпропетровська
Орієнтовна площа громади, км ²	900,3
Чисельність населення, осіб	близько 24 600
Кількість населених пунктів	понад 50
Основний напрям господарської діяльності	сільське господарство

Наведені дані свідчать, що Солонянська територіальна громада має значну площу та розгалужену мережу населених пунктів. Такі особливості безпосередньо впливають на організацію системи поводження з побутовими відходами, оскільки потребують забезпечення регулярного збору та транспортування відходів на значних відстанях.

Територія громади належить до аграрно орієнтованих районів Дніпропетровської області. У структурі землекористування переважають сільськогосподарські угіддя, представлені ріллею, пасовищами та багаторічними насадженнями. Провідними галузями економіки є рослинництво та тваринництво, а також діяльність підприємств, пов'язаних із переробкою сільськогосподарської продукції [21].

Важливою особливістю громади є відносно низька щільність населення порівняно з міськими територіями. Це обумовлює специфіку формування побутових відходів та впливає на вибір технологічних рішень у сфері їх збирання і транспортування. У сільській місцевості значна частина органічних відходів може використовуватися безпосередньо у господарствах населення, тоді як основними компонентами залишкових побутових відходів є пластик, папір, скло та змішані відходи упаковки [18].

Стратегічними документами розвитку громади серед пріоритетних напрямів визначено підвищення якості життя населення, покращення благоустрою території, забезпечення екологічної безпеки та розвиток

інженерної інфраструктури. Окрема увага приділяється питанням благоустрою населених пунктів, санітарного очищення території та створення комфортних умов проживання населення [22].

Сучасний стан розвитку територіальної громади характеризується поступовою модернізацією комунальної інфраструктури та впровадженням нових підходів до управління місцевим розвитком. Водночас наявність значної кількості сільських населених пунктів створює додаткові виклики щодо організації ефективної системи поводження з побутовими відходами. Для таких територій характерними є значні відстані між населеними пунктами, нерівномірність розселення населення та обмежені фінансові ресурси органів місцевого самоврядування.

З екологічної точки зору територія громади належить до зони інтенсивного сільськогосподарського освоєння. Тому питання збереження якості земельних ресурсів, поверхневих і підземних вод, а також запобігання утворенню несанкціонованих сміттєзвалищ мають важливе значення для забезпечення сталого розвитку території. Неналежне поводження з побутовими відходами може призводити до локального забруднення довкілля, погіршення санітарного стану території та зниження якості життя населення.

2.2. Природно-кліматичні умови території дослідження

Оцінювання ефективності системи поводження з твердими побутовими відходами неможливе без урахування природних особливостей території, на якій вона функціонує. Кліматичні умови, характер рельєфу, особливості ґрунтового покриву, поверхневих та підземних вод безпосередньо впливають на процеси накопичення, транспортування та можливого негативного впливу відходів на навколишнє середовище. Саме тому під час дослідження екологічної ефективності заходів щодо поводження з побутовими відходами

важливо враховувати природно-географічні особливості території Солонянської селищної територіальної громади.

Територія громади розташована в центральній частині Дніпропетровської області у межах степової природної зони України. Для даного регіону характерний високий рівень господарського освоєння земель, значна частка сільськогосподарських угідь та відносно невелика площа природних екосистем. Упродовж тривалого часу природні ландшафти зазнавали антропогенного впливу, що призвело до суттєвого скорочення площ цілинних степів та формування переважно агроландшафтів [13].

У геоморфологічному відношенні досліджувана територія знаходиться в межах Придніпровської височини. Рельєф характеризується переважанням хвилястих рівнин із добре вираженою балково-яружною мережею. Абсолютні висоти місцевості змінюються поступово, без різких перепадів, проте на окремих ділянках спостерігається розвиток ерозійних процесів, особливо в межах схилів балок та вододільних просторів. Наявність балкових систем має важливе значення при оцінці потенційних ризиків поширення забруднювачів від місць накопичення відходів, оскільки саме такими формами рельєфу можуть відбуватися поверхневий стік і перенесення забруднюючих речовин [14].

Для території громади характерний помірно континентальний клімат із теплим посушливим літом та відносно м'якою зимою. Кліматичні умови формуються під впливом переважно континентальних повітряних мас, що зумовлює значні сезонні коливання температури повітря. Середньорічна температура становить близько $+9...+10$ °C. Найхолоднішим місяцем є січень, середня температура якого зазвичай коливається в межах від -4 до -6 °C, тоді як у липні середньомісячна температура досягає $+22...+24$ °C [14].

Таблиця 2.2 – Основні кліматичні показники території дослідження [13; 14]

Показник	Значення
Середньорічна температура повітря, °C	$+9...+10$
Середня температура січня, °C	$-4...-6$
Середня температура липня, °C	$+22...+24$

Середньорічна кількість опадів, мм	400–500
Тривалість безморозного періоду, діб	170–190
Переважаючі вітри	східні, південно-східні
Кліматична зона	степова

Наведені показники свідчать про достатньо сприятливі умови для ведення сільськогосподарського виробництва, проте одночасно вони створюють певні екологічні ризики у сфері поводження з відходами. У літній період високі температури прискорюють процеси розкладання органічної складової побутових відходів, що може супроводжуватися утворенням неприємних запахів, розвитком патогенних мікроорганізмів та активізацією комах-переносників інфекцій. У разі неналежної організації системи збирання відходів це призводить до погіршення санітарного стану територій.

Особливістю клімату регіону є відносно невелика кількість атмосферних опадів та їх нерівномірний розподіл протягом року. Більша частина опадів випадає в теплий період, часто у вигляді короткочасних інтенсивних дощів. Такі умови можуть сприяти утворенню поверхневого стоку з територій несанкціонованих сміттєзвалищ та перенесенню забруднюючих речовин у прилеглі екосистеми [13].

Важливим природним фактором є вітровий режим території. Для степової зони характерні тривалі періоди вітряної погоди, особливо навесні та восени. За відсутності належно обладнаних майданчиків для збирання відходів це може призводити до розповсюдження легких фракцій сміття, насамперед полімерних матеріалів, на значні відстані. Подібні процеси нерідко стають причиною засмічення прилеглих земельних ділянок, полезахисних лісосмуг та водних об'єктів.

Ґрунтовий покрив території представлений переважно чорноземами звичайними та чорноземами південними, які належать до найбільш родючих ґрунтів України. Високий вміст гумусу та сприятливі агрофізичні властивості забезпечують значний сільськогосподарський потенціал території. Водночас

саме висока цінність земельних ресурсів обумовлює необхідність їх захисту від забруднення побутовими відходами та продуктами їх розкладання [14].

У разі потрапляння фільтрату або інших забруднюючих речовин із місць накопичення відходів у ґрунт відбувається поступове погіршення його екологічного стану. Особливо небезпечним є накопичення важких металів, синтетичних органічних сполук та мікропластику, які можуть зберігатися в ґрунтовому середовищі протягом тривалого часу та включатися до трофічних ланцюгів.

Гідрографічна мережа території представлена малими річками, балками, ставками та штучними водоймами. Водні об'єкти виконують важливі екологічні функції, забезпечуючи підтримання гідрологічного балансу та формування локальних екосистем. Разом із тим вони є вразливими до антропогенного впливу, зокрема до надходження забруднюючих речовин із місць складування відходів [13].

Особливу увагу під час організації системи поводження з відходами необхідно приділяти захисту підземних вод. Значна частина сільського населення використовує індивідуальні свердловини та колодязі для господарсько-питного водопостачання. Тому навіть локальне забруднення водоносних горизонтів може створювати ризики для здоров'я населення та вимагати значних витрат на відновлення якості водних ресурсів.

2.3. Соціально-економічна характеристика території

Соціально-економічні особливості території є одним із визначальних факторів, які впливають на формування обсягів та структури твердих побутових відходів, а також на ефективність функціонування системи їх збирання та утилізації. Рівень розвитку економіки, чисельність населення, характер забудови, особливості господарської діяльності та рівень

благоустрою населених пунктів безпосередньо визначають як кількість утворених відходів, так і можливості територіальної громади щодо впровадження сучасних природоохоронних заходів.

Солонянська селищна територіальна громада належить до громад аграрного типу, економіка яких переважно базується на використанні земельних ресурсів та розвитку сільськогосподарського виробництва. Виробнича структура території сформувалася під впливом природних умов степової зони та багаторічної спеціалізації регіону на вирощуванні зернових, технічних і кормових культур. Значну роль у господарському комплексі громади відіграють фермерські господарства, сільськогосподарські підприємства різних форм власності, а також особисті селянські господарства населення [22].

Сільське господарство залишається основною сферою зайнятості населення та одним із головних джерел надходжень до місцевого бюджету. На території громади вирощуються пшениця, ячмінь, кукурудза, соняшник та інші культури, характерні для степової зони України. Поряд із рослинництвом розвивається тваринництво, хоча його частка в економічній структурі поступово зменшується порівняно з рослинницькою галуззю.

Важливою особливістю території є значна частка сільського населення. Більшість жителів проживає у приватних житлових будинках із присадибними ділянками. Така форма розселення має безпосередній вплив на процес утворення побутових відходів. На відміну від багатоквартирної забудови міст, значна частина органічних відходів у сільській місцевості традиційно використовується для годівлі тварин або компостування, що певною мірою зменшує навантаження на систему вивезення відходів [18].

Разом із тим зміна способу життя населення та активне використання сучасних товарів широкого вжитку призводять до поступового збільшення частки пакувальних матеріалів у складі побутових відходів. Останніми роками спостерігається зростання кількості пластикової упаковки, поліетиленових виробів, одноразового посуду та комбінованих матеріалів, які після

використання стають складовими побутового сміття. Така тенденція характерна не лише для міст, а й для сільських територій [17].

Соціальна інфраструктура громади представлена закладами освіти, охорони здоров'я, культури, адміністративними установами та підприємствами комунального господарства. Функціонування цих об'єктів також супроводжується утворенням побутових відходів, хоча їх частка у загальному обсязі є значно меншою порівняно з відходами домогосподарств. Водночас саме об'єкти соціальної сфери можуть відігравати важливу роль у формуванні екологічної свідомості населення та популяризації практик роздільного збирання відходів.

