МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології

Кафедра екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ПАНЧЕНКО АРТЕМ ДМИТРОВИЧ

УДК 628.4:504.064.3

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОВОДЖЕННЯ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ НА ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА»

101 «Екологія»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Артем ПАНЧЕНКО

Керівник роботи:
Дмитро ВИСКУШЕНКО,
кандидат біол. наук, доцент

Житомир – 2026

Висновок кафедри екології

за результатами попереднього захисту:
_____

Протокол засідання кафедри екології
№ __ від «___» _____ 2026 р.

Завідувач кафедри

екології Юрій НИКИТЮК

«___» ___ _____ 2026 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Артем Панченко** захистив кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК _____ _____
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Панченко А.Д. Розробка рекомендацій щодо підвищення ефективності поводження з небезпечними відходами на ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ Україна». – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 101 «Екологія». – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

У роботі досліджено теоретичні та практичні аспекти поводження з небезпечними відходами в умовах спеціалізованого підприємства. Проведено аналіз нормативно-правових засад управління небезпечними відходами та сучасних підходів до забезпечення екологічно безпечного поводження з ними. Надано характеристику діяльності ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ Україна» у сфері збирання, транспортування, зберігання, оброблення та утилізації небезпечних відходів. Оцінено існуючу систему поводження з небезпечними відходами на підприємстві, визначено її сильні сторони та проблемні аспекти, що можуть впливати на рівень екологічної безпеки та ефективність виробничих процесів.

На основі проведених досліджень розроблено рекомендації щодо вдосконалення організаційних, технологічних та інформаційно-контрольних механізмів управління небезпечними відходами. Обґрунтовано заходи, спрямовані на підвищення ефективності функціонування системи поводження з небезпечними відходами, зниження екологічних ризиків, удосконалення виробничого контролю та забезпечення відповідності діяльності підприємства сучасним екологічним вимогам.

Ключові слова: небезпечні відходи, поводження з відходами, екологічна безпека, управління відходами, утилізація відходів, екологічні ризики, виробничий контроль, ресурсоефективність.

ANNOTATION

Panchenko A. Development of Recommendations for Improving the Efficiency of Hazardous Waste Management at ECO ZAKHYST Ukraine LLC. –

Qualification paper manuscript copyrights.

Qualification work for obtaining a Bachelor’s degree in the specialty 101 «Ecology». – Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

The qualification paper examines theoretical and practical aspects of hazardous waste management at a specialized enterprise. The regulatory and legal framework governing hazardous waste management and modern approaches to ensuring environmentally safe waste handling are analyzed. The activities of ECO ZAKHYST Ukraine LLC in the field of collection, transportation, storage, treatment, and disposal of hazardous waste are characterized. The existing hazardous waste management system at the enterprise is assessed, and its strengths and problematic aspects affecting environmental safety and operational efficiency are identified. Particular attention is paid to the organization of waste management processes, compliance with environmental requirements, and measures aimed at minimizing the negative impact of hazardous waste on the environment.

Based on the conducted research, recommendations for improving organizational, technological, and monitoring mechanisms of hazardous waste management are developed. Measures aimed at increasing the efficiency of the hazardous waste management system, reducing environmental risks, improving production control, and ensuring compliance with current environmental standards and legislation are substantiated.

Key words: hazardous waste, waste management, environmental safety, hazardous waste treatment, waste disposal, environmental risks, environmental management, production control.

ЗМІСТ

	Стор.	
	ВСТУП	**6**
1.	**ТЕОРЕТИЧНІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ОСНОВИ ПОВОДЖЕННЯ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ**	**9**
1.1.	Небезпечні відходи як фактор впливу на навколишнє природне середовище та здоров'я населення	9
1.2.	Сучасні підходи до організації системи поводження з небезпечними відходами	11
1.3.	Нормативно-правове регулювання поводження з небезпечними відходами в Україні та країнах Європейського Союзу	14
2.	**ОЦІНКА СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ НА ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ УКРАЇНА»**	**19**
2.1.	Загальна характеристика діяльності ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ Україна» та особливості функціонування підприємства у сфері управління небезпечними відходами	19
2.2.	Аналіз технологічних та організаційних процесів поводження з небезпечними відходами на підприємстві	23
2.3.	Оцінка екологічної ефективності та потенційних ризиків існуючої системи поводження з небезпечними відходами	27
3.	**НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ НА ПІДПРИЄМСТВІ**	**33**
3.1.	Заходи з удосконалення організаційно-технологічних механізмів поводження з небезпечними відходами	33
3.2.	Оцінка екологічної та практичної ефективності запропонованих заходів	37
	ВИСНОВКИ	**42**
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	**44**

ВСТУП

Потоки небезпечних відходів, що утворюються в результаті діяльності промислових підприємств, закладів охорони здоров'я, транспортної галузі та інших сфер господарювання, потребують особливого підходу до збирання, транспортування, зберігання, оброблення та утилізації. Порушення встановлених вимог на будь-якому етапі поводження з такими відходами може спричинити забруднення компонентів довкілля, негативний вплив на здоров'я населення та виникнення екологічно небезпечних ситуацій [5]. У зв'язку з цим важливого значення набуває підвищення ефективності функціонування підприємств, які спеціалізуються на управлінні небезпечними відходами та забезпечують виконання екологічних вимог у цій сфері [23].

Особливої актуальності зазначене питання набуває в умовах поступового наближення національного законодавства до європейських стандартів управління відходами, впровадження принципів циркулярної економіки та посилення вимог до екологічної безпеки виробничих процесів. Ефективне поводження з небезпечними відходами є не лише необхідною умовою мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище, а й важливим елементом раціонального використання ресурсів та забезпечення сталого розвитку.

Практичний інтерес становить діяльність ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ Україна», яке здійснює комплекс операцій у сфері поводження з небезпечними відходами. Аналіз організаційних та технологічних особливостей функціонування підприємства дозволяє виявити наявні резерви для підвищення ефективності виробничих процесів [2], удосконалення системи екологічного контролю та зниження потенційних екологічних ризиків.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз існуючої системи поводження з небезпечними відходами на ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ Україна» та розробка рекомендацій щодо підвищення ефективності її функціонування з

урахуванням екологічних, організаційних і технологічних аспектів діяльності підприємства.

Для досягнення поставленої мети сформульовано такі **завдання**:

- дослідити теоретичні засади поводження з небезпечними відходами та їхній вплив на навколишнє природне середовище;
- проаналізувати нормативно-правові вимоги щодо управління небезпечними відходами;
- надати характеристику діяльності ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ Україна» у сфері поводження з небезпечними відходами;
- оцінити існуючу систему організації процесів збирання, транспортування, зберігання та оброблення небезпечних відходів на підприємстві;
- визначити чинники, що впливають на ефективність функціонування системи поводження з небезпечними відходами;
- розробити пропозиції щодо вдосконалення організаційних та технологічних механізмів управління небезпечними відходами;
- оцінити екологічну та практичну ефективність запропонованих заходів.

Об’єктом дослідження є система поводження з небезпечними відходами на підприємстві ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ Україна».

Предметом дослідження є організаційні, технологічні та екологічні аспекти підвищення ефективності поводження з небезпечними відходами в умовах спеціалізованого підприємства.

Під час виконання роботи використано комплекс загальнонаукових і спеціальних **методів дослідження**, зокрема аналіз і синтез – для опрацювання наукових джерел та нормативно-правових документів; системний підхід – для дослідження процесів поводження з небезпечними відходами як цілісної системи; порівняльний аналіз – для оцінки окремих елементів організації діяльності підприємства; статистичні та аналітичні

методи – для узагальнення отриманих даних і формування практичних висновків.

Перелік публікацій автора за темою дослідження.

Панченко А.Д. Удосконалення управління небезпечними відходами в умовах сталого розвитку. Виклики сьогодення та наслідки Чорнобильської катастрофи. Екологія. Наука. Практика-2026 : матеріали XXII Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир : Поліський національний університет, 2026. С. 72-74 [11]

Яремчук С.М., Ельмендеєва Л.В., Пантелейчук Ю.Л., **Панченко А.Д.** Формування програми громадської екологічної діяльності та освіти населення як основи сталого розвитку громади. 5th International Scientific and Practical Conference «Global Trends in Science, Technology and Economy». Graz: International Scientific Unity, 2026. p. 71-76 [25]

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці рекомендацій, спрямованих на вдосконалення системи поводження з небезпечними відходами на ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ Україна». Запропоновані заходи можуть бути використані для підвищення рівня екологічної безпеки, оптимізації виробничих процесів, удосконалення контролю за рухом небезпечних відходів та підвищення ефективності управлінських рішень у сфері поводження з ними.

Структура та обсяг роботи. Робота викладена на 49 сторінках комп’ютерного тексту, кількість таблиць – 6, кількість рисунків – 8. Список використаної літератури – 40 джерел.

