

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292. Ефективна економіка. 2024. № 9.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.9.14>

УДК 330:338.001.36

А. С. Росохата,

к. е. н, доцент, старший викладач кафедри маркетингу,

Сумський державний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6944-1515>

Н. Є. Летуновська,

д. е. н., доцент, доцент кафедри маркетингу,

Сумський державний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8207-9178>

Ю. А. Матвєєва,

к. е. н, доцент, старший викладач кафедри управління

імені Олега Балацького, Сумський державний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3082-5551>

О. М. Панасюк,

аспірант кафедри управління імені Олега Балацького,

Сумський державний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-2784-2074>

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ НА БАЗІ ВИКОРИСТАННЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ¹

¹ Ця робота була підтримана Міністерством освіти і науки України (науково-дослідна тема 0123U100112 «Післявоєнне відновлення енергетики України: оптимізація управління відходами з урахуванням здоров'я населення, екологічних, інвестиційних, податкових детермінант»; (науково-дослідна тема 0122U000769 «Трансфер зелених інновацій в енергетиці України: мультиплікативна стохастична модель переходу до вуглецево-нейтральної економіки».

A. Rosokhata,

PhD in Economics, Associate Professor, Senior Lecturer of the Department of Marketing, Sumy State University

N. Letunovska,

Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Marketing, Sumy State University

Yu. Matvieieva,

PhD in Economics, Associate Professor, Senior Lecturer of the Oleg Balatskyi Department of Management, Sumy State University

O. Panasiuk,

Postgraduate student, Sumy State University

DETERMINATION OF OPTIMAL PARAMETERS OF THE NATIONAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM BASED ON THE USE OF CLUSTER ANALYSIS

Метою даної статті є дослідження теоретичних та практичних аспектів оптимізації управління відходами в контексті післявоєнного відновлення енергетичної інфраструктури України з урахуванням здоров'я населення, екологічних, інвестиційних та податкових аспектів. У процесі дослідження були виконані такі завдання: оцінка збитків від воєнних дій на енергетичну інфраструктуру; аналіз напрямків оптимізації управління відходами з фокусом на здоров'я населення, екологічні наслідки, інвестиційні можливості та податкові механізми; кластеризація регіонів України для визначення пріоритетів у сфері управління відходами; обґрунтування шляхів покращення управління відходами в рамках післявоєнного відновлення енергетики України.

Зазначено, що енергетичний сектор України є критично важливим для економіки країни, національної безпеки та енергетичної незалежності. Внаслідок війни енергетична інфраструктура зазнала значних пошкоджень,

що створює нові виклики в управлінні відходами. Відновлення енергетики України потребує комплексного підходу, який враховує здоров'я населення, екологічні впливи, інвестиційні можливості та податкові стимули.

У висновку зазначено, що для стійкого і екологічного розвитку необхідно зменшувати викиди забруднюючих речовин і забезпечувати належну утилізацію небезпечних відходів. Інвестиції мають бути спрямовані на впровадження сучасних технологій, а податкові стимули повинні підтримувати ці ініціативи. Синергія між державними політиками, інвестиціями та екологічними ініціативами є основою успішного відновлення енергетичного сектора і створення безпечного середовища для життя населення.

The aim of this article is to explore the theoretical and practical aspects of optimizing waste management in the context of post-war recovery of Ukraine's energy infrastructure, with a focus on public health, environmental, investment, and tax determinants. To achieve this aim, the following tasks were performed in the course of the research: assessing the damage caused by military actions to the energy infrastructure; exploring the directions for optimizing waste management with an emphasis on public health, environmental impacts, investment opportunities, and tax mechanisms; conducting a clustering of Ukrainian regions to identify priorities and needs in the field of waste management; and substantiating ways to improve the optimization of waste management within the framework of post-war recovery of Ukraine's energy sector.

It is noted that Ukraine's energy sector has been and remains the foundation of the country's economy, playing a critical role in ensuring national security and energy independence. However, as a result of the ongoing war, the country's energy infrastructure has suffered significant damage, and there is no clear understanding of how long it will continue to be subjected to attacks and destruction. The restoration of Ukraine's energy sector after the war is a complex and multifaceted process that requires consideration of numerous factors,

including public health, environmental impacts, investment opportunities, and tax incentives, and requires a comprehensive approach.

It is also noted that military actions have led to significant damage to energy facilities, creating new challenges in the field of waste management. In conclusion, it is emphasized that post-war recovery of Ukraine's energy sector requires a comprehensive approach to waste management, which is critically important for sustainable and ecological development. It is necessary to reduce pollutant emissions and ensure proper disposal of hazardous waste to protect public health. Environmental aspects should contribute to the conservation of resources and the prevention of disasters. Investments should be directed towards the implementation of modern technologies for waste recycling and disposal, and tax incentives should support these initiatives. The synergy between public policies, investments, and environmental initiatives is the foundation of a successful recovery of the energy sector and the creation of a safe environment for the population.