Демографічна ситуація на території громади загалом відповідає тенденціям, характерним для більшості сільських територій України. Спостерігаються процеси скорочення чисельності населення, старіння демографічної структури та міграції працездатного населення до великих міст. Такі процеси впливають на організацію системи поводження з відходами, оскільки змінюють структуру споживання та просторовий розподіл джерел утворення побутових відходів.

Таблиця 2.3 – Основні соціально-економічні характеристики території дослідження [18; 21; 22]

Показник	Характеристика
Тип громади	селищна територіальна громада
Переважаючий вид господарської діяльності	сільське господарство
Основна форма розселення	сільська забудова
Переважаючий тип житла	індивідуальні житлові будинки
Основні джерела утворення ТПВ	домогосподарства, заклади соціальної сфери, підприємства торгівлі
Частка органічних відходів	відносно висока
Частка пакувальних матеріалів	зростає

Наведені характеристики свідчать про те, що структура утворення побутових відходів у громаді має певні відмінності від міських територій. Насамперед це стосується більшої частки органічних компонентів та меншої

концентрації відходів на одиницю площі. Водночас значна площа громади та розосереджене розселення населення ускладнюють організацію ефективної системи їх збирання та транспортування.

Важливим фактором, який впливає на ефективність управління відходами, є рівень благоустрою населених пунктів. Наявність контейнерних майданчиків, регулярне вивезення відходів, стан дорожньої мережі та доступність спеціалізованої техніки визначають можливість охоплення населення послугами з поводження з побутовими відходами. Для сільських територій ці питання часто мають вирішальне значення, оскільки навіть незначні організаційні недоліки можуть призводити до виникнення стихійних місць накопичення сміття.

Не менш важливою складовою є екологічна культура населення. Ефективність впровадження систем роздільного збирання відходів значною мірою залежить від готовності мешканців брати участь у сортуванні відходів та дотримуватися встановлених правил поводження з ними. Досвід багатьох територіальних громад свідчить, що навіть за наявності відповідної інфраструктури рівень залучення населення може залишатися низьким без проведення системної інформаційно-просвітницької роботи [17].

З позицій дослідження ефективності екологічних заходів особливого значення набуває поєднання соціально-економічних та природних особливостей території. Для Солонянської громади характерними є значна площа, переважно сільський характер розселення, аграрна спеціалізація економіки та поступове зростання обсягів відходів упаковки. Саме ці фактори необхідно враховувати під час вибору оптимальних заходів щодо удосконалення системи поводження з побутовими відходами.

2.4. Сучасний стан організації системи поводження з побутовими відходами в Солонянській територіальній громаді

Ефективність управління ТПВ на місцевому рівні значною мірою визначається рівнем розвитку комунальної інфраструктури, організацією збору та транспортування відходів, наявністю відповідної матеріально-технічної бази, а також ступенем залучення населення до екологічно відповідальної поведінки. Для сільських територіальних громад питання організації системи поводження з відходами є особливо актуальним, оскільки значна площа території, розосереджене проживання населення та обмежені фінансові ресурси часто ускладнюють впровадження сучасних технологій управління відходами.

Аналіз стратегічних документів розвитку Солонянської територіальної громади свідчить, що питання благоустрою населених пунктів, санітарного очищення території та охорони навколишнього природного середовища належать до пріоритетних напрямів місцевої політики [22]. Водночас, як і в багатьох інших громадах України, система поводження з побутовими відходами продовжує перебувати на стадії модернізації та адаптації до сучасних вимог екологічної безпеки.

Основу існуючої системи становить організоване збирання та вивезення побутових відходів із населених пунктів громади спеціалізованими комунальними службами або підприємствами, які надають відповідні послуги. У більшості випадків відходи збираються змішаним способом та після транспортування направляються до місць видалення відходів. Такий підхід дозволяє підтримувати належний санітарний стан території, однак не забезпечує повноцінного використання ресурсного потенціалу відходів [3].

Для сільських територій характерним є поєднання декількох способів накопичення відходів. У центральних частинах населених пунктів переважає

контейнерна система збору, тоді як у приватному секторі поширеним залишається індивідуальне накопичення відходів із подальшим їх вивезенням відповідно до графіків роботи спеціалізованого транспорту. Подібна практика використовується у багатьох територіальних громадах України та вважається найбільш економічно доцільною для малоповерхової забудови [15].

Важливим показником ефективності системи поводження з відходами є рівень охоплення населення послугами з їх вивезення. У сучасних умовах органи місцевого самоврядування поступово розширюють охоплення населених пунктів організованим збором побутових відходів. Проте через значну площу громади та наявність віддалених сіл забезпечення однакового рівня обслуговування всіх мешканців залишається складним завданням.

Особливістю сільської місцевості є те, що частина побутових відходів утилізується безпосередньо в домогосподарствах. Органічні залишки часто використовуються для компостування або як корм для свійських тварин. Така практика дозволяє зменшити навантаження на систему вивезення відходів та скоротити обсяги сміття, що підлягають транспортуванню [18]. Водночас відсутність організованого сортування вторинної сировини призводить до того, що значна частина цінних матеріалів потрапляє до загального потоку змішаних відходів.

Певну екологічну проблему становлять також випадки утворення стихійних сміттєзвалищ. Вони можуть виникати на околицях населених пунктів, поблизу балок, польових доріг, лісосмуг та інших малоконтрольованих територій. Причинами їх появи найчастіше є недостатня екологічна свідомість населення, бажання уникнути витрат на вивезення сміття або віддаленість контейнерних майданчиків від місць проживання окремих мешканців [13].

Таблиця 2.4 – Загальна характеристика існуючої системи поводження з ТПВ у Солонянській територіальній громаді [15; 17; 18; 22]

Елемент системи	Характеристика
Збирання відходів	Переважно організоване
Спосіб накопичення	Контейнерний та індивідуальний
Основний тип відходів	Змішані побутові відходи
Роздільне збирання	Обмежене
Компостування	Переважно індивідуальне
Перероблення вторинної сировини	Недостатньо розвинене
Ризик утворення стихійних звалищ	Наявний
Перспективи розвитку	Високі

Аналіз таблиці свідчить, що існуюча система забезпечує базовий рівень санітарного очищення території, проте її ефективність обмежується недостатнім розвитком сортування та повторного використання відходів. Основна маса побутових відходів залишається змішаною, що ускладнює подальше вилучення ресурсно цінних компонентів.

З екологічної точки зору основними недоліками функціонуючої системи є недостатній рівень сортування, переважання змішаного збору відходів та залежність від полігонного способу їх видалення. Такі особливості є характерними не лише для Солонянської громади, а й для більшості сільських територій України. Водночас наявність значної частки органічної складової у складі відходів та переважання індивідуальної забудови створюють сприятливі передумови для впровадження компостування та розвитку локальних систем роздільного збирання.

2.5. Методичні підходи до оцінки ефективності системи поводження з твердими побутовими відходами

Оцінка ефективності системи поводження з твердими побутовими відходами є важливим етапом екологічних досліджень, оскільки дозволяє визначити рівень впливу відходів на навколишнє природне середовище,

встановити основні проблеми функціонування існуючої системи та обґрунтувати доцільність впровадження природоохоронних заходів. Для досягнення поставленої мети в роботі використано комплекс методичних підходів, що поєднують аналіз статистичних даних, розрахункові методи, порівняльну оцінку та прогнозування змін екологічних показників після реалізації запропонованих заходів [2; 3].

Для проведення розрахунків використовувалися офіційні статистичні матеріали, регіональні екологічні звіти, нормативні показники утворення побутових відходів та усереднені значення, характерні для сільських населених пунктів України.

Першим етапом дослідження є визначення орієнтовних обсягів утворення побутових відходів. Для цього використовується розрахунок на основі чисельності населення та питомого показника утворення відходів на одну особу.

Річний обсяг утворення відходів визначають за формулою:

$$Q = N \times q, \quad (2.1)$$

де:

Q – річний обсяг утворення побутових відходів, т/рік; N – чисельність населення, осіб; q – середньорічний норматив утворення побутових відходів на одну особу, т/особу·рік.

Для сільських населених пунктів України середній показник утворення побутових відходів становить від 0,25 до 0,35 т на особу за рік [12].

На наступному етапі проводиться оцінка морфологічного складу побутових відходів. Морфологічний склад визначається як відсоткове співвідношення окремих компонентів у загальній масі відходів. До основних компонентів належать: органічні відходи; папір та картон; пластик; скло; метал; текстиль; інші відходи.

Аналіз морфологічного складу дозволяє визначити потенціал впровадження роздільного збирання та оцінити можливість вилучення вторинної сировини з потоку змішаних відходів.

Важливим елементом роботи є оцінка екологічного ризику, пов'язаного з функціонуванням існуючої системи поводження з відходами. Для цього використовується бальна система оцінювання основних факторів впливу на довкілля.

Таблиця 2.5 – Критерії оцінки екологічного ризику системи поводження з ТПВ [13; 17]

Показник	Низький ризик	Середній ризик	Високий ризик
Наявність стихійних звалищ	відсутні	поодинокі	численні
Роздільне збирання	розвинене	часткове	відсутнє
Рівень охоплення населення послугами	понад 90 %	60–90 %	менше 60 %
Ризик забруднення довкілля	низький	середній	високий

Застосування даного підходу дозволяє здійснити порівняльну оцінку стану системи поводження з відходами до та після впровадження природоохоронних заходів.

Одним із ключових завдань роботи є визначення екологічної ефективності запропонованих рішень. Під екологічною ефективністю розуміється ступінь зменшення негативного впливу відходів на довкілля внаслідок реалізації конкретних заходів [20]. Для оцінки екологічної ефективності використовуватиметься показник скорочення обсягів відходів, які направляються на захоронення. Розрахунок здійснюється за формулою:

$$E_e = ((Q_1 - Q_2) / Q_1) \times 100, \quad (2.2)$$

де:

E_e – екологічна ефективність, %; Q_1 – обсяг відходів до впровадження заходів, т/рік; Q_2 – обсяг відходів після впровадження заходів, т/рік.

Отриманий результат показує, на скільки відсотків зменшуються обсяги відходів, що потребують захоронення.

