



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*XX Міжнародної науково-практичної
конференції молодих вчених, курсантів та
студентів*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Львів – 2025

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова: Василь ПОПОВИЧ, проректор з наукової роботи, д.т.н., професор;

Заступники голови: Ярослав ІЛЬЧИШИН, начальник науково-дослідного центру, к.пед.н.;

**Члени наукового
комітету:**

Oksana TELAK, MSFS, Warsaw, Poland, Doctor of Sciences;

Jerzy TELAK, ASE, Warsaw, Poland, Doctor of Sciences, Professor;

Bogusław KOGUT, Doktor inżynier, Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej;

Вікторія СЕРГІЄНКО, проректор з наукової роботи Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, д.м.н., професор;

Максим СМІЛЕВСЬКИЙ, начальник управління безпеки департаменту міської мобільності та вуличної інфраструктури Львівської міської ради, к.ю.н.;

Олеся ВАЩУК, професор кафедри криміналістики Національного університету «Одеська юридична академія», Голова Ради молодих учених при Міністерстві освіти і науки України, д.ю.н. професор;

Дмитро КОБИЛКІН, учений секретар Університету, к.т.н., доцент;

Анастасія СИМАХОВА, професор кафедри бізнес-аналітики та цифрової економіки Національного авіаційного університету, перший заступник Голови Ради молодих учених при Міністерстві освіти і науки України, д.е.н. професор;

Ольга БАРАБАШ, професор кафедри історії, теорії та конституційного права ННІ права та правоохоронної діяльності ЛьвДУВС, Голова Ради молодих вчених, д.ю.н., професор.

Члени оргкомітету: **Сергій ЄМЕЛЬЯНЕНКО**, заступник начальника центру – начальник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру, к.т.н., ст. досл.;

Роман ЯКОВЧУК, начальник факультету цивільного захисту, д.т.н., доцент;

Роман ЛАВРЕЦЬКИЙ, начальник факультету психології та соціального захисту, к.і.н., доцент;

Богдан БОЙЧУК, т.в.о. начальника факультету пожежної та техногенної безпеки, доктор філософії (PhD);

Ярослав КИРИЛІВ, провідний науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру, к.т.н., с.н.с.;

Ольга МЕНЬШИКОВА, заступник начальника факультету цивільного захисту, к.ф.-м.н., доцент;

УДК 502.131

**МІНЕРАЛЬНІ ТА ОРГАНІЧНІ ВІДХОДИ ЯК ІНСТРУМЕНТИ
ДОСЯГНЕННЯ ПРИНЦИПІВ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ***Олександра Жоріна***Наталія Гринчишин**, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент,**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності**

Розглянуто сучасні виклики, зумовлені лінійною економічною моделлю, та обґрунтовано необхідність переходу до замкнених циклів виробництва і споживання. Особлива увага приділяється управлінню відходами, зокрема компостуванню органічних матеріалів і використанню інноваційних методів очищення водних екосистем. Визначено ключові виклики та можливості впровадження циркулярних рішень, що сприятимуть зменшенню негативного впливу на довкілля.

Ключові слова: циркулярна економіка, управління відходами, компостування, сорбенти, очищення стічних вод.

**MINERAL AND ORGANIC WASTES AS TOOLS FOR ACHIEVING
THE PRINCIPLES OF THE CIRCULAR ECONOMY***Oleksandra Zhorina***Nataliia Grynchyshyn**, Candidate of Agricultural Sciences,
associate professor**Lviv State University of Life Safety**

The current challenges caused by the linear economic model are considered, and the need for a transition to closed production and consumption cycles is justified. Special attention is paid to waste management, in particular, composting of organic materials and the use of innovative methods for cleaning aquatic ecosystems. Key challenges and opportunities for implementing circular solutions that will help reduce the negative impact on the environment are identified.

Keywords: circular economy, waste management, composting, sorbents, wastewater treatment.