РОЗДІЛ 1
ТЕОРЕТИЧНІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ОСНОВИ ПОВОДЖЕННЯ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ

1.1. Небезпечні відходи як фактор впливу на навколишнє природне середовище та здоров'я населення

Господарська діяльність людини супроводжується утворенням різноманітних відходів, частина яких через свої фізичні, хімічні або біологічні властивості становить підвищену загрозу для довкілля та людини [1, 22]. До цієї категорії належать небезпечні відходи, що містять токсичні речовини, інфекційні агенти, важкі метали, стійкі органічні забруднювачі або інші компоненти, здатні спричиняти негативні наслідки навіть за відносно невеликих обсягів потрапляння у навколишнє середовище [9].

Особливість небезпечних відходів полягає в тому, що їхній вплив часто має тривалий характер і може проявлятися через значний проміжок часу після утворення або неналежного видалення [19]. На відміну від звичайних побутових відходів, вони здатні змінювати якість природних ресурсів, накопичуватися в екосистемах та включатися до природних кругообігів речовин. У багатьох випадках джерело забруднення вже припиняє своє існування, тоді як наслідки його діяльності продовжують впливати на стан територій протягом десятиліть [8].

Найбільш поширеними шляхами поширення забруднювальних речовин є атмосферне повітря, поверхневі та підземні води, а також ґрунтовий покрив. У разі порушення умов зберігання або транспортування небезпечних відходів токсичні компоненти можуть проникати у навколишнє середовище, змінюючи природні властивості окремих його складових. Забруднення ґрунтів нерідко супроводжується накопиченням важких металів, нафтопродуктів чи інших небезпечних сполук, що погіршують родючість земель та обмежують можливості їх подальшого використання [36].

Водночас потрапляння небезпечних речовин у водні об’єкти призводить до погіршення якості води, порушення умов існування водних організмів та підвищення ризиків для населення, яке використовує ці ресурси (рис 1.1.1).



Рис. 1.1.1. Основні шляхи впливу небезпечних відходів на компоненти довкілля та здоров’я населення

Окремої уваги потребує вплив небезпечних відходів на атмосферне повітря. Деякі види відходів здатні виділяти леткі токсичні речовини або продукти розкладу, які поширюються на значні відстані від місця їх накопичення. Особливо небезпечними є випадки неконтрольованого спалювання відходів, під час якого утворюються складні хімічні сполуки з високою токсичністю. Навіть короткочасний вплив таких речовин може негативно позначатися на стані здоров’я населення, а тривалий контакт підвищує ймовірність розвитку хронічних захворювань.

Взаємозв’язок між поводженням з небезпечними відходами та станом здоров’я людини є безпосереднім [21]. Потрапляння токсичних компонентів до організму можливе через дихальну систему, питну воду, харчові продукти або прямий контакт із забрудненими матеріалами. Наслідки такого впливу можуть проявлятися у вигляді порушень функціонування окремих органів і систем, алергічних реакцій, ураження нервової системи, зниження імунітету та інших патологічних змін [30]. Особливу чутливість до впливу небезпечних

речовин мають діти, люди похилого віку та працівники, які безпосередньо контактують з відходами під час виконання професійних обов’язків. Зростання обсягів виробництва, розвиток медичної сфери, поширення складних хімічних матеріалів і електронного обладнання сприяють появі нових потоків небезпечних відходів. Відпрацьовані акумулятори, люмінесцентні лампи, медичні матеріали, залишки лакофарбової продукції, мастила, розчинники та електронне обладнання потребують спеціальних умов поводження. Їх видалення разом із загальним потоком відходів створює додаткове навантаження на природне середовище та ускладнює процеси подальшого управління відходами.

Запобігання негативному впливу небезпечних відходів передбачає застосування комплексу організаційних, технологічних та контрольних заходів. Важливе значення мають належне сортування відходів за видами, дотримання вимог щодо їх маркування, використання спеціалізованих засобів транспортування та забезпечення безпечного зберігання [10]. Не менш важливими є моніторинг потенційних ризиків і впровадження сучасних технологій оброблення та утилізації, які дозволяють мінімізувати обсяги відходів, що потрапляють у навколишнє середовище.

Таким чином, небезпечні відходи є одним із чинників антропогенного впливу, здатним спричиняти комплексні зміни у природних екосистемах та створювати загрози для здоров’я населення. Ефективне управління такими відходами виступає необхідною передумовою підтримання належного рівня екологічної безпеки, раціонального використання природних ресурсів та збереження сприятливих умов життєдіяльності людини [24].

1.2. Сучасні підходи до організації системи поводження з небезпечними відходами

Практика управління небезпечними відходами за останні роки зазнала суттєвих змін. Якщо раніше основна увага приділялася безпечному

видаленню відходів після завершення їх використання, то сьогодні пріоритет зміщується у бік комплексного управління всім життєвим циклом матеріалів – від моменту їх утворення до остаточного оброблення або повернення частини ресурсів у господарський обіг. Такий підхід дозволяє не лише зменшувати екологічне навантаження, а й підвищувати ефективність використання матеріальних ресурсів [20].

Організація сучасної системи поводження з небезпечними відходами базується на принципі ієрархії управління відходами. Відповідно до цього підходу першочерговим завданням є запобігання утворенню відходів або максимальне скорочення їх кількості. Якщо повністю уникнути утворення відходів неможливо, перевага надається заходам, спрямованим на повторне використання матеріалів, їх відновлення або перероблення. Лише після вичерпання таких можливостей застосовуються методи остаточного видалення. Така послідовність сприяє зниженню навантаження на спеціалізовані об’єкти поводження з відходами та зменшенню обсягів ресурсів, які безповоротно втрачаються [31].

Важливим елементом сучасних систем є чітке розмежування відповідальності між усіма учасниками процесу. Утворювачі відходів, перевізники, оператори установок з оброблення та органи контролю виконують взаємопов’язані функції, від ефективності яких залежить безпечність усієї системи. Особлива увага приділяється документуванню операцій з небезпечними відходами, що дозволяє забезпечити їх простежуваність на кожному етапі переміщення. У багатьох країнах для цього використовуються електронні інформаційні системи, які дають змогу оперативно відстежувати рух відходів, контролювати виконання вимог законодавства та зменшувати ризики несанкціонованого поводження з ними.

Суттєвий вплив на розвиток систем поводження з відходами має концепція циркулярної економіки [3]. Її зміст полягає у максимально тривалому використанні ресурсів та зменшенні обсягів матеріалів, що втрачають господарську цінність після завершення виробничого циклу [34].

У сфері небезпечних відходів реалізація такого підходу потребує ретельного контролю, оскільки можливість повторного використання або відновлення окремих компонентів повинна поєднуватися з дотриманням вимог екологічної безпеки. У документах ВООЗ також наголошується, що перехід до циркулярної економіки у сфері управління відходами має оцінюватися не лише з позицій ресурсозбереження, а й з урахуванням можливих наслідків для здоров'я населення [37]. Водночас сучасні технології дозволяють вилучати цінні метали, регенерувати окремі хімічні речовини та зменшувати обсяги відходів, які підлягають остаточному видаленню (рис. 1.2.1).



Рис. 1.2.1. Узагальнена схема поводження з небезпечними відходами

Окремий напрям розвитку пов'язаний із впровадженням ризик-орієнтованого підходу до управління. Його застосування передбачає визначення найбільш критичних етапів поводження з відходами та концентрацію контрольних заходів саме на них. Такий підхід дає можливість більш раціонально використовувати ресурси підприємств і контролюючих органів, одночасно підтримуючи належний рівень екологічної безпеки [29]. Оцінювання ризиків також використовується під час вибору технологій

оброблення відходів, проєктування місць зберігання та розроблення планів реагування на аварійні ситуації.

Важливою складовою сучасної системи є впровадження екологічного менеджменту на підприємствах, діяльність яких пов'язана з утворенням або обробленням небезпечних відходів. Використання внутрішніх процедур контролю, регулярний моніторинг виробничих процесів, підготовка персоналу та проведення внутрішніх аудитів дозволяють своєчасно виявляти потенційні проблеми та запобігати їх виникненню [4]. У багатьох випадках саме належна організація управлінських процесів забезпечує вищу ефективність, ніж окремі технічні рішення.

Сучасні технології цифровізації також поступово стають невід'ємною частиною управління відходами. Використання електронних реєстрів, автоматизованих систем обліку, засобів геолокаційного контролю транспортних засобів та спеціалізованого програмного забезпечення сприяє підвищенню прозорості діяльності підприємств і полегшує контроль за дотриманням встановлених вимог. Такі інструменти дозволяють оперативно отримувати інформацію про кількість, види та маршрути переміщення відходів, що є важливим для прийняття управлінських рішень.

Узагальнюючи викладене, можна зазначити, що сучасні підходи до організації системи поводження з небезпечними відходами ґрунтуються на поєднанні превентивних заходів, принципів циркулярної економіки, ризик-орієнтованого управління, цифрових технологій та ефективного екологічного менеджменту. Їх практична реалізація створює передумови для підвищення рівня екологічної безпеки, оптимізації виробничих процесів і забезпечення контролю за рухом небезпечних відходів на всіх етапах поводження з ними.

1.3. Нормативно-правове регулювання поводження з небезпечними відходами в Україні та країнах Європейського Союзу

Організація діяльності у сфері поводження з небезпечними відходами потребує чіткого нормативно-правового забезпечення, оскільки саме

законодавчі механізми визначають вимоги до збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації та видалення відходів. Від ефективності правового регулювання значною мірою залежить рівень екологічної безпеки, можливість контролю за рухом небезпечних відходів та запобігання їх негативному впливу на навколишнє природне середовище і здоров'я населення.