Ключові слова: *післявоєнне відновлення, енергетика, управління відходами, здоров'я населення, інвестиції, податкові стимули, екологічні аспекти, стійкий розвиток.*

Keywords: *post-war recovery, energy sector, waste management, public health, investments, tax incentives, environmental aspects, sustainable development.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Післявоєнне відновлення енергетики України є надзвичайно важливим завданням, що вимагає комплексного підходу та врахування багатьох аспектів. Поряд з відновленням та модернізацією енергетичної інфраструктури, що постраждала внаслідок ворожих атак, оптимізація управління відходами виступає ключовим елементом цієї стратегії. Правильне поводження з відходами є дуже важливим для запобігання екологічним катастрофам та

забезпечення чистоти навколишнього середовища. Ефективне управління відходами має бути інтегровано в загальний процес відновлення, з урахуванням впливу на здоров'я населення, екологічних вимог, інвестиційних можливостей і податкових детермінант.

Оптимізація управління відходами з урахуванням здоров'я населення, екологічних, інвестиційних і податкових детермінант є актуальним завданням у контексті післявоєнного відновлення енергетичної інфраструктури України. В умовах серйозних пошкоджень, необхідно розробити та впровадити ефективні стратегії управління відходами, які забезпечать не лише швидке відновлення енергетичної інфраструктури, але й мінімізують негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я населення. Врахування інвестиційних та податкових детермінант допоможе створити умови для залучення інвестицій у новітні технології переробки та утилізації відходів, що сприятиме сталому розвитку і забезпеченню екологічної безпеки нашої країни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання післявоєнного відновлення енергетики України та оптимізації управління відходами досліджували у своїх працях: Т. Болотна [9], О. Гавриленко [6], Ю. Голік [2], В. Капустян [5], Є. Коваленко [6], О. Крот [2], О. Лищенко [12], Ю. Матвєєва [6], Л. Олейнікова [12], К. Осмаковська [12], А. Параніч [5], А. Росохата [6; 9], Т. Серга [2], В. Сулим [9], Д. Ткач [10], О. Череп [12] та інші. Водночас, питання оптимізації управління відходами з урахуванням здоров'я населення, екологічних аспектів, інвестиційних можливостей, податкових детермінант та інших факторів потребує більш детального і комплексного аналізу.

Для дослідження існуючих підходів та практик управління відходами було використано метод аналізу наявної літератури. Для узагальнення інформації та створення комплексного погляду на проблему оптимізації управління відходами використовувався метод синтезу. Для кращого розуміння регіональних відмінностей у створенні та обробці відходів, а також витрат на охорону навколишнього середовища, було виконано

кластеризацію регіонів методом k-середніх. Окрім того, був застосований метод наукового абстрагування для формулювання основних висновків та рекомендацій щодо подальшого удосконалення управління відходами.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є дослідження теоретичних та практичних аспектів оптимізації управління відходами в контексті післявоєнного відновлення енергетичної інфраструктури України, з акцентом на здоров'я населення, екологічні, інвестиційні та податкові детермінанти.

Дана мета передбачає вирішення наступних **завдань**:

1. Оцінити збитки від воєнних дій на енергетичну інфраструктуру.
2. Дослідити напрямки оптимізації управління відходами з акцентом на здоров'я населення, екологічні наслідки, інвестиційні можливості та податкові механізми.
3. Провести кластеризацію регіонів України для визначення пріоритетів і потреб у сфері управління відходами.
4. Обґрунтувати напрямки покращення оптимізації управління відходами в рамках післявоєнного відновлення енергетики України.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Енергетичний сектор України завжди був і залишається ключовим елементом економіки країни, відіграючи важливу роль у забезпеченні національної безпеки та енергетичної незалежності [12, с. 30]. Однак, повномасштабна війна росії проти України спричинила безпрецедентну соціально-гуманітарну катастрофу, яка негативно позначилася на економіці нашої країни. На сьогоднішній день повністю оцінити наслідки цього військового злочину держави-агресора є доволі складним завданням, оскільки війна ще триває [5].

Електроенергетична інфраструктура стала мішенню російських атак з початку війни. 24 лютого 2022 року війська рф захопили Чорнобильську атомну електростанцію, яка була звільнена 30 березня того ж року. Після тривалого опору, 4 березня 2022 року, російські агресори взяли під контроль

Запорізьку атомну електростанцію (ЗАЕС) з шістьма енергоблоками загальною потужністю 6000 МВт. Що стосується теплоелектроцентралей (ТЕЦ) та теплових електростанцій (ТЕС), то обстріли російських окупантів завдали значних пошкоджень. Зокрема, чотири ТЕЦ зазнали серйозних збитків: Луганська, Охтирська, Трипільська та Чернігівська. Луганська ТЕЦ була практично повністю зруйнована, аналогічна ситуація склалася й з Охтирською [11].