Для оцінки потенціалу вилучення вторинної сировини використовується показник ресурсного відновлення:

$$R = (Q_v / Q_3) \times 100, \quad (2.3)$$

де:

R – рівень ресурсного відновлення, %; Q_v – маса відібраної вторинної сировини, т; Q_z – загальна маса побутових відходів, т.

Цей показник дозволяє оцінити ефективність роздільного збирання та сортування відходів.

Окремим напрямом дослідження є визначення ефективності компостування органічної складової відходів. Для цього буде оцінено частку органічних відходів у загальному потоці ТПВ та визначено обсяги відходів, які можуть бути вилучені із системи захоронення за рахунок їх біологічної переробки.

Суттєве значення має також економічна оцінка запропонованих заходів. У межах дослідження економічна ефективність визначатиметься через порівняння витрат на впровадження заходів та очікуваних економічних вигод від скорочення обсягів захоронення відходів і реалізації вторинної сировини.

Для розрахунку використовується співвідношення:

$$E_k = D - B, \quad (2.4)$$

де:

E_k – економічний ефект, грн; D – очікувані доходи або заощаджені кошти, грн; B – витрати на реалізацію заходів, грн.

Якщо отримане значення є додатним, впровадження заходу вважається економічно доцільним.

РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ У СЕЛІ СОЛОНЕ

3.1. Аналіз обсягів утворення твердих побутових відходів

Одним із найважливіших показників, що характеризують ефективність системи поводження з побутовими відходами, є обсяг їх утворення. Саме від кількості відходів залежать потреби у контейнерному господарстві, транспортному забезпеченні, місцях видалення відходів та природоохоронних заходах [12].

Село Солоне є адміністративним центром Солонянської територіальної громади та належить до найбільших населених пунктів громади. За даними відкритих джерел та статистичних матеріалів громади, чисельність населення селища становить близько 6,8 тис. осіб [21; 22]. Саме цей показник використано для подальших розрахунків. Річний обсяг утворення побутових відходів визначався за формулою:

$$Q = N \times q = 6800 \times 0,30 = 2040 \text{ т/рік.}$$

Отже, орієнтовний річний обсяг утворення твердих побутових відходів у селищі Солоне становить близько 2040 т.

Для більш повної характеристики системи поводження з відходами доцільно визначити середньодобове утворення відходів:

$$Q_{\text{доб}} = 2040 / 365 = 5,59 \text{ т/добу.}$$

Таким чином, щоденно на території селища утворюється близько 5,6 т побутових відходів.

Враховуючи, що в сільських населених пунктах частина органічних відходів утилізується безпосередньо в домогосподарствах, фактичний обсяг відходів, які надходять до організованої системи збирання, може бути дещо меншим. Проте для екологічної оцінки доцільно враховувати весь потенційний потік відходів, оскільки навіть неорганізоване їх видалення здатне створювати екологічні ризики.

Таблиця 3.1 – Розрахунок обсягів утворення твердих побутових відходів у селищі Солоне

Показник	Значення
Чисельність населення, осіб	6800
Норматив утворення ТПВ, т/особу·рік	0,30
Річний обсяг утворення ТПВ, т	2040
Середньомісячний обсяг ТПВ, т	170
Середньодобовий обсяг ТПВ, т	5,59
Середньодобовий обсяг ТПВ, кг	5590

Результати розрахунків свідчать, що навіть для відносно невеликого населеного пункту щорічно утворюється понад дві тисячі тонн побутових відходів. Такий обсяг потребує ефективної системи збирання, транспортування та подальшого поводження з відходами.

Для оцінки динаміки утворення відходів доцільно врахувати вплив соціально-економічних факторів. Аналіз сучасних тенденцій свідчить, що поступове зростання споживання товарів та збільшення використання пакувальних матеріалів призводять до щорічного збільшення кількості побутових відходів. Навіть за умов відносно стабільної чисельності населення загальна маса відходів може зростати за рахунок зміни структури споживання [17].

Для прогнозової оцінки використано умовний сценарій зростання обсягів утворення відходів на 1,5 % щорічно, що відповідає середнім тенденціям розвитку споживчого ринку.

Таблиця 3.2 – Прогноз утворення побутових відходів у селищі Солоне за умови збереження існуючих тенденцій

Рік	Обсяг ТПВ, т/рік	Рік	Обсяг ТПВ, т/рік	Рік	Обсяг ТПВ, т/рік
2025	2040	2027	2102	2029	2166
2026	2071	2028	2134	2030	2199

Аналіз прогнозних даних показує, що за відсутності додаткових природоохоронних заходів до 2030 року обсяг утворення відходів може збільшитися майже до 2200 т на рік. Це призведе до зростання навантаження на існуючу систему поводження з відходами та потребуватиме розширення інфраструктури їх збирання і транспортування.

Окрім загальної кількості відходів важливим показником є їх накопичення на одного мешканця. Для селища Солоне цей показник становить: $2040 \text{ т} / 6800 \text{ осіб} = 0,30 \text{ т/особу} \cdot \text{рік}$, або приблизно 300 кг на особу за рік.

Отримане значення відповідає середнім показникам для сільських населених пунктів України та є нижчим порівняно з великими містами, де рівень утворення побутових відходів може перевищувати 400–450 кг на особу за рік [12].

Водночас навіть такі обсяги відходів за відсутності ефективного сортування та повторного використання ресурсно цінних компонентів можуть спричиняти значне екологічне навантаження на територію. Саме тому наступним етапом дослідження є аналіз морфологічного складу побутових відходів, який дозволить визначити потенціал впровадження роздільного збирання та оцінити можливості скорочення обсягів захоронення.

Таким чином, проведені розрахунки показали, що у селищі Солоне щорічно утворюється близько 2040 т твердих побутових відходів. За умови збереження існуючих тенденцій цей показник поступово зростатиме, що обумовлює необхідність впровадження ефективних екологічних заходів, спрямованих на скорочення обсягів відходів, які надходять на захоронення.

3.2. Оцінка морфологічного складу побутових відходів

Для розроблення ефективних природоохоронних заходів недостатньо визначити лише загальний обсяг утворення побутових відходів. Важливим етапом дослідження є вивчення їх морфологічного складу, оскільки саме він визначає можливості сортування, перероблення, компостування та повторного використання окремих компонентів. Морфологічний аналіз дозволяє оцінити ресурсний потенціал відходів та визначити напрями вдосконалення існуючої системи поводження з ними. Для подальших розрахунків у роботі прийнято структуру побутових відходів, наведену в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Орієнтовний морфологічний склад побутових відходів у селищі Солоне

Компонент відходів	Частка, %	Маса, т/рік
Органічні відходи	48	979,2
Пластик	17	346,8
Папір і картон	11	224,4
Скло	9	183,6
Метал	3	61,2
Текстиль	4	81,6
Інші відходи	8	163,2
Разом	100	2040,0

Отримані результати свідчать, що найбільшу частку у складі побутових відходів становлять органічні компоненти, маса яких наближається до 1000 т на рік. До цієї категорії належать харчові залишки, рослинні рештки, відходи садівництва та городництва. Значний обсяг органічної складової створює сприятливі передумови для впровадження компостування як одного з основних природоохоронних заходів.

Другу за величиною частку становлять полімерні матеріали. Щорічно в потік побутових відходів потрапляє майже 350 т пластикових виробів та упаковки. Більшість із них характеризується тривалим періодом розкладання

та може зберігатися в навколишньому середовищі протягом десятків або навіть сотень років. Саме тому вилучення пластикових відходів із загального потоку сміття є одним із ключових напрямів підвищення екологічної ефективності системи поводження з відходами [20].

Папір та картон становлять понад 11 % загальної маси побутових відходів. Незважаючи на поступову цифровізацію суспільства, ця категорія залишається важливим джерелом вторинної сировини. Вилучення макулатури дозволяє зменшити навантаження на полігони та сприяє збереженню лісових ресурсів [17].

Значний потенціал для повторного використання мають також скло та метал. Сукупна маса цих компонентів у структурі побутових відходів селища Солоне становить близько 245 т на рік. На відміну від багатьох інших матеріалів, скло та метал практично не втрачають своїх властивостей під час перероблення, що робить їх цінною вторинною сировиною [10].

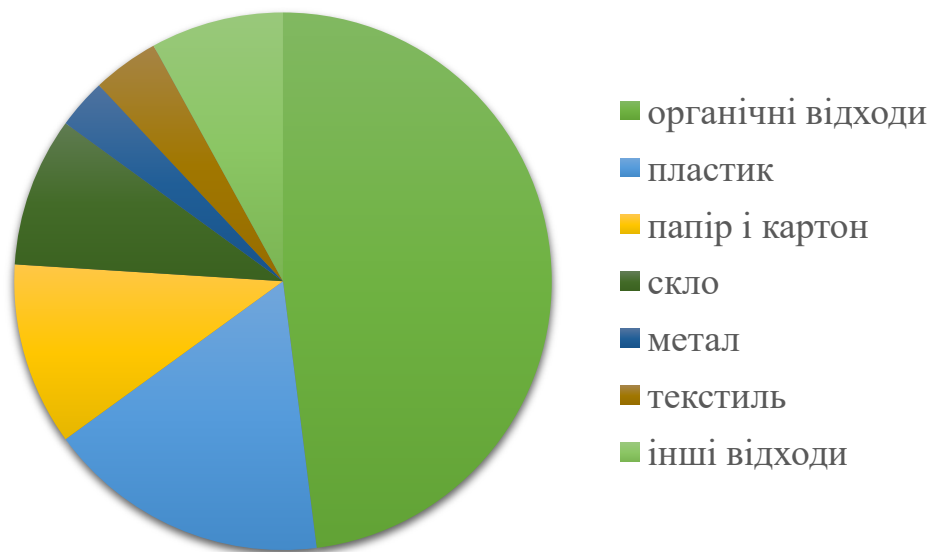


Рисунок 3.1 – Морфологічний склад побутових відходів у селищі Солоне

Проведений аналіз дозволяє оцінити потенційний обсяг відходів, які можуть бути вилучені із загального потоку за умови впровадження сучасних природоохоронних заходів. Для цього визначено ресурсно цінні компоненти, придатні до компостування або перероблення.