Основу сучасної системи управління відходами в Україні становить Закон України «Про управління відходами» [18], який набув чинності у 2023 році та замінив попередній Закон України «Про відходи». Документ визначає правові, організаційні та економічні засади діяльності у сфері управління відходами, встановлює повноваження органів державної влади та місцевого самоврядування, а також регламентує права й обов'язки суб'єктів господарювання у цій сфері. Особливістю нового законодавства стало впровадження підходів, що наближені до європейської моделі управління відходами, зокрема застосування принципу ієрархії управління відходами, розширеної відповідальності виробника та пріоритетності заходів із запобігання утворенню відходів.

Важливе значення для регулювання поводження з небезпечними відходами мають також Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», Закон України «Про оцінку впливу на довкілля», Закон України «Про стратегічну екологічну оцінку», Закон України «Про перевезення небезпечних вантажів» [14-17], а також низка підзаконних нормативно-правових актів [13], які встановлюють вимоги до ліцензування діяльності, ведення обліку відходів, здійснення контролю та забезпечення екологічної безпеки під час виконання відповідних операцій. Сукупність цих документів формує правову основу функціонування підприємств, діяльність яких пов'язана з небезпечними відходами.

Водночас національна система регулювання продовжує проходити етап адаптації до законодавства Європейського Союзу. Це пов'язано як із виконанням міжнародних зобов'язань України, так і з необхідністю

гармонізації екологічної політики відповідно до європейських вимог. Одним із ключових документів ЄС у цій сфері є Директива 2008/98/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 19 листопада 2008 року про відходи та скасування окремих директив. Саме вона формує загальні принципи управління відходами на території Європейського Союзу та визначає базові підходи до організації відповідної діяльності [28]. Положення Директиви 2008/98/ЄС передбачають застосування ієрархії управління відходами, відповідно до якої пріоритет надається запобіганню утворенню відходів, підготовці до повторного використання, рециклінгу та іншим видам відновлення ресурсів, тоді як видалення відходів розглядається як найменш бажаний варіант поводження з ними. Крім того, документ визначає критерії віднесення відходів до небезпечних, встановлює вимоги щодо їх класифікації та регламентує необхідність забезпечення простежуваності потоків відходів на всіх етапах поводження. Для наочного порівняння основних підходів до регулювання сфери поводження з відходами в Україні та країнах Європейського Союзу доцільно розглянути їх ключові характеристики (табл. 1.3.1). Як видно з табл. 1.3.1, сучасна українська система управління відходами розвивається у напрямі імплементації європейських підходів, однак окремі механізми, зокрема розширена відповідальність виробника та цифровий контроль потоків відходів, ще перебувають на етапі подальшого розвитку.

Європейський підхід також передбачає активне впровадження принципу розширеної відповідальності виробника. Його зміст полягає у покладенні на виробників продукції відповідальності за подальше управління відходами, які утворюються після завершення використання цієї продукції. Такий механізм стимулює розроблення більш екологічно безпечних товарів, сприяє скороченню обсягів відходів та підвищує ефективність використання ресурсів. Відповідні положення поступово інтегруються і в українське законодавство в межах процесу наближення до права Європейського Союзу.

Таблиця 1.3.1

Порівняльна характеристика основних принципів регулювання поводження з відходами в Україні та Європейському Союзі

Напрям регулювання	**Україна**	**Європейський Союз**
Базовий нормативний акт	Закон України «Про управління відходами» (2022 р.)	Директива 2008/98/ЄС про відходи
Загальний підхід	Перехід до інтегрованої системи управління відходами	Комплексне управління відходами на основі принципів циркулярної економіки
Ієрархія управління відходами	Передбачена законодавством та впроваджується на практиці	Є основоположним принципом політики управління відходами
Розширена відповідальність виробника	Перебуває на стадії поетапного впровадження для окремих потоків відходів	Є обов'язковим інструментом управління для визначених категорій продукції
Контроль руху відходів	Поєднання паперового та електронного обліку	Розвинуті цифрові системи відстеження та звітності
Орієнтація на відновлення ресурсів	Поступово посилюється відповідно до європейських вимог	Один із ключових напрямів екологічної політики
Гармонізація екологічних стандартів	Триває адаптація законодавства до права ЄС	Єдина нормативна база для держав-членів

Окрему увагу в країнах ЄС приділяють питанням електронного обліку відходів, цифрового моніторингу їх переміщення та підвищення прозорості діяльності суб’єктів господарювання. Використання сучасних інформаційних систем дозволяє здійснювати контроль за рухом небезпечних відходів у режимі реального часу та знижує ризики порушення встановлених вимог. Подібні підходи поступово впроваджуються і в Україні, що створює

передумови для підвищення ефективності державного контролю та вдосконалення управлінських процесів у сфері поводження з відходами.

Таким чином, нормативно-правове регулювання поводження з небезпечними відходами в Україні формується з урахуванням сучасних європейських підходів та спрямоване на поступову гармонізацію із законодавством Європейського Союзу. Подальше вдосконалення правової бази, розвиток механізмів контролю та впровадження сучасних інструментів управління є важливими умовами забезпечення належного рівня екологічної безпеки та ефективного функціонування системи поводження з небезпечними відходами.

РОЗДІЛ 2
ОЦІНКА СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ НА ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ УКРАЇНА»

2.1. Загальна характеристика діяльності ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ Україна» та особливості функціонування підприємства у сфері управління небезпечними відходами

ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА» є спеціалізованим суб’єктом господарювання, діяльність якого пов’язана з наданням послуг у сфері управління відходами, зокрема небезпечними. За матеріалами, опрацьованими під час проходження переддипломної практики, підприємство здійснює діяльність, пов’язану із заготівлею, збиранням, обробленням окремих видів ресурсоцінних відходів, перевезенням вантажів автомобільним транспортом, а також виконанням операцій у сфері поводження з небезпечними відходами . Такий профіль діяльності визначає підприємство як важливу ланку в системі екологічно безпечного вилучення небезпечних компонентів із загального потоку відходів.

Право підприємства на здійснення господарської діяльності з управління небезпечними відходами підтверджується наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України №197 від 22.02.2024 [12], яким ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА» надано ліцензію на відповідний вид діяльності. В офіційному наказі зазначено, що ліцензію видано саме на провадження господарської діяльності з управління небезпечними відходами, а ідентифікаційний код юридичної особи становить 38074325 . Наявність підприємства у реєстрі ліцензіатів з управління небезпечними відходами додатково підтверджує його правовий статус у цій сфері .

Основні напрями діяльності підприємства у сфері управління небезпечними відходами узагальнено на рис. 2.1.1.



Рис. 2.1.1. Основні напрями діяльності ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА»

Як показано на рис. 2.1.1, діяльність підприємства охоплює декілька взаємопов’язаних етапів поводження з небезпечними відходами, що формують єдиний виробничо-технологічний процес. Особливість функціонування підприємства полягає в тому, що його діяльність спрямована не лише на приймання небезпечних відходів, а й на виконання комплексу операцій, пов’язаних з їх обробленням. Згідно з дозволом на здійснення операцій з оброблення відходів № 2929/24, підприємству дозволено виконувати операції на промисловому майданчику в м. Житомирі. У переліку відходів, з якими може працювати підприємство, наведено, зокрема, медичні та фармацевтичні відходи, гострі інструменти, відходи, збирання і видалення яких потребує спеціальних вимог для запобігання виникненню інфекції, хімічні речовини, цитотоксичні та цитостатичні лікарські препарати (табл. 2.1.1). Як видно з табл. 2.1.1, переважну частину потоку становлять медичні та фармацевтичні відходи, поводження з якими потребує дотримання підвищених вимог екологічної та санітарної безпеки.

Таблиця 2.1.1

Основні види небезпечних відходів, з якими працює ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА»

Код відходу	**Найменування**
18 01 03*	Відходи, збирання та видалення яких потребує спеціальних вимог для запобігання інфекціям
18 01 01	Гострі інструменти
18 01 08*	Цитотоксичні та цитостатичні препарати
18 01 10*	Відходи амальгам для стоматологічних цілей
18 02 02*	Інфекційно небезпечні ветеринарні відходи
20 01 31*	Цитотоксичні та цитостатичні медикаменти
16 12 46*	Змішані медичні та фармацевтичні відходи

Основними операціями, передбаченими дозвільною документацією, є D10 – спалювання на суші, D13 – попередні операції з відходами перед видаленням, а також D15 – зберігання перед здійсненням операцій видалення. Така структура операцій свідчить про те, що підприємство виконує не одну окрему дію, а забезпечує послідовний технологічний ланцюг: приймання, тимчасове зберігання, підготовку та подальше знешкодження або передавання залишків іншим суб’єктам господарювання (рис. 2.1.2). Представлена схема демонструє загальну послідовність проходження небезпечних відходів через основні етапи оброблення на підприємстві.