Запорізька ТЕС зіткнулася з дефіцитом вугілля через тимчасову окупацію Енергодару російськими військами та активні бойові дії на Півдні України, що призвело до зупинки її роботи. У секторі гідроенергетики України 6 червня 2023 року сталася трагедія – Каховську ГЕС підірвали, що є воєнним злочином та можливим актом екоциду. В результаті цього теракту 16 000 людей втратили свої домівки, а 80 населених пунктів опинилися під водою [7].

Війна завдала серйозної шкоди й сектору відновлювальної енергетики – близько 75% об'єктів відновлювальної енергетики в Україні були зруйновані внаслідок війни [Відновлювальна].

Великі втрати й у вітровій генерації. Це обумовлено тим, що близько 75% цих потужностей розташовані в Херсонській та Запорізькій областях, які наразі під контролем російських агресорів. Серйозних пошкоджень зазнали промислові СЕС у Запорізькій, Херсонській та Миколаївській областях. А у Харківській області майже всі сонячні електростанції були знищені [10].

За оцінками аналітиків KSE [4], прямі збитки енергетичного сектору України станом на травень 2024 року становлять 11 425 млн. дол. США, табл. 1. Найбільші збитки спричинені руйнуванням об'єктів генерації електроенергії (8 524 млн. дол. США). Непрямі втрати оцінюються в 18 257 млн. дол. США, з яких основну частину складають втрачені доходи енергетичних компаній. Інші витрати пов'язані з розбором завалів та демонтажем пошкоджених об'єктів.

Відновлення електроенергетичного сектору оцінюється в 33 839 млн. дол. США, з яких 29 277 млн. дол. США потрібно на відновлення об'єктів генерації, а решта – на інфраструктуру передачі та розподілу електричної енергії.

Таблиця 1. Прямі збитки, непрямі втрати та потреби відновлення енергетичного сектору України станом на травень 2024 року

Сектор	Прямі збитки, млн. дол. США	Непрямі втрати, млн. дол. США	Потреби відновлення, млн. дол. США
Енергетичний сектор, в тому числі	11 425	18 257	33 839
Розподіл електроенергії	801	3 617	1 930
Передача електроенергії	2 100	2 246	2 632
Електрогенерація, в тому числі:	8 524	12 394	29 277
ТЕЦ	1 433	1 578	3 525
ТЕС	3 588	3 804	18 131
АЕС	843	6 371	1 330
ВДЕ	2 661	992	5 671

Джерело: сформовано на основі [4]

Відновлення енергетики України після війни є складним і багатограним процесом, який потребує врахування численних факторів, включаючи здоров'я населення, екологічні впливи, інвестиційні можливості та податкові стимули.

1. Здоров'я населення.

Здоров'я населення є одним із ключових факторів, які слід враховувати при відновленні енергетики. Управління відходами від виробництва та споживання енергії повинно включати:

– зниження шкідливих викидів. Впровадження чистих технологій, таких як відновлювані джерела енергії (ВДЕ), що мають менший вплив на здоров'я населення;

– моніторинг якості повітря. Розвиток систем моніторингу якості повітря та води, що дозволяє швидко реагувати на зміни екологічної ситуації.

2. Екологічні детермінанти.

Управління відходами має враховувати ряд екологічних аспектів:

– рециклінг і повторне використання. Залучення підприємств до програм рециклінгу та повторного використання відходів може зменшити навантаження на навколишнє середовище. Рушійною силою змін тут можуть стати малі та середні підприємства (МСП), які здатні швидко адаптуватися до нових умов і впроваджувати інноваційні підходи. Наприклад, МСП можуть розвивати локальні мережі з переробки відходів, що забезпечують ефективний збір і обробку вторинних сировин на місцевому рівні. Це не лише знижує обсяги відходів, що потрапляють на сміттєзвалища, але й зменшує транспортні витрати та забруднення, пов'язане з транспортуванням відходів;

– розвиток екологічно чистих технологій. Стимулювання МСП до використання екологічно чистих технологій та інновацій у сфері енергетики. Так, наприклад, МСП можуть активно впроваджувати екологічно чисті технології в різних сферах. Одним із таких прикладів є впровадження вітрових турбін для генерації електроенергії в локальних громадах. Малі та середні підприємства можуть розробляти та встановлювати невеликі вітрові турбіни, що знижує залежність від централізованих енергетичних мереж і допомагає економити на витратах енергії. Також МСП можуть займатися переробкою органічних відходів на біогаз. Це не лише зменшить обсяги відходів, які потрапляють на сміттєзвалища, але й створить нове джерело енергії, яке можна використовувати на підприємствах або в місцевих громадах.