Таблиця 3.4 – Потенціал вилучення ресурсно цінних компонентів із потоку побутових відходів

Компонент	Маса, т/рік	Можливий спосіб поводження
Органічні відходи	979,2	Компостування
Пластик	346,8	Перероблення
Папір і картон	224,4	Перероблення
Скло	183,6	Перероблення
Метал	61,2	Перероблення
Разом	1795,2	—

Отримані результати свідчать, що близько 88 % від загальної маси побутових відходів теоретично можуть бути вилучені із потоку захоронення за умови функціонування ефективної системи сортування та компостування.

Для оцінки перспектив впровадження окремих природоохоронних заходів важливо визначити структуру відходів за рівнем придатності до повторного використання.

Таблиця 3.5 – Розподіл побутових відходів за можливістю утилізації

Категорія	Частка, %
Придатні до компостування	48
Придатні до перероблення	40
Важкоутилізовані та залишкові	12
Разом	100

Наведені дані свідчать, що лише близько 12 % відходів не мають реальної перспективи повторного використання в умовах сучасних технологій. Саме ця частина повинна надходити на захоронення після вилучення всіх ресурсно цінних компонентів.

Аналіз морфологічного складу дозволяє зробити висновок про значний потенціал удосконалення системи поводження з відходами у селищі Солоне. Найбільш перспективними напрямками є розвиток компостування органічної складової та впровадження роздільного збирання пластику, паперу, скла і металу. Реалізація таких заходів дозволить суттєво скоротити обсяги відходів, що направляються на захоронення, та підвищити екологічну ефективність функціонування всієї системи управління відходами.

3.3. Аналіз існуючої системи збирання, транспортування та видалення відходів

Система поводження з побутовими відходами на території селища функціонує в межах загальної системи санітарного очищення Солонянської територіальної громади. Основними джерелами утворення побутових відходів є житловий сектор, заклади освіти, адміністративні установи, заклади охорони здоров'я, підприємства торгівлі та громадського харчування. Найбільший внесок у загальний обсяг ТПВ формують домогосподарства населення.

Відповідно до проведених у підрозділі 3.1 розрахунків, щорічно у селищі утворюється близько 2040 т побутових відходів, або в середньому 5,6 т за добу. Такий обсяг потребує стабільного функціонування системи збору та регулярного вивезення відходів.

На території селища використовується контейнерна система накопичення відходів. Контейнери встановлюються у місцях найбільшої концентрації населення та біля об'єктів соціальної інфраструктури. У приватному секторі поряд із контейнерною системою застосовується практика індивідуального накопичення відходів із подальшим їх вивезенням спеціалізованим транспортом відповідно до затверджених маршрутів.

Перевагою такої системи є можливість охоплення значної частини населення послугами з вивезення відходів без необхідності встановлення великої кількості контейнерних майданчиків. Разом із тим існують певні недоліки, пов'язані з нерівномірністю накопичення відходів та необхідністю забезпечення регулярності їх вивезення.

Процес транспортування відходів здійснюється спеціалізованою технікою. Відходи після збору завантажуються до сміттєвозів та транспортуються до місць видалення. Ефективність цього етапу залежить від

технічного стану транспортних засобів, протяжності маршрутів, якості дорожньої мережі та сезонних умов експлуатації.

Для сільських територій характерною проблемою є значна протяжність маршрутів збору відходів. На відміну від міських умов, де джерела утворення ТПВ розташовані компактно, у сільській місцевості відстані між окремими пунктами збору можуть бути значними. Це збільшує витрати пального, час виконання рейсів та загальну собівартість послуг з вивезення відходів [15].

Проведений аналіз показує, що на даний час система поводження з відходами у селищі орієнтована переважно на збір та видалення змішаних побутових відходів. Повноцінне роздільне збирання основних компонентів відходів поки що впроваджене обмежено, що призводить до втрати значної кількості ресурсно цінних матеріалів.

Особливу увагу слід приділити органічній складовій відходів. Як було встановлено у підрозділі 3.2, майже половину загального обсягу ТПВ становлять органічні відходи. Частина таких відходів утилізується населенням самостійно шляхом компостування або використання в особистих господарствах, однак значна кількість органіки продовжує потрапляти до загального потоку відходів. Для оцінки рівня використання ресурсного потенціалу відходів проведено узагальнення результатів морфологічного аналізу.

Таблиця 3.6 – Використання ресурсного потенціалу побутових відходів

Показник	Значення
Загальний обсяг ТПВ, т/рік	2040
Потенційно придатні до компостування, т/рік	979,2
Потенційно придатні до перероблення, т/рік	816,0
Частка відходів, що фактично захоронюються, %	понад 90
Частка відходів, що використовуються повторно, %	незначна

Отримані результати свідчать, що існуюча система забезпечує виконання санітарних функцій, однак не дозволяє повною мірою реалізувати ресурсний потенціал відходів. Значна частина органічної складової та

вторинної сировини продовжує надходити на захоронення, що знижує екологічну та економічну ефективність функціонування всієї системи.

3.4. Оцінка екологічних ризиків, пов'язаних із поводженням з твердими побутовими відходами у селищі Солоне

Під екологічним ризиком у даній роботі розуміється ймовірність виникнення негативних змін у стані компонентів довкілля внаслідок неналежного поводження з побутовими відходами. Для селища Солоне найбільш актуальними є ризики забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, а також погіршення санітарно-гігієнічного стану території [13].

Особливістю досліджуваної території є її аграрна спрямованість та значна частка земель сільськогосподарського призначення. За таких умов будь-які випадки несанкціонованого розміщення відходів можуть безпосередньо впливати на якість земельних ресурсів, які є основою економічного розвитку громади. Потрапляння забруднюючих речовин у ґрунт може призводити до погіршення його агрохімічних властивостей та зниження продуктивності сільськогосподарських угідь [14].

Одним із найбільш значущих ризиків є утворення стихійних сміттєзвалищ. Навіть за наявності організованого вивезення відходів окремі випадки несанкціонованого складування сміття можуть виникати на околицях населених пунктів, поблизу балок, польових доріг та лісосмуг. Такі об'єкти часто не мають інженерного захисту та стають джерелом локального забруднення довкілля [13].

Не менш важливим є ризик забруднення водних ресурсів. Як було встановлено у підрозділі 2.2, на території громади поширена балково-яружна мережа, яка сприяє перенесенню забруднюючих речовин поверхневим стоком

під час випадання атмосферних опадів. За відсутності належного контролю за місцями накопичення відходів це може призводити до потрапляння продуктів їх розкладання у водні об'єкти та підземні горизонти [14].

Особливу увагу необхідно приділити органічній складовій відходів, яка відповідно до результатів попереднього аналізу становить майже половину загальної маси ТПВ. У теплий період року процеси біологічного розкладання органічних залишків супроводжуються утворенням неприємних запахів, залученням комах та гризунів, а також виділенням парникових газів [10]. За умов тривалого накопичення органічних відходів екологічні ризики суттєво зростають.

Додатковим фактором ризику є поширення пластикових відходів, частка яких у загальній структурі ТПВ становить близько 17 %. Пластикові вироби характеризуються тривалим терміном розкладання та можуть накопичуватися в довкіллі протягом десятків років. У процесі руйнування вони утворюють мікропластик, який поступово потрапляє до ґрунту та водних екосистем [20].

Для комплексної оцінки рівня екологічного ризику використано бальний метод, наведений у підрозділі 2.5. Оцінювання виконано за чотирма основними критеріями.

Таблиця 3.6 – Оцінка екологічних ризиків системи поводження з ТПВ у селищі Солоне

Показник	Характеристика ситуації	Бал
Роздільне збирання відходів	Обмежене	2
Імовірність утворення стихійних звалищ	Середня	2
Частка відходів, що захоронюються	Висока	3
Ризик забруднення довкілля	Середній	2
Сума балів	—	9

4–6 балів – низький рівень ризику; 7–9 балів – середній рівень ризику; 10–12 балів – високий рівень ризику.

Отриманий результат свідчить, що існуюча система поводження з побутовими відходами у селищі Солоне характеризується середнім рівнем екологічного ризику. Основними факторами ризику є недостатній розвиток сортування та значна частка відходів, які направляються на захоронення.

Окремо оцінили потенційний вплив різних компонентів відходів на довкілля.

Таблиця 3.7 – Екологічна небезпека окремих компонентів побутових відходів

Компонент	Потенційний вплив на довкілля	Рівень небезпеки
Органічні відходи	Утворення фільтрату та полігонного газу	Середній
Пластик	Накопичення мікропластику	Високий
Папір і картон	Незначний вплив за умови перероблення	Низький
Скло	Тривале накопичення у довкіллі	Середній
Метал	Можливе забруднення сполуками металів	Середній
Текстиль	Повільний процес розкладання	Середній

Результати аналізу свідчать, що найбільшу екологічну небезпеку становлять полімерні матеріали та органічна складова побутових відходів. Саме ці компоненти формують основну частину негативного впливу на довкілля та повинні розглядатися як першочергові об'єкти природоохоронних заходів.

Для більш об'єктивної оцінки ситуації було визначено потенційний обсяг відходів, які щорічно надходять на захоронення без попереднього сортування. За результатами розрахунків, наведених у підрозділі 3.2, цей показник становить близько 2040 т на рік. Таким чином, практично весь ресурсний потенціал відходів втрачається, а екологічне навантаження на систему видалення відходів залишається високим.

Водночас проведений аналіз свідчить про наявність значних резервів для зниження екологічних ризиків. Морфологічний склад відходів демонструє високий потенціал для компостування органічної складової та вилучення вторинної сировини. Реалізація відповідних заходів дозволить не лише скоротити обсяги захоронення відходів, а й зменшити ризики забруднення основних компонентів довкілля.

3.5. Визначення основних проблем та резервів підвищення ефективності системи поводження з відходами

Проведений аналіз сучасного стану поводження з твердими побутовими відходами у селищі Солоне дозволив встановити, що існуюча система загалом забезпечує виконання базових санітарних функцій, однак її екологічна ефективність залишається недостатньою. Основною причиною цього є переважна орієнтація на збирання та видалення відходів без належного використання їх ресурсного потенціалу. За сучасних умов такий підхід не відповідає принципам сталого розвитку та поступово втрачає ефективність як з екологічної, так і з економічної точки зору [8].