Промисловий майданчик підприємства має статус діючого об’єкта. У дозвільних матеріалах зазначено площу земельної ділянки 2,3487 га, наявність виробничих і складських приміщень, асфальтованого майданчика, розрахунковий строк експлуатації 30 років та потужність об’єкта 2184 т/рік . Ці показники важливі для оцінки можливостей підприємства щодо приймання та оброблення визначених видів небезпечних відходів, а також для подальшого аналізу екологічної ефективності його роботи.

Під час переддипломної практики встановлено, що виконання робіт на підприємстві супроводжується документальним оформленням, дотриманням

вимог чинного законодавства та залученням працівників відповідної кваліфікації. Підприємство орієнтується на вимоги стандартів ДСТУ ISO 9001:2015 та ISO 14001:2015 [6, 7], що є важливим для організації системи управління якістю та екологічного менеджменту.



Рис. 2.1.2. Узагальнена схема руху небезпечних відходів на підприємстві

Отже, ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА» можна розглядати як спеціалізоване підприємство, діяльність якого поєднує правове, організаційне та технологічне забезпечення процесів управління небезпечними відходами. Наявність ліцензії, дозволу на здійснення операцій з оброблення відходів, визначеного промислового майданчика та матеріально-технічної бази створює передумови для виконання повного комплексу робіт у межах дозволених операцій. Саме тому подальша оцінка системи поводження з небезпечними відходами на цьому підприємстві має ґрунтуватися не лише на формальній наявності дозвільних документів, а й на аналізі фактичної організації технологічних процесів, екологічного контролю та управління

ризиками.

2.2. Аналіз технологічних та організаційних процесів поводження з небезпечними відходами на підприємстві

Система поводження з небезпечними відходами на ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА» має послідовний технологічний характер і охоплює кілька взаємопов’язаних етапів: приймання відходів від утворювачів, їх ідентифікацію, документальне оформлення, тимчасове зберігання, підготовку до оброблення, термічне знешкодження та подальше поводження із залишками після спалювання. Така організація роботи відповідає специфіці підприємства, оскільки основна частина відходів, з якими воно працює, належить до категорій, що потребують підвищених вимог до безпеки, зокрема медичних, фармацевтичних, інфекційно небезпечних і хімічних відходів.

Організаційний етап починається ще до фактичного надходження відходів на промисловий майданчик. Важливе значення має попереднє узгодження виду відходів, їх коду, орієнтовної кількості, умов пакування та можливості приймання. Закон України «Про управління відходами» [18] передбачає, що для отримання дозволу на здійснення операцій з оброблення суб’єкт господарювання подає відомості про назву і код відходів, їх склад, властивості, обсяги, матеріально-технічну базу та опис технологічних процесів, які будуть застосовуватися. Це фактично формує нормативну основу для контролю кожного виду відходів ще до початку операцій з ними.

Після надходження відходів на підприємство ключовим є етап приймання та ідентифікації. Він передбачає перевірку супровідної документації, відповідність відходів заявленому коду, встановлення їх належності до дозволених категорій, а також оцінку можливості подальшої обробки. У дозвільних документах підприємства зазначено, що підприємство має право здійснювати операції з такими потоками, як відходи, збирання і

видалення яких обумовлені спеціальними вимогами для запобігання інфекції, гострі інструменти, хімічні препарати, цитотоксичні та цитостатичні лікарські препарати, змішані медичні та фармацевтичні відходи. Для частини цих відходів передбачено операції D10, D13 і D15, що визначає подальшу логіку технологічного процесу. Для узагальнення функціонального змісту основних операцій, які застосовуються на підприємстві, доцільно подати їх характеристику в табл. 2.2.1.

Таблиця 2.2.1

Характеристика основних операцій поводження з небезпечними відходами на ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА»

Код операції	**Зміст операції**	**Реалізація на підприємстві**	**Основне екологічне значення**
D10	Спалювання на суші	Термічне знешкодження небезпечних відходів в установці	Зниження біологічної, токсичної та санітарної небезпеки відходів
D13	Попередні операції перед видаленням	Сортування, подрібнення, ущільнення, сушіння, кондиціонування або відокремлення	Підготовка відходів до безпечного та стабільного оброблення
D15	Зберігання перед операціями видалення	Тимчасове зберігання відходів до подальшого оброблення	Запобігання неконтрольованому потраплянню небезпечних компонентів у довкілля

Тимчасове зберігання виступає проміжною, але дуже важливою ланкою у всій системі поводження з небезпечними відходами. Воно необхідне для накопичення технологічно доцільних партій, організації черговості оброблення та запобігання змішуванню несумісних видів відходів. З організаційної точки зору цей етап повинен забезпечувати роздільне розміщення різних потоків відходів, збереження маркування, контроль доступу до місць зберігання та недопущення пошкодження тари. Особливо це стосується медичних і фармацевтичних відходів, які можуть мати інфекційну, токсичну або хімічну небезпеку.

Подальша підготовка до оброблення пов’язана з операцією D13, тобто попередніми операціями перед видаленням. Відповідно до дозвільних матеріалів, до таких дій можуть належати сортування, дроблення, ущільнення, гранулювання, сушіння, подрібнення, кондиціонування або відокремлення. На практиці значення цього етапу полягає не лише у підготовці відходів до спалювання, а й у зменшенні технологічних ризиків. Неправильно сформована партія відходів може ускладнювати процес термічного знешкодження, впливати на стабільність горіння та підвищувати навантаження на систему очищення газів.

Основним технологічним елементом оброблення є термічне знешкодження відходів. Тут використовується термічний утилізатор УТ-500Д; для відповідного джерела викидів висота труби становить 12,5 м, діаметр гирла 0,6 м, запланований режим роботи 6240 год/рік, швидкість спалювання 350 кг/год і річну масу відходів 2184 т. Технологічний процес має промисловий масштаб і потребує постійного контролю параметрів роботи обладнання, витрат палива, режиму завантаження та ефективності очищення димових газів. Технологічний контур термічного знешкодження небезпечних відходів на підприємстві доцільно представити у вигляді послідовності основних виробничих операцій та контрольних точок (рис. 2.2.1).

Під час спалювання небезпечних відходів особливого значення набуває не лише сам факт знешкодження, а й дотримання температурного режиму, стабільності процесу та вимог до роботи установки. У дозвільних умовах передбачено, що під час експлуатації установок спалювання температура газу після останнього подання повітря на горіння має досягати щонайменше 850 °C протягом не менше двох секунд, а за наявності небезпечних відходів із вмістом понад 1 % галогенізованих органічних речовин у перерахунку на хлор – щонайменше 1200 °C. Це є важливою умовою повнішого руйнування небезпечних органічних сполук та зменшення ризику утворення вторинних забруднювачів.

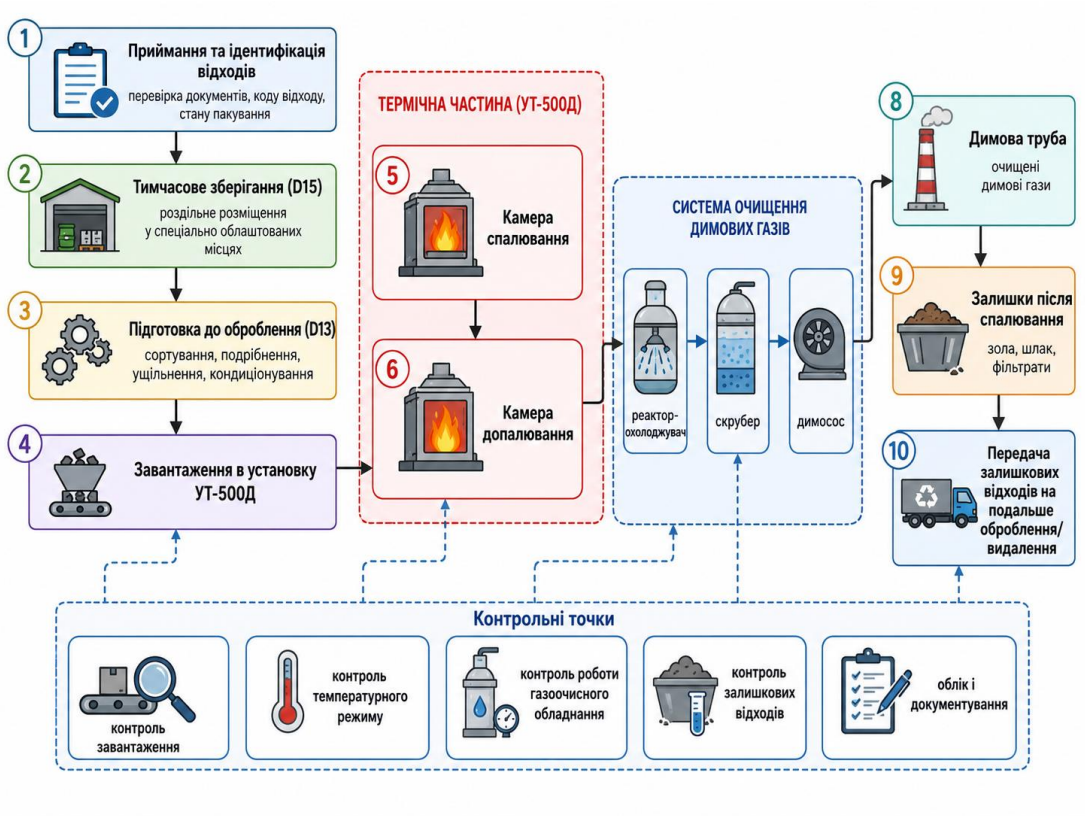


Рис. 2.2.1. Технологічний контур термічного знешкодження небезпечних відходів на ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА»

Окремою складовою технологічного процесу є поводження із залишками після спалювання. У дозвільних матеріалах зазначено необхідність зменшення кількості та небезпечності залишків, забезпечення їх відновлення за технічної можливості, а також видалення тих залишків, утворенню яких неможливо запобігти. Також передбачено, що сухі порошкоподібні залишки мають перевозитися у закритих контейнерах або іншим способом, який не допускає їх потрапляння у навколишнє природне середовище. Отже, технологічний цикл не завершується безпосередньо спалюванням, оскільки після нього зберігається потреба у контрольованому поводженні із золою, шлаками, фільтратами та іншими залишковими матеріалами.