На нашу думку, залучення МСП до використання екологічно чистих технологій не тільки допомагає зменшити екологічний вплив, але й створює нові бізнес-можливості, підвищує конкурентоспроможність підприємств і сприяє сталому розвитку регіонів.

3. Інвестиційні можливості та податкові детермінанти.

Інвестиційні програми у сфері управління відходами є важливим інструментом для забезпечення фінансування заходів з переробки та утилізації відходів. Вони дозволяють залучати фінансові ресурси для

модернізації інфраструктури, впровадження нових технологій та покращення загального процесу управління відходами [9].

Для залучення інвестицій у відновлення енергетики необхідно створити сприятливі умови. Одним із основних інвестиційних стимулів є надання податкових пільг. Так, наприклад, МСП можуть отримувати податкові кредити за інвестиції в відновлювальні джерела енергії, такі як сонячні панелі, вітрові турбіни або системи геотермального опалення. Це дасть змогу зменшити суму податків, яку підприємство повинно сплатити, і робить інвестиції в екологічні технології більш привабливими. Ще один варіант – відстрочка сплати податків, що дозволить підприємствам зберегти капітал для подальших інвестицій та розвитку. Знижені ставки податків на прибуток також можуть забезпечити додаткові фінансові переваги для компаній, які активно впроваджують екологічно чисті технології.

Окрім податкових пільг, важливими є фінансові стимули. Наприклад, надання грантів та дотацій для МСП, які інвестують у новітні технології відновлювальної енергетики або екологічно чисті рішення, може покривати частину або навіть всю вартість впровадження цих технологій. Це знизить початкові витрати для підприємств і спростить процес переходу до більш стійких енергетичних практик.

Варто також згадати про пільгові кредити, які можуть бути надані підприємствам для фінансування проектів з розвитку екологічних технологій. Зниження відсоткових ставок або надання пільгових умов кредитування допомагає зменшити фінансовий тягар і стимулює інвестиції в зелені технології.

Необхідно зауважити, що післявоєнне відновлення енергетики України потребуватиме комплексного підходу. Це має включати не лише відновлення інфраструктури та пошук нових джерел енергії, але й оптимізацію управління відходами. Воєнні дії призвели до значних пошкоджень енергетичних об'єктів, що створює нові виклики у сфері управління відходами.

Ю. Голік, О. Крот та Т. Серга зазначають, що проблему відходів слід вирішувати з урахуванням трьох основних принципів: по-перше, необхідно мінімізувати забруднення навколишнього середовища відходами; по-друге, приділити особливу увагу здоров'ю та безпеці громадян, які є головними критеріями для вирішення будь-яких завдань у країні; і по-третє, забезпечити додаткове джерело теплової та електричної енергії [2, с. 45].

На нашу думку, використання відходів як додаткового джерела теплової та електричної енергії має значний потенціал для підвищення енергоефективності та зменшення впливу на навколишнє середовище. Цей процес, відомий як переробка відходів або відновлювана енергетика. Такий підхід дозволяє використовувати відходи як джерело енергії замість їх простого збору або знешкодження [6, с. 72].

Зауважимо, що енергоефективні технології та використання відновлюваних джерел енергії є бажаними з кількох причин:

- зниження споживання енергії. Енергоефективні технології допомагають зменшити енергетичні витрати домогосподарств і знизити негативний вплив на навколишнє середовище;

- екологічність. Відновлювані джерела енергії, такі як сонячна, вітрова та геотермальна, є більш екологічно чистими, не викликаючи викидів парникових газів. Це допомагає зменшити вплив зміни клімату та покращити якість повітря;

- енергетична самодостатність. Впровадження енергоефективних технологій та відновлюваних джерел енергії сприяє забезпеченню енергетичної самодостатності і зменшенню залежності від імпорту енергоносіїв;

- економічний розвиток. Розвиток енергоефективних технологій та відновлюваних джерел енергії може створити нові робочі місця і стимулювати економічний розвиток на рівні регіонів та країни в цілому [8].

Варто зазначити, що кожен регіон України має свої специфічні потреби та виклики в управлінні відходами, тому важливо враховувати ці особливості при плануванні відновлювальних заходів. Нами було проведено кластеризацію регіонів України для визначення пріоритетів і потреб у сфері

управління відходами, що дозволить адаптувати стратегії до конкретних умов. Для кластеризації регіонів було використано метод к-середніх, де було враховано такі показники:

- обсяг утворення відходів (негативний показник);
- викиди в атмосферне повітря (негативний показник);
- обсяг відновлених відходів (позитивний показник);
- обсяг спалених відходів (позитивний показник);
- витрати на охорону довкілля (стимулятор).