Результати проведених розрахунків свідчать, що щорічно на території селища утворюється близько 2040 т твердих побутових відходів. При цьому майже 88 % їх загальної маси можуть бути використані повторно або залучені до процесів перероблення та компостування. Незважаючи на це, основна частина відходів продовжує надходити на захоронення, що призводить до втрати значного обсягу вторинних матеріальних ресурсів та створює додаткове навантаження на навколишнє середовище.

Однією з головних проблем є недостатній розвиток системи роздільного збирання відходів. Як показав аналіз морфологічного складу ТПВ, щороку у селищі утворюється понад 800 т відходів, придатних до перероблення, зокрема паперу, пластику, скла та металу. За відсутності належної системи сортування значна частина цих матеріалів потрапляє до загального потоку змішаних відходів і втрачається як потенційна вторинна сировина [17].

Важливою проблемою залишається також недостатнє використання органічної складової відходів. Проведені розрахунки показали, що щороку утворюється майже 980 т органічних відходів, які можуть бути використані для виробництва компосту. Однак на сьогодні лише незначна частина цієї маси утилізується населенням у власних господарствах. Основний обсяг органіки

продовжує надходити до загального потоку відходів, що збільшує навантаження на систему їх видалення та сприяє утворенню парникових газів [18].

Суттєвим недоліком існуючої системи є низький рівень ресурсоефективності. Незважаючи на значний потенціал повторного використання відходів, економічна цінність вторинної сировини практично не використовується. У результаті громада не отримує можливих економічних вигод від реалізації відсортованих матеріалів, а витрати на транспортування та захоронення відходів продовжують зростати.

Проблемним питанням залишається також формування екологічної культури населення. Досвід функціонування систем роздільного збирання в інших територіальних громадах свідчить, що навіть за наявності необхідної інфраструктури ефективність сортування значною мірою залежить від рівня поінформованості мешканців та їх готовності брати участь у природоохоронних заходах [17]. Для селища Солоне це питання набуває особливої актуальності у зв'язку з перспективами впровадження нових підходів до управління відходами. Результати проведеного аналізу дозволили визначити основні проблеми існуючої системи поводження з ТПВ (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Основні проблеми системи поводження з побутовими відходами у селищі Солоне

Проблема	Наслідки
Недостатній розвиток роздільного збирання	Втрата вторинної сировини
Висока частка захоронення відходів	Зростання екологічного навантаження
Недостатнє використання органічних відходів	Утворення полігонного газу та фільтрату
Обмежений розвиток перероблення	Низька ресурсоефективність
Недостатня екологічна обізнаність населення	Порушення правил поводження з відходами
Ризик виникнення стихійних звалищ	Локальне забруднення довкілля

Аналіз представлених даних свідчить, що більшість проблем мають системний характер і взаємопов'язані між собою. Наприклад, відсутність ефективного сортування призводить до збільшення обсягів захоронення

відходів, а низька екологічна культура населення підвищує ризик виникнення несанкціонованих місць накопичення сміття.

Поряд із проблемами проведене дослідження дозволило виявити значні резерви підвищення екологічної ефективності існуючої системи. Найбільший потенціал пов'язаний із впровадженням роздільного збирання відходів та компостуванням органічної складової. Саме ці заходи можуть забезпечити найбільше скорочення обсягів відходів, що направляються на захоронення. Для визначення потенційних резервів використано результати морфологічного аналізу відходів.

Таблиця 3.9 – Резерви підвищення ефективності системи поводження з ТПВ

Напрямок удосконалення	Потенційний обсяг відходів, т/рік
Компостування органічних відходів	979,2
Перероблення пластику	346,8
Перероблення паперу та картону	224,4
Перероблення скла	183,6
Перероблення металу	61,2
Разом потенційно вилучається із захоронення	1795,2

Отримані результати демонструють, що теоретично майже 1800 т відходів щороку можуть бути вилучені із загального потоку захоронення. Навіть за умови часткового досягнення цього показника екологічний ефект буде суттєвим. Найбільш реалістичними для впровадження в умовах селища Солоне є заходи, які не потребують значних капіталовкладень. До таких заходів належать організація роздільного збирання основних компонентів відходів, розвиток індивідуального та громадського компостування, встановлення додаткових контейнерів для вторинної сировини та проведення інформаційно-просвітницької роботи серед населення.

Важливою перевагою досліджуваної території є значна частка приватної забудови та наявність присадибних ділянок. Саме ця особливість створює сприятливі умови для впровадження компостування органічних відходів без необхідності будівництва складних і дорогих об'єктів перероблення. Крім того, відносно невеликі обсяги утворення відходів дозволяють реалізувати систему роздільного збирання поступово, починаючи з найбільш цінних компонентів вторинної сировини.

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБЛЕННЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТПВ У СЕЛІ СОЛОНЕ

4.1. Обґрунтування комплексу природоохоронних заходів

З урахуванням результатів проведеного аналізу, природно-кліматичних особливостей території та сучасних вимог екологічної політики найбільш доцільним є впровадження комплексу взаємопов'язаних заходів, спрямованих на скорочення обсягів захоронення відходів, підвищення рівня їх ресурсного використання та зменшення негативного впливу на довкілля. Запропонований комплекс заходів базується на принципах ієрархії управління відходами, відповідно до яких пріоритет надається запобіганню утворенню відходів, їх повторному використанню та переробленню, а захоронення розглядається лише як кінцевий етап поводження із залишковими компонентами [1; 8].

Під час вибору природоохоронних заходів враховувалися не лише екологічні, але й економічні та організаційні аспекти їх реалізації. Для невеликих територіальних громад важливим фактором є можливість впровадження заходів без значних капітальних витрат та необхідності будівництва складних інженерних споруд. Саме тому основна увага приділяється рішенням, які можуть бути реалізовані на місцевому рівні з використанням існуючої інфраструктури.

Першим напрямом удосконалення системи поводження з відходами є впровадження роздільного збирання побутових відходів. Цей захід дозволяє забезпечити вилучення з потоку змішаних відходів найбільш цінних

компонентів вторинної сировини, зокрема пластику, паперу, картону, скла та металу. Роздільне збирання є одним із найбільш поширених і водночас найбільш ефективних інструментів зменшення обсягів захоронення відходів, що підтверджується досвідом багатьох територіальних громад України та країн Європейського Союзу [20].

Другим важливим напрямом є організація системи компостування органічної складової побутових відходів. Саме органічні відходи формують найбільшу частку ТПВ у селищі Солоне, тому їх видалення із загального потоку відходів здатне забезпечити найбільший екологічний ефект. Особливістю досліджуваної території є переважання індивідуальної житлової забудови та наявність присадибних ділянок, що створює сприятливі умови для розвитку як індивідуального, так і громадського компостування [18].

Не менш важливим складником запропонованого комплексу заходів є проведення інформаційно-просвітницької роботи серед населення. Світовий досвід свідчить, що ефективність систем роздільного збирання відходів безпосередньо залежить від рівня екологічної свідомості громадян. Навіть за наявності сучасної інфраструктури досягнення високих показників сортування є неможливим без активної участі населення. Саме тому важливими елементами системи повинні стати інформаційні кампанії, роз'яснювальна робота та екологічна освіта [17].

Додатковим напрямом підвищення ефективності системи поводження з відходами є розвиток мережі збору вторинної сировини. Створення пунктів приймання окремих видів відходів дозволяє підвищити рівень залучення населення до сортування та забезпечує можливість передачі зібраних матеріалів на переробні підприємства. Особливо актуальним це є для пластикових виробів, макулатури та металобрухту, які мають стабільний попит на ринку вторинної сировини.

Для оцінки потенційної результативності запропонованих рішень доцільно провести попередній аналіз їх впливу на основні екологічні показники.

Таблиця 4.1 – Очікуваний вплив запропонованих природоохоронних заходів

Захід	Основний результат
Роздільне збирання відходів	Збільшення обсягів вторинної сировини
Компостування органічних відходів	Скорочення обсягів органіки у загальному потоці ТПВ
Екологічна просвіта населення	Підвищення рівня сортування відходів
Розвиток пунктів збору вторсировини	Зростання рівня ресурсного використання відходів
Комплексне впровадження заходів	Скорочення обсягів захоронення та зменшення екологічних ризиків

Аналіз наведених даних свідчить, що найбільший екологічний ефект очікується від поєднання роздільного збирання відходів та компостування органічної складової. Саме ці два напрями безпосередньо впливають на скорочення маси відходів, які потребують захоронення. Інформаційно-просвітницькі заходи та розвиток системи збору вторинної сировини виконують допоміжну функцію, забезпечуючи підвищення ефективності основних природоохоронних рішень.

Важливою перевагою запропонованого комплексу заходів є його відповідність сучасним принципам циркулярної економіки. На відміну від традиційної моделі, яка передбачає накопичення та видалення відходів, запропонований підхід орієнтований на повернення ресурсно цінних матеріалів у господарський обіг та максимальне використання корисних властивостей відходів. Це дозволяє одночасно вирішувати екологічні та економічні завдання розвитку територіальної громади.

4.2. Впровадження роздільного збирання побутових відходів

Одним із найбільш ефективних інструментів підвищення екологічної безпеки системи поводження з твердими побутовими відходами є впровадження роздільного збирання окремих компонентів відходів безпосередньо в місцях їх утворення. Такий підхід дозволяє зменшити обсяги

відходів, що направляються на захоронення, забезпечити вилучення вторинної сировини та створити передумови для розвитку циркулярної економіки на місцевому рівні. Для селища Солоне впровадження роздільного збирання є особливо актуальним, оскільки проведений аналіз морфологічного складу відходів показав наявність значної кількості компонентів, придатних до повторного використання та перероблення.

Для впровадження роздільного збирання відходів пропонується створити систему контейнерного накопичення вторинної сировини у найбільш людних частинах селища. Контейнери доцільно встановлювати поблизу житлових кварталів, адміністративних будівель, навчальних закладів, торговельних об'єктів та інших місць постійного перебування населення.

З урахуванням чисельності населення селища Солоне та існуючої забудови для першого етапу впровадження системи пропонується встановлення десяти контейнерних майданчиків для роздільного збирання відходів. Кожен майданчик передбачає розміщення окремих контейнерів для пластику, паперу та скла. Металеві відходи можуть накопичуватися разом із іншими ресурсно цінними компонентами або передаватися безпосередньо до пунктів приймання вторинної сировини.