Організаційна складова роботи підприємства включає також облік відходів, ведення супровідної документації, контроль за дотриманням дозвільних умов і проведення інструментально-лабораторного контролю. У

дозвільних умовах окремо зазначено необхідність зберігання результатів вимірювань, аналізів, калібрувань і повірок, а також щоквартального подання до Міндовкілля результатів інструментально-лабораторного контролю за викидами забруднюючих речовин та ефективністю роботи газоочисного обладнання. Це дає підстави розглядати контроль не як допоміжну процедуру, а як обов'язковий елемент функціонування всієї системи поводження з небезпечними відходами.

Таким чином, технологічні та організаційні процеси на ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА» поєднують операції приймання, ідентифікації, зберігання, попередньої підготовки, термічного знешкодження та контролю залишків після оброблення. Сильною стороною такої системи є наявність визначеного технологічного ланцюга і дозвільного регламенту для основних операцій. Водночас ефективність її функціонування значною мірою залежить від якості внутрішнього контролю, точності обліку, стабільності роботи установки спалювання, належного поводження із залишками та своєчасного моніторингу впливу на довкілля. Саме ці елементи доцільно враховувати під час подальшої оцінки екологічної ефективності та розроблення рекомендацій щодо вдосконалення діяльності підприємства.

2.3. Оцінка екологічної ефективності та потенційних ризиків існуючої системи поводження з небезпечними відходами

Оцінювання екологічної ефективності системи поводження з небезпечними відходами на ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА» доцільно здійснювати не лише за фактом наявності дозвільної документації, а й за тим, наскільки існуюча організація процесів дозволяє зменшувати потенційний вплив відходів на довкілля. У випадку цього підприємства основним екологічним результатом є вилучення небезпечних медичних, фармацевтичних, хімічних та інфекційно небезпечних відходів із неконтрольованого обігу і спрямування їх на регламентоване оброблення. Такий підхід відповідає вимогам чинного законодавства у сфері управління

відходами, яке передбачає зниження негативного впливу відходів на здоров’я людей і навколишнє природне середовище.

Наявність у підприємства дозволу на здійснення операцій з оброблення відходів № 2929/24 свідчить про формальне визначення переліку відходів, операцій та умов їх оброблення. У дозвільних матеріалах зазначено, що підприємство працює з відходами, збирання та видалення яких потребує спеціальних вимог для запобігання інфекції, гострими інструментами, хімічними препаратами, цитотоксичними та цитостатичними лікарськими засобами, змішаними медичними і фармацевтичними відходами. Для таких потоків передбачено операції D10, D13 і D15, тобто спалювання на суші, попередню підготовку перед видаленням та зберігання перед здійсненням операцій видалення.

Позитивним аспектом існуючої системи є те, що процес поводження з відходами має завершений технологічний контур: приймання, тимчасове зберігання, підготовка, термічне знешкодження та подальше поводження із залишками. Це зменшує ймовірність потрапляння інфекційно небезпечних або токсичних компонентів у загальний потік побутових чи виробничих відходів. Крім того, термічне знешкодження дозволяє істотно зменшити санітарно-епідемічну небезпеку медичних відходів, особливо тих, що містять біологічні рідини, перев’язувальні матеріали, гострі інструменти або залишки лікарських препаратів.

Разом з тим, екологічна ефективність такої системи не є абсолютною, оскільки термічне оброблення переводить частину екологічних ризиків з одного середовища в інше. Якщо до оброблення основна небезпека пов’язана з інфекційними, токсичними або хімічними властивостями самих відходів, то після спалювання ключового значення набувають викиди в атмосферне повітря та поводження із залишками. Для труби утилізатора УТ-500Д наведено запланований режим роботи 6240 год/рік, швидкість спалювання 350 кг/год, річну масу відходів 2184 т та витрату дизельного пального 121,7 т/рік. Також зазначено широкий перелік можливих викидів, зокрема сполуки

кадмію, ртуті, свинцю, тверді суспендовані частинки, оксиди азоту, діоксид сірки, оксид і діоксид вуглецю, аміак, бензол, толуол, фенол, формальдегід, бензапірен та хлороводень.

Отже, одним із головних потенційних ризиків є забруднення атмосферного повітря у разі нестабільної роботи установки, порушення температурного режиму або недостатньої ефективності газоочисного обладнання. Саме тому для таких об’єктів важливим є постійний контроль технологічних параметрів. Технічні вимоги до експлуатації установок із спалювання відходів визначають умови, яких мають дотримуватися оператори стаціонарних установок спалювання, а ліцензійні умови для суб’єктів управління небезпечними відходами встановлюють організаційні, кадрові та технологічні вимоги до провадження такої діяльності.

Другий блок ризиків пов’язаний із залишками після термічного знешкодження. За дозвільними матеріалами, у процесі спалювання можуть утворюватися донні золи та шлаки, які не є кінцево нейтралізованим ресурсом, а потребують подальшого контрольованого поводження. У матеріалах також зазначено, що такі залишки передаються на оброблення іншим суб’єктам господарювання, тобто підприємство не завершує повний цикл поводження з ними самостійно. Це означає, що екологічна безпека залежить не лише від роботи самого утилізатора, а й від якості пакування, тимчасового зберігання, транспортування та подальшого оброблення залишкових відходів.

Окремо слід враховувати ризики на етапах приймання і тимчасового зберігання. Для небезпечних відходів критичними є правильне маркування, відповідність фактичного складу заявленому коду, цілісність тари, недопущення змішування несумісних відходів та контроль доступу до місць зберігання. У дозвільних умовах прямо зазначено необхідність не допускати змішування відходів, що можуть бути відновлені, з відходами, що не можуть бути відновлені, а також вести облік відходів, які утворилися у результаті діяльності або були отримані від інших суб’єктів господарювання. Для

систематизації результатів проведеного аналізу доцільно розглянути екологічне значення окремих етапів поводження з небезпечними відходами, пов’язані з ними потенційні ризики та основні контрольні заходи (табл. 2.3.1).

Таблиця 2.3.1

Оцінка екологічної ефективності та ризиків за етапами поводження з небезпечними відходами

Етап процесу	**Екологічне значення**	**Потенційний ризик**	**Необхідний контроль**
Приймання відходів	Вилучення небезпечних відходів із неконтрольованого обігу	Невідповідність фактичного складу відходів супровідним документам	Перевірка документів, коду відходу, пакування та маркування
Тимчасове зберігання	Запобігання потраплянню небезпечних компонентів у довкілля до моменту оброблення	Пошкодження тари, змішування несумісних відходів	Роздільне зберігання, контроль цілісності тари, обмеження доступу
Підготовка до оброблення	Формування партій для стабільного технологічного процесу	Неправильне сортування або змішування відходів	Контроль сумісності відходів і дотримання технологічних вимог
Термічне знешкодження	Зменшення інфекційної та токсичної небезпеки відходів	Утворення забруднюючих речовин під час спалювання	Контроль температурного режиму, режиму завантаження та роботи установки
Очищення димових газів	Зменшення надходження забруднюючих речовин в атмосферу	Зниження ефективності газоочисного обладнання	Інструментально-лабораторний контроль викидів
Поводження із залишками	Недопущення повторного забруднення довкілля	Накопичення золи, шлаків, фільтратів	Герметичне збирання, облік, передача спеціалізованим суб’єктам

Дані табл. 2.3.1 свідчать, що екологічна ефективність системи

формується на всіх етапах поводження з небезпечними відходами. Водночас кожен етап характеризується наявністю специфічних ризиків, рівень яких залежить від дотримання технологічних регламентів, ефективності виробничого контролю та своєчасного виявлення можливих відхилень від установлених вимог.

Важливою складовою зниження ризиків є інструментально-лабораторний контроль. У дозвільних умовах передбачено зберігання результатів вимірювань, аналізів, калібрувань і повірок, а також щоквартальне подання до уповноваженого органу результатів контролю за викидами забруднюючих речовин та ефективністю роботи газоочисного обладнання. Це свідчить, що ефективність системи залежить не тільки від технічної наявності обладнання, а й від регулярності контролю, достовірності вимірювань і своєчасного реагування на відхилення. Узагальнення результатів проведеної оцінки дозволяє виокремити як позитивні сторони функціонування системи поводження з небезпечними відходами на підприємстві, так і потенційні ризики, що можуть впливати на рівень екологічної безпеки. Основні результати такого аналізу наведено на рис. 2.3.1.