Завдяки цьому підходу можна виявити найбільш критичні регіони і спрямувати ресурси та зусилля на покращення системи управління відходами в найбільш проблемних зонах, забезпечуючи ефективне відновлення та зменшення негативного впливу на довкілля.

Дані показників було взято за 2023 рік для 20 регіонів України, табл. 2.

Таблиця 2. Вихідні дані для кластеризації

Область	Обсяг утворення відходів	Викиди в атмосферу	Обсяг відновлених відходів	Обсяг спалених відходів	Витрати на охорону довкілля
Вінницька	1115,9	3860,0	131,9	120,4	1179469,8
Волинська	399,7	437,9	110,0	27,6	558806,4
Дніпропетровська	131070,7	16311,4	35472,0	0,5	11763350,8
Житомирська	390,9	565,4	2,1	17,1	428670,5
Закарпатська	161,5	152,6	0,3	4,4	624551,1
Івано-Франківська	729,2	9975,0	512,0	58,5	921135,3
Київська	932,6	3771,9	21,4	6,0	1715270,1
Кіровоградська	517,2	476,5	69,4	98,8	442053,9
Львівська	2830,4	2208,3	385,9	119,5	1851713,4
Миколаївська	345,5	547,9	75,3	22,9	723265,9
Одеська	236,7	726,3	3,6	32,7	744353,4
Полтавська	22904,6	1928,9	1189,7	2,9	846547,0
Рівненська	487,9	1608,4	17,6	56,4	1221647,1
Сумська	443,4	849,5	36,2	13,6	756801,1
Тернопільська	1354,4	305,4	62,7	3,1	138242,4
Харківська	748,6	3837,9	6,3	7,0	2140950,7
Хмельницька	822,9	2029,1	148,4	17,1	646714,6
Черкаська	1525,3	2898,8	902,6	5,6	620507,4
Чернівецька	105,5	152,5	7,1	4,0	226023,0
Чернігівська	306,6	554,5	66,2	22,7	633083,4

Джерело: сформовано на основі [3]

Кінцеві центри кластерів наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Кінцеві центри кластерів

	Кластер			
	1	2	3	4
Обсяг утворення відходів	1503,87	3751,89	131070,70	620,44
Викиди в атмосферне повітря	3272,70	2785,14	16311,40	841,41
Обсяг відновлених відходів	137,87	280,90	35472,00	152,09
Обсяг спалених відходів	44,17	43,91	50	22,27
Витрати на охорону довкілля	1902644,73	913317,09	11763350,80	479850,30

Джерело: сформовано авторами

В кінцевому розрахунку нами отримано 4 кластери (табл. 4).

Таблиця 4. Кількість регіонів у кожному кластері

Кластер	1	3,000
	2	7,000
	3	1,000
	4	9,000
Валідні		20,000
Пропущені значення		,000

Джерело: сформовано авторами

Кластеризація дозволила виділити чотири кластери регіонів (табл. 5).

Отже, аналіз кластерів показав значні варіації у показниках ефективності між різними регіонами. Так, регіони Кластеру 1 характеризуються високими витратами на охорону довкілля і значними викидами в атмосферу, а також великими обсягами спалених відходів. Ці регіони мають розвинені промислові потужності, що призводить до високого рівня забруднення. Для цих регіонів є нагальна потреба впроваджувати сучасні технології для зменшення негативного впливу на довкілля та покращення процесів переробки відходів. Це може включати модернізацію інфраструктури, впровадження нових технологій переробки та ефективних систем збору відходів.

Кластер 2 має середні показники за всіма параметрами. Це свідчить про помірні рівні забруднення та витрат, що може вказувати на потребу в оптимізації існуючих систем управління відходами та підвищенні їх ефективності. Для цих регіонів доцільно впроваджувати заходи, спрямовані на поліпшення процесів переробки і зменшення обсягів відходів, а також на підвищення ефективності витрат на охорону довкілля.