Однією з основних умов успішного впровадження роздільного збирання є проведення інформаційно-роз'яснювальної роботи. Населення повинно бути поінформоване про мету сортування, правила користування контейнерами та екологічні переваги нового підходу. Для цього доцільно використовувати офіційний сайт громади, соціальні мережі, інформаційні стенди, а також проводити тематичні заходи в закладах освіти.

У реальних умовах досягнення стовідсоткового рівня сортування є практично неможливим. Досвід функціонування аналогічних систем у невеликих громадах України свідчить, що на початковому етапі впровадження можна очікувати рівень вилучення вторинної сировини в межах 40–60 % від її загального потенціалу [17]. Для подальших розрахунків приймаємо реалістичний показник ефективності сортування на рівні 50 %.

Розрахунок обсягу вторинної сировини, яка буде вилучатися із загального потоку відходів: $Q_v = 816 \times 0,50 = 408$ т/рік. Таким чином, після впровадження системи роздільного збирання можливо щорічно вилучати близько 408 т вторинної сировини. Структура відібраних матеріалів наведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Очікувані обсяги вилучення вторинної сировини після впровадження роздільного збирання

Вид відходів	Загальний обсяг, т/рік	Рівень відбору, %	Вилучається, т/рік
Пластик	346,8	50	173,4
Папір і картон	224,4	50	112,2
Скло	183,6	50	91,8
Метал	61,2	50	30,6
Разом	816,0	—	408,0

Результати розрахунків свідчать, що найбільший обсяг вилученої вторинної сировини становитимуть полімерні матеріали, які є одними з найбільш проблемних компонентів відходів через тривалий період їх розкладання в природному середовищі. Водночас значний екологічний ефект забезпечуватиме також вилучення макулатури та склобою.

Окрім безпосереднього скорочення обсягів захоронення відходів, впровадження роздільного збирання дозволить зменшити навантаження на систему транспортування, збільшити рівень використання вторинних ресурсів та підвищити екологічну свідомість населення. Додатковою перевагою є можливість подальшого розширення системи сортування шляхом включення нових видів відходів, зокрема текстилю, електронних відходів та небезпечних побутових відходів.

4.3. Організація компостування органічної складової побутових відходів

Одним із найбільш перспективних напрямів удосконалення системи поводження з твердими побутовими відходами у селищі Солоне є організація

компостування органічної складової відходів. Компостування являє собою біологічний процес розкладання органічних речовин під дією мікроорганізмів за наявності кисню. У результаті такого процесу утворюється компост – органічний матеріал, який може використовуватися як добриво або ґрунтополіпшувач. На відміну від захоронення органічних відходів, компостування дозволяє повернути органічну речовину до природного кругообігу та суттєво зменшити негативний вплив відходів на довкілля [19].

Як було встановлено у підрозділі 3.2, загальна маса органічних відходів, що утворюються в селищі Солоне, становить 979,2 т на рік. До складу цієї фракції входять харчові залишки, відходи овочів та фруктів, скошена трава, листя, рослинні рештки, а також інші біорозкладні компоненти побутових відходів.

Для умов селища Солоне доцільним є використання комбінованого підходу до компостування, який передбачає поєднання індивідуального та громадського способів утилізації органічних відходів. Індивідуальне компостування рекомендується для приватних домогосподарств, тоді як громадське компостування може використовуватися для перероблення органічних відходів, що утворюються в закладах освіти, установах та на територіях загального користування.

Однією з головних переваг компостування є можливість реалізації цього заходу без будівництва складних інженерних споруд. Для організації індивідуального компостування достатньо використання компостних контейнерів або спеціально облаштованих майданчиків на присадибних ділянках. У свою чергу, громадське компостування може здійснюватися на невеликому централізованому майданчику, обладнаному відповідно до санітарних вимог.

Для подальших розрахунків приймається реалістичний сценарій, за якого компостуванням буде охоплено 60 % органічної складової побутових відходів. Такий показник відповідає можливостям сільської громади за умови

проведення інформаційно-просвітницької роботи та поступового впровадження системи роздільного збирання органічних відходів [18].

Обсяг органічних відходів, які можуть бути вилучені із загального потоку ТПВ, визначається за формулою: $Q_k = 979,2 \times 0,60 = 587,5$ т/рік. Таким чином, у результаті впровадження компостування із загального потоку відходів щорічно може вилучатися близько 587,5 т органічної фракції.

Таблиця 4.3 – Розрахунок обсягів органічних відходів, що направляються на компостування

Показник	Значення
Загальний обсяг органічних відходів, т/рік	979,2
Рівень охоплення компостуванням, %	60
Обсяг відходів, що компостуються, т/рік	587,5
Залишок органічних відходів у загальному потоці ТПВ, т/рік	391,7

Отримані результати свідчать, що навіть за часткового впровадження компостування можливо скоротити надходження органічних відходів до системи захоронення більш ніж на пів тисячі тонн щорічно. Це дозволить зменшити інтенсивність утворення полігонного газу, скоротити обсяги фільтрату та покращити санітарний стан території.

Важливим додатковим результатом є отримання корисного продукту – компосту. Під час компостування маса органічних відходів зменшується приблизно на 40–50 %, а кінцевий вихід готового компосту становить близько половини початкової маси сировини [19]. Для орієнтовної оцінки приймаємо коефіцієнт виходу компосту на рівні 50 %. Розрахунок обсягу готового компосту: $Q_p = 587,5 \times 0,50 = 293,8$ т/рік.

Отже, щорічно можливо отримувати майже 294 т компосту, який може використовуватися для благоустрою територій, озеленення населеного пункту, догляду за зеленими насадженнями та підвищення родючості ґрунтів.

4.4. Розрахунок екологічної ефективності запропонованих заходів

Оцінка екологічної ефективності є одним із ключових етапів обґрунтування природоохоронних заходів, оскільки дозволяє визначити ступінь зниження негативного впливу на навколишнє середовище після їх впровадження. У даному дослідженні екологічна ефективність оцінюється через скорочення обсягів відходів, що підлягають захороненню, зменшення екологічних ризиків та підвищення рівня використання ресурсного потенціалу побутових відходів.

Як було встановлено у попередніх підрозділах, щорічний обсяг утворення твердих побутових відходів у селищі Солоне становить близько 2040 т. За існуючої системи поводження з відходами переважна більшість цього обсягу після збирання та транспортування надходить на захоронення. Такий підхід супроводжується втратою вторинної сировини, утворенням полігонного газу, накопиченням фільтрату та збільшенням навантаження на навколишнє середовище.

У підрозділі 4.2 було обґрунтовано впровадження системи роздільного збирання побутових відходів, яка дозволяє щорічно вилучати із загального потоку близько 408 т вторинної сировини. У підрозділі 4.3 встановлено, що організація компостування дозволить додатково вилучати 587,5 т органічних відходів. Таким чином, загальний обсяг відходів, який може бути вилучений із потоку захоронення, становить: $Q_{\text{вил}} = 408 + 587,5 = 995,5$ т/рік.

Отриманий результат свідчить, що майже одна тисяча тонн відходів щорічно не потраплятиме на захоронення після реалізації запропонованих природоохоронних заходів. Для визначення залишкового обсягу відходів, які продовжуватимуть надходити на захоронення, використовується формула:

$$Q_{\text{зал}} = 2040 - 995,5 = 1044,5 \text{ т/рік.}$$

Отже, після впровадження комплексу природоохоронних заходів обсяг відходів, які направлятимуться на захоронення, скоротиться до 1044,5 т на рік.

Для оцінки екологічної ефективності використовується показник скорочення обсягів захоронення відходів: $E_e = ((2040 - 1044,5) / 2040) \times 100 = 48,8 \%$. Таким чином, впровадження запропонованого комплексу природоохоронних заходів дозволить скоротити обсяг відходів, що направляються на захоронення, майже на 49 %.

Одним із важливих показників екологічної ефективності є рівень ресурсного відновлення відходів. Цей показник характеризує частку відходів, яка повертається до господарського обігу у вигляді вторинної сировини або корисної продукції. Розрахунок виконується за формулою: $R = (995,5 / 2040) \times 100 = 48,8 \%$. Отже, після впровадження запропонованих заходів майже половина всіх побутових відходів буде використовуватися як ресурс, а не направлятися на захоронення.

Окрім безпосереднього скорочення обсягів захоронення, реалізація запропонованих заходів сприятиме зниженню екологічних ризиків, визначених у підрозділі 3.4. Насамперед це стосується зменшення утворення полігонного газу, скорочення обсягів фільтрату та зниження ризику забруднення ґрунтів і водних ресурсів. Для оцінки зміни рівня екологічного ризику проведено повторне бальне оцінювання після впровадження заходів.

Таблиця 4.4 – Зміна рівня екологічного ризику після впровадження природоохоронних заходів

Показник	До заходів	Після заходів
Роздільне збирання відходів	2	1
Ризик утворення стихійних звалищ	2	1
Частка відходів, що захоронюються	3	2
Ризик забруднення довкілля	2	1
Загальна сума балів	9	5

Відповідно до прийнятої шкали оцінювання зниження показника з 9 до 5 балів свідчить про перехід від середнього до низького рівня екологічного ризику.

4.5. Розрахунок економічної ефективності запропонованих заходів

Ефективність природоохоронних заходів визначається не лише їх екологічними перевагами, але й економічною доцільністю впровадження. Для територіальних громад питання економічної ефективності має особливе значення, оскільки можливості місцевих бюджетів часто є обмеженими. Саме тому при виборі напрямів удосконалення системи поводження з побутовими відходами необхідно враховувати співвідношення між витратами на реалізацію заходів та очікуваними економічними результатами.

Запропонований комплекс природоохоронних заходів передбачає впровадження роздільного збирання побутових відходів та організацію компостування органічної складової. На відміну від будівництва сміттєпереробних заводів або інших капіталомістких об'єктів, реалізація цих заходів потребує порівняно невеликих фінансових витрат, що робить їх доступними для умов селища Солоне.