Як показано на рис. 2.3.1, функціонування існуючої системи забезпечує досягнення низки позитивних екологічних результатів, зокрема вилучення небезпечних відходів із неконтрольованого обігу, їх регламентоване знешкодження та здійснення виробничого контролю. Разом з тим оцінювання дозволило встановити наявність окремих факторів ризику, пов’язаних із атмосферними викидами, утворенням залишків після спалювання, необхідністю підтримання стабільних технологічних режимів та забезпеченням належного рівня виробничого контролю. Виявлені аспекти формують основу для подальшого обґрунтування заходів щодо вдосконалення системи поводження з небезпечними відходами на підприємстві.



Рис. 2.3.1. Екологічна ефективність та потенційні ризики системи поводження з небезпечними відходами на ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА»

Таким чином, існуюча система поводження з небезпечними відходами на ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА» має виражене екологічне значення, оскільки забезпечує спеціалізоване оброблення відходів, які не можуть безпечно перебувати у загальному потоці. Її сильними сторонами є наявність дозволених операцій, визначеного промислового майданчика, технології термічного знешкодження, вимог до контролю та документального супроводу. Водночас потенційні ризики зосереджені у трьох напрямах: атмосферні викиди під час спалювання, поводження із золошлаковими залишками та організаційні помилки на етапах приймання, зберігання і підготовки відходів. Тому подальше підвищення ефективності має бути спрямоване на посилення моніторингу викидів, удосконалення контролю залишків після спалювання, підвищення точності обліку та мінімізацію ризиків людського фактора.

РОЗДІЛ 3
НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

3.1. Заходи з удосконалення організаційно-технологічних механізмів поводження з небезпечними відходами

Результати аналізу діяльності ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА» свідчать про наявність сформованої системи поводження з небезпечними відходами, яка забезпечує виконання основних вимог чинного законодавства та дозволяє здійснювати операції з їх оброблення у межах наданих дозволів. Разом із тим подальший розвиток підприємства потребує впровадження комплексу організаційних і технологічних рішень, спрямованих на підвищення рівня екологічної безпеки, покращення виробничого контролю та оптимізацію окремих етапів поводження з відходами. Необхідність переходу від виконання мінімально необхідних процедур до комплексного управління ризиками та екологічною результативністю відзначається і в сучасних дослідженнях, присвячених питанням сталого поводження з небезпечними відходами [27, 40].

На основі проведеної оцінки екологічної ефективності та виявлених ризиків визначено основні напрями удосконалення системи поводження з небезпечними відходами на підприємстві (рис. 3.1.1). Як бачимо, удосконалення системи поводження з небезпечними відходами доцільно здійснювати за п’ятьма взаємопов’язаними напрямами, які охоплюють виробничий контроль, цифровізацію облікових процесів, розвиток екологічного моніторингу, удосконалення поводження із залишками після термічного знешкодження та підвищення рівня підготовки персоналу. Комплексна реалізація зазначених заходів дозволить підвищити рівень екологічної безпеки та ефективність функціонування підприємства [26].



Рис. 3.1.1. Основні напрями удосконалення системи поводження з небезпечними відходами на ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА»

А для узагальнення запропонованих організаційно-технологічних заходів доцільно подати їх у табличній формі (табл. 3.1.1).

Одним із першочергових напрямів удосконалення є посилення системи внутрішнього виробничого контролю. З огляду на специфіку небезпечних відходів навіть незначні відхилення від установлених регламентів можуть призвести до зростання екологічних ризиків або порушення технологічного процесу. У зв'язку з цим доцільним є впровадження періодичних внутрішніх аудитів із перевіркою дотримання вимог щодо приймання, маркування, тимчасового зберігання та підготовки відходів до оброблення. Проведення таких аудитів дозволить своєчасно виявляти потенційні недоліки та мінімізувати вплив людського фактора на функціонування системи. Наукові дослідження свідчать, що безпечне поводження з медичними відходами потребує контролю ризиків на всіх етапах процесу: від приймання і зберігання до транспортування та остаточного знешкодження [38, 39]. Також підкреслюється, що ефективність сучасних систем поводження з небезпечними відходами значною мірою залежить від поєднання технологічних рішень із механізмами управлінського контролю та превентивного виявлення ризиків [31].

Таблиця 3.1.1

Запропоновані заходи з удосконалення системи поводження з небезпечними відходами

Напрям удосконалення	Запропонований захід	Очікуваний результат
Виробничий контроль	Проведення регулярних внутрішніх аудитів	Своєчасне виявлення порушень і зниження впливу людського фактора
Цифровий облік	Створення електронної бази руху партій відходів	Підвищення простежуваності та зменшення помилок у документації
Термічне знешкодження	Автоматизований контроль температурних параметрів	Стабільність технологічного процесу
Моніторинг викидів	Накопичення та аналіз результатів вимірювань у динаміці	Раннє виявлення відхилень у роботі обладнання
Залишки після спалювання	Контроль пакування, зберігання та передачі золошлакових залишків	Зменшення ризику вторинного забруднення
Персонал	Регулярні інструктажі й навчання	Підвищення екологічної відповідальності та безпеки робіт

Важливим напрямом удосконалення є розвиток цифрового супроводу потоків відходів [32, 35]. На практиці значна частина інформації про рух відходів формується на різних етапах їх приймання, обліку та передачі. Використання єдиної електронної бази даних із можливістю відстеження кожної партії відходів від моменту надходження до завершення операцій оброблення сприятиме підвищенню прозорості процесів, спрощенню внутрішнього контролю та зменшенню ризику виникнення помилок у документації. Подібні підходи розглядаються і в сучасних дослідженнях, де цифровізація та автоматизоване відстеження потоків медичних відходів визначаються як один із перспективних напрямів підвищення безпеки та простежуваності операцій [33]. Додатковою перевагою стане можливість оперативного формування звітності та аналізу виробничих показників.

Окремої уваги заслуговує вдосконалення системи контролю технологічних параметрів термічного знешкодження. Враховуючи значення температурного режиму для повноти руйнування небезпечних компонентів, доцільним є розширення автоматизованого моніторингу основних параметрів роботи установки. Застосування засобів безперервного контролю температури, часу перебування газів у зоні високих температур та основних показників функціонування обладнання дозволить оперативно виявляти відхилення від встановлених режимів і своєчасно коригувати виробничий процес.

Ще одним напрямом підвищення ефективності є розширення виробничого екологічного моніторингу. Крім виконання обов'язкових вимог щодо контролю викидів, доцільно здійснювати накопичення та аналіз результатів вимірювань у динаміці. Формування власної бази екологічних показників дасть можливість оцінювати зміни у роботі обладнання, виявляти тенденції та планувати профілактичні заходи до виникнення технічних проблем. Такий підхід відповідає сучасним принципам превентивного екологічного управління, коли реагування на ризики здійснюється ще до їх фактичної реалізації.

Суттєвий резерв для вдосконалення системи пов'язаний із поводженням із залишками, що утворюються після термічного знешкодження відходів. Доцільно передбачити додаткові процедури контролю їх накопичення, пакування та передачі спеціалізованим організаціям. Це дозволить забезпечити простежуваність подальшого руху залишкових матеріалів та підвищити рівень контролю за завершальними етапами поводження з відходами.

Не менш важливим є розвиток кадрового потенціалу підприємства. Регулярне навчання персоналу, проведення тематичних інструктажів та ознайомлення працівників із змінами законодавства і технологічних вимог сприятимуть підвищенню рівня професійної підготовки та формуванню культури екологічної безпеки. Особливого значення такі заходи набувають у

сфері поводження з небезпечними відходами, де значна частина ризиків пов'язана саме з людським фактором.

Запропоновані заходи не потребують кардинальної перебудови існуючої системи поводження з небезпечними відходами, однак їх поетапне впровадження дозволить підвищити ефективність виробничих процесів, покращити контроль за рухом відходів, знизити ймовірність виникнення аварійних ситуацій та зміцнити екологічну безпеку діяльності підприємства. Комплексна реалізація організаційних і технологічних удосконалень створить підґрунтя для подальшого розвитку системи управління небезпечними відходами відповідно до сучасних екологічних вимог та принципів сталого природокористування.

3.2. Оцінка екологічної та практичної ефективності запропонованих заходів

Запропоновані заходи з удосконалення системи поводження з небезпечними відходами на ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА» мають комплексний характер та спрямовані не лише на підвищення відповідності діяльності підприємства вимогам чинного законодавства, а й на покращення результативності виробничих процесів, зменшення екологічних ризиків і підвищення рівня контролю за всіма етапами поводження з відходами. У зв’язку з цим оцінювання їхньої ефективності доцільно здійснювати за двома взаємопов’язаними напрямами: екологічним і практичним.