Таблиця 5. Основні кластери у створенні та обробці відходів, а також витрат на охорону навколишнього середовища

Кластер 1	
Регіони	Київська, Львівська, Харківська, Дніпропетровська області
Характеристики	Найменші обсяги відновлення відходів, найбільші витрати на охорону навколишнього середовища, значні викиди в атмосферу та обсяги спалених відходів. Ці регіони мають великі виробничі потужності та є значними забруднювачами атмосферного повітря
Обсяг утворення відходів	1 503,87
Викиди в атмосферне повітря	3 272,70
Обсяг відновлених відходів	137,87
Обсяг спалених відходів	44,17
Витрати на охорону довкілля	1 902 644,73
Кластер 2	
Регіони	Вінницька, Івано-Франківська, Миколаївська, Одеська, Полтавська, Рівненська, Сумська області
Характеристики	Середні значення за всіма показниками
Обсяг утворення відходів	3 751,89
Викиди в атмосферне повітря	2 785,14
Обсяг відновлених відходів	280,90
Обсяг спалених відходів	43,91
Витрати на охорону довкілля	913 317,09
Кластер 3	
Регіони	Волинська, Житомирська, Закарпатська, Кіровоградська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька, Чернігівська області
Характеристики	Найменші обсяги спалених відходів, менші викиди, найнижчі витрати на охорону довкілля
Обсяг утворення відходів	620,44
Викиди в атмосферне повітря	841,41
Обсяг відновлених відходів	152,09
Обсяг спалених відходів	22,27
Витрати на охорону довкілля	479 850,30
Кластер 4	
Регіони	Дніпропетровська
Характеристики	Цей кластер виокремлений як аномальні значення, відхилення від значень показників інших кластерів через найвищі витрати на охорону довкілля та істотно менший обсяг спалених відходів, ніж у регіонів з інших кластерів.
Обсяг утворення відходів	131 070,7
Викиди в атмосферне повітря	16 311,4
Обсяг відновлених відходів	35 472,0
Обсяг спалених відходів	0,5
Витрати на охорону довкілля	11 763 350,8

Джерело: сформовано авторами

Кластер 3 демонструє найменші витрати на охорону довкілля, низькі обсяги спалених відходів і менші викиди в атмосферу. Це свідчить про нормальну ситуацію в цих регіонах. Однак необхідно продовжувати підтримувати існуючі практики та впроваджувати нові методи для подальшого покращення ситуації. Зокрема, варто зосередитися на підвищенні ефективності переробки та зменшенні негативного впливу на довкілля.

Кластер 4 складається лише з однієї Дніпропетровської області, яка відзначається аномальними значеннями показників. Тут спостерігається найвищий рівень витрат на охорону довкілля при дуже низьких обсягах спалених відходів. Це вимагає детального аналізу для розуміння специфіки ситуації і оптимізації витрат. Необхідно провести додаткове дослідження для визначення причин таких аномалій і розробити рекомендації для зниження витрат і підвищення ефективності управління відходами.

Таким чином, кожен кластер вимагає індивідуального підходу та специфічних стратегій для покращення управління відходами і зменшення їх негативного впливу на довкілля.

Для покращення оптимізації управління відходами в рамках післявоєнного відновлення енергетики України, на нашу думку, можна розглянути такі підходи:

1. Впровадження інноваційних технологій переробки відходів. Інвестування в новітні технології для переробки відходів, що дозволяють зменшити обсяг відходів та перетворити їх в корисні ресурси. Так, наприклад, нині відходи можуть бути перетворені на енергію за допомогою різних технологій, табл. 6.

2. Розвиток інфраструктури для збору та обробки відходів. Створення сучасних центрів для збору, сортування та обробки відходів на всіх етапах – від генерування до утилізації.

3. Застосування принципів кругової економіки. Перехід від лінійної економіки до кругової, де відходи розглядаються як ресурси, що можуть бути повторно використані або перероблені.

4. Регулювання та стандартування. Розробка чітких нормативів і стандартів для управління відходами, які включають ефективні методи утилізації та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Таблиця 6. Технології, що допомагають перетворити відходи на енергію

Технологія	Опис	Переваги
Спалювання відходів	Органічні матеріали у відходах спалюються в спеціальних установках для виробництва тепла або електроенергії (наприклад, сміттєспалювальні заводи, установки з використанням біомаси).	1. Зменшення кількості відходів на звалищах. 2. Виробництво тепла та електроенергії. 3. Зниження викидів парникових газів
Біогаз	Органічні відходи розкладаються природним шляхом або у спеціальних установках, утворюючи біогаз. Біогаз використовується для виробництва тепла, електроенергії або як паливо для транспорту.	1. Використання органічних відходів. 2. Виробництво екологічно чистої енергії. 3. Зменшення обсягу органічних відходів
Гідроенергія	Стічні води або водні потоки використовуються для генерації гідроенергії. Гідроенергетичні установки використовують потужність водного потоку для приводу турбін, що генерують електроенергію.	1. Використання водних ресурсів. 2. Виробництво чистої електроенергії. 3. Зменшення викидів відходів у водні потоки.
Вітроенергія	Відходи (наприклад, металобрухт) можуть бути використані для підтримки вітроенергетичних установок або виробництва компонентів для вітрових турбін.	1. Використання відходів для виробництва компонентів. 2. Підтримка відновлюваної енергетики. 3. Зменшення кількості металобрухту на звалищах

Джерело: сформовано на основі [6, с. 72]

5. Навчання та підвищення обізнаності. Організація програм навчання для працівників енергетичного сектору та населення щодо ефективного управління відходами та екологічної відповідальності.