Для проведення економічних розрахунків прийнято, що система роздільного збирання включатиме десять контейнерних майданчиків, кожен з яких буде обладнаний трьома контейнерами для пластику, паперу та скла. Крім того, передбачається виготовлення інформаційних матеріалів та облаштування невеликого майданчика для громадського компостування органічних відходів. Розрахунок орієнтовних витрат наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Орієнтовні витрати на впровадження природоохоронних заходів

Стаття витрат	Кількість	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
Контейнери для роздільного збору	30 шт.	8 000	240 000
Інформаційні стенди та матеріали	10 комплектів	2 000	20 000

Облаштування компостувального майданчика	1 об'єкт	80 000	80 000
Організаційні витрати	—	—	30 000
Разом	—	—	370 000

Наведені дані свідчать, що загальні одноразові витрати на реалізацію комплексу заходів становлять близько 370 тис. грн. Для територіальної громади така сума є відносно невеликою порівняно з витратами на створення повноцінних сміттєпереробних потужностей.

Економічний ефект від впровадження заходів формується за рахунок двох основних складових. Першою складовою є скорочення витрат на транспортування та захоронення відходів. Другою – можливість реалізації вторинної сировини, отриманої в результаті роздільного збирання.

Як було встановлено в підрозділі 4.4, після впровадження запропонованих заходів із загального потоку відходів щороку вилучатиметься 995,5 т відходів. Відповідно, саме на цей обсяг зменшаться витрати на їх транспортування та захоронення.

Для розрахунку приймається середня вартість транспортування та захоронення побутових відходів на рівні 450 грн за тонну, що відповідає середнім тарифам для територіальних громад України у 2025 році. Розрахунок економії коштів: $E_1 = 995,5 \times 450 = 447\,975$ грн/рік. Отже, лише за рахунок скорочення обсягів захоронення громада може щорічно економити майже 448 тис. грн.

Наступною складовою економічного ефекту є реалізація вторинної сировини. Як було встановлено раніше, після впровадження системи роздільного збирання щороку вилучатиметься близько 408 т вторинних матеріалів. Враховуючи коливання закупівельних цін на вторинну сировину, для розрахунків приймається усереднена вартість реалізації на рівні 1000 грн за тонну. Тоді можливий дохід становитиме: $E_2 = 408 \times 1000 = 408\,000$ грн/рік. Отже, продаж вторинної сировини потенційно забезпечить додаткові надходження в обсязі понад 400 тис. грн на рік.

Результати розрахунків свідчать, що загальний річний економічний ефект від реалізації запропонованих заходів може становити близько 856 тис. грн. Для оцінки загальної економічної ефективності використовується формула: $E_k = 855\,975 - 370\,000 = 485\,975$ грн. Таким чином, уже протягом першого року експлуатації чистий економічний ефект від реалізації запропонованих заходів може становити майже 486 тис. грн.

Для визначення строку окупності проекту використовується співвідношення між капітальними витратами та річним економічним ефектом: $T = 370\,000 / 855\,975 = 0,43$ року. Отже, строк окупності становить близько п'яти місяців.

Важливо зазначити, що наведені розрахунки є прогнозними та виконані на основі середніх тарифів і ринкових цін, характерних для 2025 року. Реальні показники можуть змінюватися залежно від вартості транспортних послуг, кон'юнктури ринку вторинної сировини та рівня залучення населення до системи сортування відходів. Проте навіть за більш консервативних сценаріїв реалізація запропонованих заходів залишається економічно доцільною.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Аналіз умов праці працівників, зайнятих у сфері поводження з твердими побутовими відходами

Система поводження з твердими побутовими відходами включає комплекс виробничих процесів, пов'язаних зі збиранням, сортуванням, транспортуванням, тимчасовим зберіганням та видаленням відходів. Виконання зазначених робіт супроводжується впливом різноманітних виробничих факторів, які можуть негативно впливати на стан здоров'я працівників та рівень їх працездатності. Тому забезпечення належних умов праці та дотримання вимог безпеки є важливою складовою функціонування системи поводження з відходами.

Працівники комунальних підприємств, які здійснюють збирання та транспортування побутових відходів, належать до категорії персоналу з підвищеним рівнем професійного ризику. У процесі виконання службових обов'язків вони контактують із різними видами відходів, працюють у складних погодних умовах та використовують спеціалізовану техніку, що створює додаткові небезпеки виробничого середовища [23].

Основними виробничими операціями під час поводження з ТПВ є збір відходів у місцях накопичення, завантаження контейнерів до сміттєвозів, транспортування відходів до місць видалення або сортування, а також технічне обслуговування обладнання та транспортних засобів. Кожен із

зазначених етапів характеризується впливом певних небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Одним із найбільш поширених факторів є фізичне навантаження. Працівники виконують роботи, пов'язані з переміщенням контейнерів, завантаженням відходів та тривалим перебуванням у русі. Постійне фізичне навантаження може призводити до перевтоми, розвитку захворювань опорно-рухового апарату та зниження працездатності [24].

Не менш важливим фактором є вплив несприятливих метеорологічних умов. Роботи зі збирання та транспортування відходів виконуються переважно на відкритому повітрі, тому працівники піддаються впливу високих температур у літній період, низьких температур узимку, атмосферних опадів та сильного вітру. Тривалий вплив таких умов може негативно впливати на функціональний стан організму та підвищувати ризик виникнення професійних захворювань.

Особливу небезпеку становлять біологічні фактори. У складі побутових відходів можуть міститися патогенні мікроорганізми, грибки, бактерії та інші біологічні агенти, здатні викликати інфекційні захворювання. Найбільшому ризику піддаються працівники, які безпосередньо контактують із відходами під час їх збирання та сортування [25].

Певну загрозу створюють також механічні фактори. У складі побутових відходів можуть знаходитися скляні уламки, металеві предмети, гострі елементи упаковки та інші матеріали, що можуть спричиняти порізи, проколи та інші травми. Додаткові ризики виникають під час експлуатації спеціалізованої техніки та виконання навантажувально-розвантажувальних робіт.

Важливим елементом системи охорони праці є проведення інструктажів з безпеки праці. Працівники повинні проходити вступний, первинний, повторний та позаплановий інструктажі відповідно до вимог чинного законодавства. Особлива увага повинна приділятися питанням безпечної

експлуатації транспортних засобів, поводження з небезпечними предметами та діям у разі виникнення аварійних ситуацій.

5.2. Забезпечення безпеки населення та працівників у надзвичайних ситуаціях під час поводження з побутовими відходами

Система поводження з ТПВ належить до об'єктів комунальної інфраструктури, безперервне функціонування яких має важливе значення для підтримання належного санітарно-епідемічного стану населених пунктів. Порух роботи системи збору, транспортування або видалення відходів може призводити до виникнення небезпечних ситуацій, що негативно впливають як на працівників відповідних служб, так і на населення. Тому забезпечення безпеки під час надзвичайних ситуацій є важливою складовою управління сферою поводження з побутовими відходами.

Надзвичайні ситуації, пов'язані з поводженням із відходами, можуть виникати внаслідок природних, техногенних або воєнних факторів. Для території Дніпропетровської області особливо актуальними є надзвичайні ситуації техногенного характеру, пожежі, аварії на транспорті, несприятливі погодні явища, а також ризики, пов'язані з воєнними діями та їх наслідками [26].

Однією з найбільш поширених надзвичайних ситуацій у сфері поводження з відходами є пожежі. Їх виникнення може бути пов'язане із самозайманням органічних відходів, порушенням правил поводження з легкозаймистими матеріалами або потраплянням до контейнерів джерел відкритого вогню. Особливу небезпеку становлять пожежі на місцях накопичення відходів, оскільки під час горіння утворюється значна кількість токсичних речовин, які можуть негативно впливати на стан атмосферного повітря та здоров'я населення [27].

Підвищений рівень небезпеки також створюють надзвичайні ситуації, пов'язані з виявленням у складі побутових відходів небезпечних предметів або речовин. До таких відходів можуть належати батарейки, акумулятори, ртутні лампи, хімічні реагенти, а також вибухонебезпечні предмети. Особливої актуальності ця проблема набула в умовах воєнного стану, коли зростає ризик виявлення підозрілих предметів на території населених пунктів [26].

Важливим фактором ризику є також аварійні ситуації під час транспортування відходів. Порушення правил дорожнього руху, технічні несправності транспортних засобів або несприятливі погодні умови можуть призводити до дорожньо-транспортних пригод, що супроводжуються розсипанням відходів та створенням додаткової небезпеки для населення і навколишнього середовища.

Для мінімізації ризиків надзвичайних ситуацій необхідно впроваджувати комплекс профілактичних заходів. До них належать регулярний контроль технічного стану транспортних засобів, дотримання вимог пожежної безпеки, належне утримання контейнерних майданчиків та систематичне навчання персоналу правилам дій у разі виникнення аварійних ситуацій.

Особливе значення має підготовка працівників до дій у надзвичайних ситуаціях. Персонал повинен знати порядок евакуації, правила користування первинними засобами пожежогасіння, способи надання домедичної допомоги постраждалим та алгоритм взаємодії з аварійно-рятувальними службами.

Окремої уваги потребує захист населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Населення повинно бути поінформоване про можливі небезпеки та порядок дій у разі їх виникнення. Ефективним інструментом підвищення рівня готовності є розміщення інформаційних матеріалів у громадських місцях, використання офіційних інформаційних ресурсів громади та проведення роз'яснювальної роботи серед мешканців.

У сучасних умовах особливого значення набуває забезпечення стійкості функціонування системи поводження з відходами в умовах воєнного стану.

Пошкодження об'єктів інфраструктури, перебої в роботі транспорту та енергозабезпечення можуть ускладнювати процес збирання та вивезення відходів. Тому одним із пріоритетних завдань органів місцевого самоврядування є створення резервних механізмів організації робіт та підтримання належного санітарного стану території навіть за умов надзвичайних обставин.

5.3. Заходи цивільного захисту та алгоритм дій у разі виникнення надзвичайної ситуації

Ефективне функціонування системи цивільного захисту є важливою умовою забезпечення безпеки населення та працівників під час виникнення надзвичайних ситуацій. У сфері поводження з твердими побутовими відходами заходи цивільного захисту спрямовані на попередження аварійних ситуацій, мінімізацію їх наслідків та збереження життя і здоров'я людей.