Екологічна ефективність запропонованих заходів полягає насамперед у зниженні ймовірності негативного впливу діяльності підприємства на навколишнє природне середовище. Впровадження розширеного виробничого контролю та систематичних внутрішніх аудитів сприятиме своєчасному виявленню потенційних відхилень від установлених регламентів ще до виникнення небажаних наслідків. Це особливо важливо для діяльності, пов’язаної з поводженням із небезпечними відходами, оскільки навіть окремі

порушення технологічних вимог можуть призвести до підвищення екологічного навантаження або створення загроз для здоров’я працівників.

Позитивний екологічний ефект очікується також від удосконалення моніторингу технологічних параметрів та результатів контролю викидів. Накопичення й аналіз даних у динаміці дозволить більш оперативно реагувати на зміни у функціонуванні обладнання та своєчасно вживати коригувальні заходи. У довгостроковій перспективі це сприятиме підтриманню стабільних режимів роботи установки термічного знешкодження та зменшенню ризику утворення надлишкових викидів забруднюючих речовин.

Окреме значення має вдосконалення процедур поводження із залишковими матеріалами, які утворюються після термічного оброблення відходів. Посилення контролю за їх обліком, тимчасовим зберіганням та передачею спеціалізованим організаціям дозволить підвищити рівень простежуваності руху таких матеріалів і знизити ймовірність їх неконтрольованого потрапляння у навколишнє середовище. Таким чином, запропоновані рішення охоплюють не лише основний технологічний процес, а й завершальні стадії поводження з відходами, що має важливе значення для забезпечення загальної екологічної безпеки підприємства.

Не менш важливою є практична ефективність запропонованих заходів. Її доцільно розглядати через призму організаційної керованості процесів, якості виробничого контролю та раціональності використання наявних ресурсів. Впровадження цифрових інструментів обліку відходів забезпечить швидший доступ до інформації, спростить процедури формування звітності та зменшить витрати часу на виконання облікових операцій. Крім того, підвищиться достовірність інформації щодо руху відходів, що є важливою передумовою для прийняття управлінських рішень.

Практичний ефект від удосконалення системи моніторингу проявлятиметься у підвищенні оперативності реагування на відхилення в роботі обладнання та скороченні ймовірності виникнення аварійних

ситуацій. Завдяки своєчасному виявленню потенційних проблем підприємство отримує можливість планувати профілактичні заходи та уникати додаткових витрат, пов’язаних із усуненням наслідків технічних несправностей або порушень технологічного процесу.

Важливим результатом впровадження запропонованих заходів стане також підвищення професійної компетентності персоналу. Регулярне навчання та вдосконалення практичних навичок працівників сприятимуть більш відповідальному виконанню виробничих операцій, покращенню дотримання внутрішніх регламентів та зменшенню впливу людського фактора на функціонування системи поводження з небезпечними відходами. У перспективі це позитивно впливатиме як на виробничу дисципліну, так і на загальний рівень екологічної культури підприємства.



Рис. 3.2.1. Очікувані результати впровадження заходів з удосконалення системи поводження з небезпечними відходами

Сукупний вплив запропонованих заходів на функціонування системи поводження з небезпечними відходами можна представити у вигляді взаємозв’язку між напрямами удосконалення та очікуваними результатами їх реалізації (рис. 3.2.1). Кожен із запропонованих напрямів удосконалення забезпечує досягнення окремих позитивних результатів, які в сукупності

формують інтегральний ефект для підприємства. Очікувані зміни охоплюють підвищення рівня екологічної безпеки, покращення простежуваності руху відходів, зниження ризику виникнення виробничих порушень, удосконалення контролю залишкових матеріалів та підвищення професійної підготовки персоналу. Комплексна реалізація зазначених заходів сприятиме більш ефективному функціонуванню системи управління небезпечними відходами та зміцненню екологічної відповідальності підприємства.

Таблиця 3.2.1

Екологічна та практична ефективність запропонованих заходів

Запропонований захід	**Екологічна ефективність**	**Практична ефективність**
Запровадження внутрішніх аудитів і посилення виробничого контролю	Зменшення ймовірності порушення вимог екологічної безпеки та виникнення нештатних ситуацій	Підвищення керованості виробничих процесів і своєчасне виявлення недоліків
Використання цифрових інструментів обліку та простежуваності відходів	Підвищення прозорості руху небезпечних відходів і зниження ризику втрати інформації	Скорочення часу на облік, звітність і пошук необхідних даних
Розширення контролю технологічних параметрів термічного знешкодження	Підтримання стабільного рівня екологічної безпеки під час експлуатації обладнання	Зниження ризику технологічних збоїв та підвищення надійності роботи установки
Удосконалення системи виробничого екологічного моніторингу	Своєчасне виявлення потенційних джерел негативного впливу на довкілля	Формування інформаційної основи для прийняття управлінських рішень
Посилення контролю за поводженням із залишками після спалювання	Зменшення ризику вторинного забруднення компонентів довкілля	Підвищення простежуваності та контрольованості завершальних етапів поводження з відходами
Підвищення кваліфікації персоналу та проведення регулярних інструктажів	Зниження ймовірності екологічно небезпечних помилок під час виконання робіт	Покращення виробничої дисципліни та професійної підготовки працівників

Для більш детальної характеристики очікуваного впливу запропонованих заходів доцільно розглянути їх екологічну та практичну ефективність за окремими напрямами удосконалення системи поводження з небезпечними відходами (табл. 3.2.1). Запропоновані заходи мають комплексний характер та забезпечують одночасне досягнення екологічних і виробничих результатів. Очікуваний ефект полягає не лише у зниженні потенційних ризиків для довкілля, а й у підвищенні ефективності внутрішнього управління, якості контролю та рівня організації виробничих процесів на підприємстві.

Слід також враховувати, що більшість запропонованих заходів не потребує суттєвого розширення виробничих потужностей або проведення масштабної реконструкції об’єкта. Основна частина рекомендацій пов’язана з удосконаленням організації процесів, підвищенням якості контролю, використанням сучасних підходів до управління інформацією та розвитком кадрового потенціалу. Це підвищує реалістичність їх впровадження та створює передумови для отримання позитивного результату без значних капіталовкладень.

Отже, запропонований комплекс заходів характеризується як екологічною, так і практичною доцільністю. Його реалізація дозволить підвищити рівень екологічної безпеки діяльності ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА», покращити контроль за рухом небезпечних відходів, знизити ймовірність виникнення виробничих ризиків та забезпечити більш ефективне функціонування системи управління відходами. Очікувані результати мають переважно превентивний характер і спрямовані на запобігання можливим негативним наслідкам, що повністю відповідає сучасним підходам до екологічного управління та принципам сталого розвитку.

ВИСНОВКИ

✓ У роботі узагальнено теоретичні підходи до поводження з небезпечними відходами та встановлено, що їх належне управління є одним із ключових елементів забезпечення екологічної безпеки. Показано, що небезпечні відходи становлять потенційну загрозу для атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтів і здоров'я населення, що зумовлює необхідність застосування спеціалізованих технологій їх оброблення та контролю на всіх етапах поводження.

✓ Проаналізовано нормативно-правове забезпечення діяльності у сфері управління небезпечними відходами в Україні та країнах Європейського Союзу. Встановлено, що чинна законодавча база України поступово адаптується до європейських підходів, орієнтованих на запобігання утворенню відходів, мінімізацію екологічних ризиків, посилення контролю за їх рухом та підвищення відповідальності суб'єктів господарювання.

✓ Надано загальну характеристику діяльності ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА» та визначено особливості його функціонування у сфері поводження з небезпечними відходами. Встановлено, що підприємство здійснює комплекс операцій із приймання, зберігання, підготовки до оброблення та термічного знешкодження небезпечних відходів відповідно до чинних дозвільних документів та вимог природоохоронного законодавства.

✓ Проведено аналіз технологічних та організаційних процесів поводження з небезпечними відходами на підприємстві. Визначено, що існуюча система забезпечує регламентоване виконання основних виробничих операцій, однак її ефективність значною мірою залежить від якості виробничого контролю, дотримання технологічних режимів, ведення обліку відходів та належного функціонування систем моніторингу.

✓ Виконано оцінку екологічної ефективності та потенційних ризиків існуючої системи поводження з небезпечними відходами. Встановлено, що основний позитивний ефект діяльності підприємства полягає у вилученні

небезпечних відходів із неконтрольованого обігу та їх безпечному знешкодженні. Водночас виявлено ризики, пов’язані з атмосферними викидами під час термічного оброблення, поводженням із залишковими матеріалами після спалювання та можливими організаційними помилками на окремих етапах виробничого процесу.

✓ На основі результатів проведеного аналізу розроблено комплекс заходів з удосконалення організаційно-технологічних механізмів поводження з небезпечними відходами на підприємстві. Запропоновано посилення внутрішнього виробничого контролю, впровадження цифрових інструментів обліку та простежуваності відходів, розширення системи моніторингу технологічних параметрів і викидів, удосконалення контролю залишкових матеріалів та підвищення рівня підготовки персоналу.

✓ Проведена оцінка очікуваної ефективності запропонованих заходів засвідчила їх екологічну та практичну доцільність. Реалізація запропонованих рішень сприятиме зниженню ймовірності виникнення екологічно небезпечних ситуацій, підвищенню рівня простежуваності потоків відходів, покращенню контролю виробничих процесів та забезпеченню більш стабільного функціонування системи поводження з небезпечними відходами.