6. Співпраця з міжнародними організаціями. Залучення міжнародних партнерів і експертів для обміну досвідом та впровадження кращих практик у сфері управління відходами.

7. Моніторинг та оцінка. Регулярний моніторинг процесів управління відходами та оцінка їх ефективності для внесення коректив у стратегії та практики.

Забезпечення ефективного управління відходами є критично важливим для стійкого відновлення енергетичної інфраструктури та захисту навколишнього середовища.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі.

Післявоєнне відновлення енергетики України потребує комплексного підходу до оптимізації управління відходами, що є критично важливим для забезпечення стійкого і екологічного розвитку. Перш за все, необхідно враховувати вплив відходів на здоров'я населення, зокрема, зменшувати викиди забруднюючих речовин та забезпечувати належну утилізацію небезпечних відходів. Екологічні аспекти є ключовими для збереження природних ресурсів та запобігання екологічним катастрофам.

Інвестиційні детермінанти повинні орієнтуватися на впровадження сучасних технологій для ефективного управління відходами, включаючи переробку та утилізацію. Важливо забезпечити підтримку інвестиційних ініціатив, що сприяють екологічній безпеці та економічному зростанню. Податкові стимули можуть відіграти важливу роль у цьому процесі, забезпечуючи податкові пільги для компаній, які інвестують в екологічні технології та інфраструктуру.

Синергія між державними політиками, інвестиціями та екологічними ініціативами є основою для успішного відновлення енергетичного сектора. Кінцевою метою є створення безпечного та сталого середовища для життя населення, яке буде підтримувати економічний розвиток і зменшувати негативний вплив на навколишнє середовище.

Перспективи подальших досліджень можуть охоплювати кілька важливих напрямків:

1. Вивчення інноваційних технологій і методів для зменшення негативного впливу відходів на екологію та здоров'я населення, а також їх економічна доцільність.

2. Оцінка впливу інвестицій в екологічні технології на відновлення енергетичної інфраструктури, а також розробка рекомендацій щодо оптимізації інвестиційних стратегій.

3. Дослідження впливу податкових стимулів на стимулювання інвестицій в енергетичний сектор і екологічні інновації, а також оцінка їх ефективності у досягненні екологічних та економічних цілей.

Література

1. Відновлювана енергетика: втрати і рецепти відновлення. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/vidnovliuvana-enerhetyka-vtraty-i-retsepty-vidnovlennia> (дата звернення: 05.08.2024).

2. Голік Ю.С., Крот О.П., Серга Т.М. Тверді побутові відходи як резерв енергетичного потенціалу міста. Екологія. Довкілля. Енергозбереження. 2023 : кол. моногр. / редкол. : О.В. Степова (відп. ред.) [та ін.]. Полтава : Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2023. С. 37–47.

3. Державна служба статистики України: офіційний сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 04.08.2024).

4. Збитки та втрати енергетичного сектору України внаслідок повномасштабного вторгнення росії перевищили \$56 млрд – оцінка KSE Institute станом на травень 2024 року. URL: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zbitki-ta-vtrati-energetichnogo-sektoru-ukrayini-vnaslidok-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-rosiyi-perevishhili-56-mlrd-otsinka-kse-institute-standom-na-traven-2024-roku/> (дата звернення: 03.08.2024).

5. Капустян В., Параніч А. Моделювання енергетичного розвитку в умовах післявоєнного відновлення. Економіка та суспільство. 2022. №44. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-44-45> (дата звернення: 02.08.2024).

6. Матвеева Ю., Росохата А., Коваленко Є., Гавриленко О. Сутнісно-змістовна основа та особливості освоєння сучасних технологій в розрізі поняття «Енергія-із-сміття». Bulletin of Sumy National Agrarian University. 2023. №3 (95). С. 67–75. DOI: <https://doi.org/10.32782/bsnau.2023.3.11> (дата звернення: 02.08.2024).

7. Підрив Каховської ГЕС: Україна порушила справу за статтею екоцид. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3718822-pidriv-кахovskoi-ges-ukraina-porusila-spravu-za-statteu-ekocid.html> (дата звернення: 04.08.2024).

8. Про Комплексну державну програму енергозбереження України : Постанова Кабінету Міністрів України № 148 від 05.02.1997 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/148-97-п#Text> (дата звернення: 04.08.2024).