Основними завданнями цивільного захисту під час поводження з побутовими відходами є своєчасне виявлення небезпечних ситуацій, оперативне оповіщення населення та працівників, організація евакуації у разі потреби, а також проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт [26].

Особливу увагу необхідно приділяти системі оповіщення. Своєчасне отримання інформації про небезпеку дозволяє значно зменшити ризики для населення та забезпечити оперативне реагування на надзвичайну ситуацію. У сучасних умовах для оповіщення можуть використовуватися засоби мобільного зв'язку, офіційні інформаційні ресурси органів влади, гучномовці та інші технічні засоби передачі інформації.

У разі виникнення надзвичайної ситуації працівники повинні діяти відповідно до встановлених інструкцій та алгоритмів реагування. Насамперед

необхідно оцінити характер небезпеки, повідомити відповідні служби та вжити заходів щодо захисту людей, які перебувають у зоні можливого впливу небезпечних факторів.

Для працівників системи поводження з відходами важливим елементом підготовки є проходження навчання з питань цивільного захисту. Таке навчання повинно включати питання пожежної безпеки, евакуації, домедичної допомоги, дій під час повітряної тривоги та правил поводження з підозрілими предметами.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

В кваліфікаційній роботі проведено комплексне дослідження ефективності екологічних заходів щодо поводження з твердими побутовими відходами у селищі Солоне Дніпровського району Дніпропетровської області та розроблено практичні рекомендації щодо удосконалення існуючої системи управління відходами.

Встановлено, що одним із пріоритетних напрямів екологічної політики є поступовий перехід від моделі захоронення відходів до моделі їх повторного використання, перероблення та повернення ресурсів у господарський обіг.

В результаті проведених розрахунків визначено, що орієнтовний річний обсяг утворення твердих побутових відходів у селищі Солоне становить близько 2040 т, або 0,30 т на одного мешканця за рік. Встановлено, що за умови збереження існуючих тенденцій обсяги утворення відходів у перспективі будуть поступово зростати, що потребує впровадження додаткових природоохоронних заходів.

Аналіз морфологічного складу побутових відходів показав, що найбільшу частку становлять органічні відходи (48 %), пластик (17 %), папір і картон (11 %), скло (9 %) та метал (3 %). Загалом близько 88 % відходів мають потенціал для повторного використання, перероблення або компостування, що свідчить про значні резерви підвищення ефективності існуючої системи поводження з ТПВ.

Проведена оцінка сучасної системи поводження з відходами показала, що основним способом управління відходами залишається їх збирання, транспортування та подальше захоронення. Роздільне збирання вторинної

сировини впроваджене обмежено, а використання органічної складової відходів має переважно індивідуальний характер. Встановлено, що існуюча система забезпечує базовий рівень санітарного очищення території, однак характеризується недостатнім рівнем ресурсного використання відходів.

У ході оцінки екологічних ризиків встановлено, що система поводження з ТПВ у селищі Солоне характеризується середнім рівнем екологічної небезпеки. Основними джерелами ризику є значні обсяги захоронення відходів, недостатній розвиток сортування, ризик утворення стихійних сміттєзвалищ та можливість забруднення ґрунтів, водних ресурсів і атмосферного повітря продуктами розкладання відходів.

У результаті розрахунків встановлено, що впровадження системи роздільного збирання дозволить щорічно вилучати із загального потоку відходів близько 408 т вторинної сировини. Найбільшу частку становитимуть пластик, папір і картон та скло, які можуть бути передані на подальше перероблення.

Визначено, що організація компостування органічної складової відходів забезпечить вилучення із загального потоку близько 587,5 т органічних відходів на рік та дозволить отримувати майже 294 т готового компосту для використання у благоустрої територій та сільському господарстві.

Розрахунок екологічної ефективності показав, що реалізація запропонованого комплексу заходів дозволить скоротити обсяг відходів, які направляються на захоронення, з 2040 до 1044,5 т на рік. Екологічна ефективність заходів становить 48,8 %, що свідчить про можливість майже дворазового зменшення навантаження на систему захоронення відходів.

Проведена економічна оцінка підтвердила доцільність впровадження запропонованих рішень. Загальний річний економічний ефект оцінено у 855,98 тис. грн, а строк окупності заходів становить близько 0,43 року. Отримані результати свідчать, що реалізація запропонованих заходів є не лише екологічно, але й економічно обґрунтованою.

За результатами проведеного дослідження з метою підвищення екологічної ефективності системи поводження з твердими побутовими відходами у селищі Солоне Дніпровського району Дніпропетровської області рекомендується реалізувати комплекс організаційних, технічних та природоохоронних заходів.

Впровадити систему роздільного збирання побутових відходів на території селища шляхом встановлення спеціалізованих контейнерів для пластику, паперу, скла та змішаних відходів у місцях найбільшої концентрації населення.

Забезпечити поступове охоплення населення послугами роздільного збирання відходів із подальшим розширенням переліку фракцій, що підлягають сортуванню.

Організувати систему індивідуального та громадського компостування органічної складової побутових відходів з метою скорочення обсягів відходів, що направляються на захоронення.

Розробити та реалізувати місцеву програму підтримки компостування органічних відходів із наданням методичних рекомендацій населенню щодо облаштування компостних майданчиків на присадибних ділянках.

Створити умови для збору та передачі вторинної сировини спеціалізованим підприємствам з перероблення відходів шляхом налагодження співпраці з регіональними операторами у сфері управління відходами. Організувати пункти приймання окремих видів вторинної сировини, зокрема макулатури, полімерних матеріалів, скла та металу.

Забезпечити проведення постійної інформаційно-просвітницької роботи серед населення щодо принципів сортування відходів, раціонального використання ресурсів та екологічних переваг компостування. Активізувати екологічну освіту дітей та молоді шляхом проведення тематичних занять, конкурсів, інформаційних кампаній та екологічних акцій у закладах освіти громади.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про управління відходами : Закон України від 20.06.2022 р. № 2320-IX. Відомості Верховної Ради України. 2023. № 1. Ст. 1.
2. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року : схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 08 листопада 2017 р. № 820-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p>
3. Національний план управління відходами до 2030 року : затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20 лютого 2019 р. № 117-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-p>
4. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-XII. Відомості Верховної Ради України. 1991. № 41. Ст. 546.
5. Про місцеве самоврядування в Україні : Закон України від 21.05.1997 р. № 280/97-ВР. Відомості Верховної Ради України. 1997. № 24. Ст. 170.
6. Про благоустрій населених пунктів : Закон України від 06.09.2005 р. № 2807-IV. Відомості Верховної Ради України. 2005. № 49. Ст. 517.
7. Державна стратегія регіонального розвитку на 2021–2027 роки : затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 05 серпня 2020 р. № 695. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/695-2020-p>
8. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on Waste and Repealing Certain Directives. Official Journal of the European Union. 2008. L 312. P. 3–30.

9. Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 Amending Directive 2008/98/EC on Waste. Official Journal of the European Union. 2018. L 150. P. 109–140.
10. European Commission. EU Waste Management Law. Brussels : European Commission, 2024. URL: <https://environment.ec.europa.eu>
11. European Environment Agency. Waste Hierarchy. Copenhagen : EEA, 2024. URL: <https://www.eea.europa.eu>
12. Довкілля України : статистичний збірник / Державна служба статистики України. Київ : Держстат України, 2024. 225 с.
13. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області у 2024 році. Дніпро : Департамент екології та природних ресурсів Дніпропетровської обласної державної адміністрації, 2025. 286 с.
14. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2024 рік. Дніпро : Департамент екології та природних ресурсів Дніпропетровської обласної державної адміністрації, 2025. 182 с.
15. Municipal Solid Waste in Ukraine: Development Potential. Washington, DC : World Bank Group, 2021. 86 p.
16. Information Collection and Verification Survey for Municipal Solid Waste Management in Ukraine. Tokyo : Japan International Cooperation Agency (JICA), 2021. 214 p.
17. Illiash O. Household Waste Management System Planning in the Regions of Ukraine. Environmental Economics. 2021. Vol. 12, No. 2. P. 98–107.
18. Improvement of the Municipal Solid Waste Disposal System in Small Communities. Environmental Problems. 2021. Vol. 6, No. 4. P. 211–218.
19. Satin I. V. Improvement of Mechanical and Biological Treatment of Municipal Waste. Environmental Safety and Natural Resources. 2024. Vol. 49, No. 1. P. 124–133.

20. Implementation of European Union Directives in Waste and Resource Management in Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25, No. 3. P. 215–226.
21. Паспорт Солонянської територіальної громади. Децентралізація : вебпортал. URL: <https://decentralization.gov.ua>
22. Стратегія розвитку Солонянської селищної територіальної громади на 2022–2027 роки. Солоне, 2022. 168 с.
23. Beckert A. N., Silva M. A., Santos M. A. Waste management, COVID-19 and occupational safety and health: Challenges, insights and evidence. *Science of the Total Environment*. 2022. Vol. 831. Article 154862. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.154862.
24. Sharior F., Tasnim F., Ahsan A. Occupational health and safety status of waste and sanitation workers during COVID-19: A qualitative assessment. *PLOS Water*. 2023. Vol. 2, No. 3. Article e0000041. DOI: 10.1371/journal.pwat.0000041.
25. Ramitha K. L., Manjula N. A cross-sectional study on occupational health and safety among municipal solid waste workers. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2021. Vol. 25, No. 1. P. 47–52.
26. Jerie S. Understanding occupational health challenges in managing solid waste: A review of workplace risks and mitigation measures. *Journal of Health, Population and Nutrition*. 2025. Vol. 44. Article 29. DOI: 10.1186/s12982-025-00729-w.
27. EPSU. Emerging Health and Safety Risks in the Waste Sector. Brussels : European Federation of Public Service Unions, 2024. 64 p.
28. Revtiuk Y., Ivanova T. Implementation of the Community Resilience Approach in the System of Crisis Management of Ukraine in 2022–2024. *European Research Studies Journal*. 2024. Vol. XXVII, Issue S2. P. 712–731.
29. Hanoshenko O., et al. Exploratory study on the impact of military actions on waste management systems in Ukraine. *Heliyon*. 2024. Vol. 10. Article eXXXXXX.