✓ Мету кваліфікаційної роботи досягнуто, а поставлені завдання виконано в повному обсязі. Розроблені рекомендації можуть бути використані ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ-УКРАЇНА» для підвищення ефективності управління небезпечними відходами, вдосконалення екологічного контролю та подальшого розвитку системи екологічно безпечного поводження з відходами відповідно до сучасних вимог природоохоронної діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васюкова Г.Т., Ярошева О.Г. Екологія. К.: Кондор, 2013. 524 с.

2. Вискушенко Д. А., Никитюк Ю. А., Піціль А. О., Мельник Н. В. Теоретичні та методичні основи наукового дослідження в екологічній освіті. Екологічні науки, 2025. Вип. 63. С. 9-14. https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.6-63.1

3. Вискушенко Д. А., Примаченко Р. О., Федірко Г. А., Яроцький Б. А., Федірко М. П. Європейський досвід екологізації виробництва. The 9th International scientific and practical conference: Development of modern scientific technologies in the era of globalization. Paris: International Science Group, 2025. pp. 116-119.

4. Вискушенко Д. А., Яроцький Б. А., Федірко Г. А., Федірко М. П., Примаченко Р. О. Механізми інтеграції міжнародних принципів сталого розвитку у вітчизняне природокористування. The 8th International scientific and practical conference: Academic research by scientists in the field of modern technologies. Milan: International Science Group, 2025. pp. 69-72

5. Герасимчук З.В., Середа О.В. Стратегічне управління сталим розвитком міст: теорія, методологія, практика : монографія. Луцьк : Вежа-Друк, 2014. 276 с.

6. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування (ISO 14001:2015, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. URL: https://quality.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2018/10/%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3-ISO_14001-2015-.pdf (дата звернення: 14.03.2026)

7. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. URL: https://uu.edu.ua/upload/universitet/normativni_documenti/dstu_iso_9001_2015.pdf (дата звернення: 14.03.2026)

8. Кузьменко О. Б. Андрєєв В. І. Основи екологічного менеджменту. навчальний посібник. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 160 с.

9. Максименко Ю.В., Вискушенко Д.А. Біоетика та біобезпека: навчальний посібник. Житомир : Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2022. 126 с.

10. Мішенін Є.В., Височанська М.Я. Стан сфери управління твердими побутовими відходами в Україні. Збалансоване природокористування. 2023. №4. С. 20-24. https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2023.296369

11. Панченко А.Д. Удосконалення управління небезпечними відходами в умовах сталого розвитку. Виклики сьогодення та наслідки Чорнобильської катастрофи. Екологія. Наука. Практика-2026 : матеріали XXII Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир : Поліський національний університет, 2026. С. 72-74

12. Про видачу ліцензії ТОВ «ЕКО ЗАХИСТ - УКРАЇНА» : Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 22.02.2024 № 197. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2024/02/Nakaz-197-vid-22.02.2024.pdf (дата звернення: 11.01.2026)

13. Про затвердження Національного плану управління відходами до 2033 року та визнання такими, що втратили чинність, деяких актів: Розпорядження Кабінету міністрів України від 27.12.2024 № 1353-р. URL: https://ips.ligazakon.net/document/kr241353?an=1 (дата звернення: 18.02.2026)

14. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text (дата звернення: 11.02.2026)

15. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України від 23.05.2017 № 4017-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text (дата звернення: 14.02.2026)

16. Про перевезення небезпечних вантажів: Закон України від 06.04.2000 № 1644-III. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1644-14#Text (дата звернення: 14.02.2026)

17. Про стратегічну екологічну оцінку : Закон України від 20.03.2018 № 2354-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2354-19#Text (дата звернення: 11.03.2026)

18. Про управління відходами : Закон України від 20.06.2022 № 2320-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text (дата звернення: 12.03.2026)

19. Сергєєв О.А. Інституційне забезпечення управління побутовими відходами. Економічний простір, 2024. 191. С. 120-128. https://doi.org/10.32782/2224-6282/191-21

20. Середа О.В. Економіка сталого розвитку : методичні вказівки до виконання самостійної роботи для студентів спеціальності 051 Економіка денної та заочної форм навчання. Луцьк : Луцький НТУ, 2018. 44 с.

21. Сохацька О.М. Екологічна політика в системі публічного управління: виклики сталого розвитку. Філософія та управління. 2024. №2. с. 31-41

22. Степаненко С.М., Владимирова О.Г. Стратегія сталого розвитку: конспект лекцій. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2019. 175 с.

23. Філик Н.В., Грабовська Г.М. Екологічні виклики в контексті кліматичних змін та участь України в їх подоланні. Юридичний вісник, 2021. т. 4(61). с. 30-39

24. Шишпанова Н.В. Сучасне управління відходами в громадах відповідно до принципів циркулярної економіки. Економіка та суспільство, 2023. №49. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-49-35

25. Яремчук С.М., Ельмендеєва Л.В., Пантелейчук Ю.Л., Панченко А.Д. Формування програми громадської екологічної діяльності та освіти населення як основи сталого розвитку громади. 5th International Scientific and Practical Conference «Global Trends in Science, Technology and Economy». Graz: International Scientific Unity, 2026. p. 71-76

26. Atstaja D., Cudecka-Purina N., Koval V., Kuzmina J., Butkevics J., Hrinchenko H. Waste-to-Energy in the Circular Economy Transition and

Development of Resource-Efficient Business Models. Energies, 2024. 17(16). 4188. https://doi.org/10.3390/en17164188

27. Awino F.B., Apitz S.E. Solid waste management in the context of the waste hierarchy and circular economy frameworks: An international critical review. Integrated Environmental Assessment and Management, 2024. 20(1). P. 9–35. https://doi.org/10.1002/ieam.4774

28. Document 32008L0098. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (Text with EEA relevance). URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex:32008L0098 (дата звернення: 14.02.2026)

29. European Recycling Industries' Confederation (EuRIC). A Risk-based Approach for Waste Management in the Circular Economy. Brussels, 2023. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://euric.org/images/Files%20to%20be%20linked/Risk-based%20approaches%20for%20waste%20management%20Report%202024-01-31%20002.pdf (дата звернення 26.02.2026)

30. Kenny C., Priyadarshini A. Review of Current Healthcare Waste Management Methods and Their Effect on Global Health and Environmental Outcomes. Healthcare, 2021. Vol. 9(3). 284. https://doi.org/10.3390/healthcare9030284

31. Kumar A., Thakur A.K., Gaurav G.K., Klemeš J.J., Sandhwar V. K., Pant K.K., Kumar R. A critical review on sustainable hazardous waste management strategies: a step towards a circular economy. Environmental Science and Pollution Research, 2023. Vol. 30. P.105030–105055. https://doi.org/10.1007/s11356-023-29511-8

32. Lakhouit A. Revolutionizing urban solid waste management with AI and IoT: A review of smart solutions for waste collection, sorting, and recycling. Results in Engineering, 2025. 25. 104018. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104018

33. Mohamed N.H., Khan S., Jagtap S. Waste 4.0: transforming medical waste management through digitalization and automated segregation. Discover Sustainability, 2024. Vol. 5. Article 353. https://doi.org/10.1007/s43621-024-00593-9

34. Mulindwa M.S., Akor J., Auta M., Nijman-Ross E., Ogutu M.O. Assessing the circularity status of waste management among manufacturing, waste management, and recycling companies in Kigali, Rwanda. Frontiers in Sustainability. 2024. Vol. 4. Article 1215554. https://doi.org/10.3389/frsus.2023.1215554

35. Onungwe I., Hunt D.V.L., Jefferson I. Transitioning towards circular economy through municipal solid waste analysis and characterisation using SowaCLINK software. Frontiers in Sustainability, 2024. 5. 1321329. https://doi.org/10.3389/frsus.2024.1321329

36. Siddiqua A., Hahladakis J.N., Al-Attiya W.A.K. An overview of the environmental pollution and health effects associated with waste landfilling and open dumping. Environmental Science and Pollution Research, 2022. Vol. 29. P. 58514–58536. https://doi.org/10.1007/s11356-022-21578-z

37. World Health Organization. Regional Office for Europe. Assessing the health impacts of waste management in the context of the circular economy. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2023. WHO Reference Number: WHO/EURO:2023-6932-466698-67954. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2023-6932-466698-67954 (дата звернення 25.02.2026)

38. Yang T., Du Y., Sun M., Zhang X., Li Y. Risk Management for Whole-Process Safe Disposal of Medical Waste: Progress and Challenges. Risk Management and Healthcare Policy. 2024. Vol. 17. P. 1503–1522. https://doi.org/10.2147/RMHP.S464268

39. Zhang X., Liu C., Chen Y., Zheng G., Chen Y. Source separation, transportation, pretreatment, and valorization of municipal solid waste: a critical

review. Environment, Development and Sustainability, 2022. 24(10). P. 11471–11513. https://doi.org/10.1007/s10668-021-01932-w

40. Zhang Z., Malik M. Z., Khan A., Ali N., Malik S., Bilal M. Environmental impacts of hazardous waste, and management strategies to reconcile circular economy and eco-sustainability. Science of The Total Environment, 2022. Vol. 807. Article 150856. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150856