9. Росохата А., Сулим В., Болотна Т. Використання інвестиційних програм у системі управління відходами України: сучасний стан і перспективи. Економіка та суспільство. 2024. №63. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-63-88> (дата звернення: 03.08.2024).

10. Ткач Д. Які втрати понесла енергосистема України внаслідок масових атак з боку росії. Економіка та суспільство. 2023. №52. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-52-41> (дата звернення: 02.08.2024).

11. У Міненерго розказали, які ТЕЦ постраждали через війну в Україні. URL: DOI: <https://www.unian.ua/economics/energetics/robota-tec-v-ukrajini-yaki-tec-postrazhdali-cherez-viynu-v-ukrajini-novini-sogodni-11763043.html> (дата звернення: 04.08.2024).

12. Череп О. Г., Олейнікова Л. Г., Лищенко О. Г., Осмаковська К. Ю. Енергоефективність під час війни та післявоєнна відбудова енергетичного сектору України. Вісник соціально-економічних досліджень : зб. наук. праць.

Одеса : Одеський національний економічний університет. 2023. №1-2(84-85).
С. 24–35. URL: <http://vsed.oneu.edu.ua/collections/2023/84-85/pdf/24-35.pdf>
(дата звернення: 05.08.2024).

References

1. Ukrainian Energy (2024), “Renewable Energy: Losses and Recovery Recipes”, available at: <https://ua-energy.org/uk/posts/vidnovliuvana-enerhetyka-vtraty-i-retsepty-vidnovlennia> (Accessed 05 Aug 2024).
2. Holik, Yu.S., Krot, O.P. and Serha, T.M. (2023), “Municipal solid waste as a reserve of the city's energy potential”, *Ekolohiia. Dovkillia. Enerhozberezhennia* [Ecology. Environment. Energy Saving], Natsional'nyj universytet imeni Yuriiia Kondratiuka, Poltava, Ukraine, pp. 37–47.
3. State Statistics Service of Ukraine (2024), available at: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (Accessed 04 Aug 2024).
4. KSE Institute (2024), “Losses and damages to Ukraine’s energy sector as a result of Russia's full-scale invasion exceed \$56 billion – assessment by KSE Institute as of May 2024”, available at: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zbitki-ta-vtrati-energetichnogo-sektoru-ukrayini-vnaslidok-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-rosiyi-perevishhili-56-mlrd-otsinka-kse-institute-stanom-na-traven-2024-roku/> (Accessed 03 Aug 2024).
5. Kapustian, V. and Paranych, A. (2022), “Modeling of energy development in post-war recovery conditions”, *Economics and Society*, vol. 44, pp. 44–45.
6. Matvieieva, Yu., Rosokhata, A., Kovalenko, Ye. and Havrylenko, O. (2023), “The essence and content basis and features of the development of modern technologies in the context of the concept of "Energy-from-waste”, *Bulletin of Sumy National Agrarian University*, vol. 3 (95), pp. 67–75.
7. Ukrinform (2024), “Blowing up of Kakhovka HPP: Ukraine initiates case under article on ecocide”, available at: <https://www.ukrinform.ua/rubric->

ato/3718822-pidriv-kahovskoi-ges-ukraina-porusila-spravu-za-statteu-ekocid.html (Accessed 04 Aug 2024).

8. Verkhovna Rada of Ukraine (1997), The Law of Ukraine “On the Comprehensive State Program of Energy Saving”, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/148-97-п#Text> (Accessed 04 Aug 2024).

9. Rosokhata, A., Sulym, V. and Bolotna, T. (2024), “The use of investment programs in the waste management system of Ukraine: current state and prospects”, *Economics and Society*, vol. 63, pp. 63–88.

10. Tkach, D. (2023), “What losses has the Ukrainian energy system suffered as a result of mass attacks from Russia”, *Economics and Society*, vol. 52, pp. 52–41.

11. Ministry of Energy of Ukraine (2024), “Which CHP plants suffered due to the war in Ukraine”, available at: <https://www.unian.ua/economics/energetics/robota-tec-v-ukrajini-yaki-tec-postrazhdali-cherez-viynu-v-ukrajini-novini-sogodni-11763043.html> (Accessed 04 Aug 2024).

12. Cherep, O.H., Oleinikova, L.H., Lishchenko, O.H. and Osmakovska, K.Yu. (2023), “Energy efficiency during the war and post-war reconstruction of Ukraine’s energy sector”, *Bulletin of Socio-Economic Research*, vol. 1-2(84-85), pp. 24–35, available at: <http://vsed.oneu.edu.ua/collections/2023/84-85/pdf/24-35.pdf> (Accessed 05 Aug 2024).

Стаття надійшла до редакції 04.09.2024 р.