Переходу до сталої соціально-економічної системи надається пріоритетне значення в глобальному масштабі, оскільки сучасні лінійні моделі виробництва та споживання, засновані на інтенсивному використанні первинних ресурсів і частковій їх переробці, спричиняють екологічні загрози, що обумовлює необхідність впровадження концепції циркулярної економіки як стратегії мінімізації відходів, відновлення природних систем і гармонізації економічного розвитку з екологічною стійкістю [1]. З огляду на загрошення екологічних викликів, зумовлених виснажливою експлуатацією ресурсів у

межах лінійної економічної моделі, зростає актуальність переходу до сталих та ефективних економічних практик, що вимагає концептуального зрушення в бік циркулярного та ресурсозберігаючого підходу до розвитку [2].

Метою дослідження є аналіз концепції циркулярної економіки як інструменту сталого розвитку, визначення її ключових принципів та практичного застосування в управлінні відходами, а також оцінка перспектив впровадження циркулярних підходів в Україні. Особлива увага приділяється ролі компостування, інноваційних методів очищення водних екосистем та інтеграції європейських екологічних стандартів у національну політику поводження з відходами.

Циркулярна економіка являє собою сучасну концепцію розвитку, що спрямована на раціоналізацію використання ресурсів і скорочення утворення відходів шляхом формування замкнених циклів, у яких побічні продукти одних процесів стають ресурсами для інших, що водночас сприяє зниженню залежності від первинних ресурсів і мінімізації негативного впливу на довкілля [3]. Як відповідь на зростаюче споживання та проблему накопичення важкоперероблюваних відходів, концепція циркулярної економіки передбачає інтеграцію технічних і біологічних циклів, у межах яких використання ресурсів обмежується біологічними процесами, що дає змогу органічним матеріалам природним шляхом повертатися в екосистему, сприяючи відновленню природних ресурсів і забезпечуючи їхню стійку доступність для подальшої економічної діяльності [4]. Європейський Союз активно інтегрує концепцію циркулярної економіки в стратегічні напрями розвитку, розглядаючи її як фундаментальний інструмент для вирішення комплексних завдань, пов'язаних із забезпеченням екологічної стійкості, підвищенням ефективності використання ресурсів і зміцненням економічної конкурентоспроможності [1].

У сфері управління відходами основними підходами залишаються методи активної переробки, зокрема спалювання та механіко-біологічна утилізація, а також пасивне зберігання інертних залишків, однак відповідно до європейських стандартів ці технології супроводжуються екологічними ризиками та не забезпечують повноцінної утилізації відходів, тоді як в Україні їхня реалізація ускладнюється застарілими та малоефективними інфраструктурними рішеннями, що потребує модернізації переробних потужностей активного типу, здатних мінімізувати негативний вплив на довкілля, сприяти покращенню соціально-економічних показників і підвищенню конкурентоспроможності регіонів [5]. Трансформація економічної моделі від лінійної до циркулярної, що передбачає впровадження більш сталих підходів до споживання та використання ресурсів до 2030 року, є невідворотним процесом, який вимагає від промисловості, бізнесу та споживачів максимального залучення до переробки відходів з метою мінімізації їх негативного впливу на довкілля та оптимізації ресурсного циклу [6].

Для гармонізації національної системи управління відходами з вимогами Європейського Союзу необхідне впровадження інноваційних підходів до сортування, збору та подальшої утилізації, зокрема побутових органічних відходів, що забезпечуватиме їх екологічно безпечну переробку або знешкодження відповідно до принципів енергоефективності та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище [7]. Ефективна система управління відходами є критично важливим фактором для запобігання деградації навколишнього середовища, оскільки її відсутність спричиняє комплексні екологічні загрози, зокрема забруднення атмосфери, водних і ґрунтових екосистем, що може проявлятися через такі негативні явища, як евтрофікація водних об'єктів, руйнування озонового шару та посилення процесів глобального потепління [8].

Компостування відіграє важливу роль у реалізації екологічної політики та принципів циркулярної економіки, оскільки сприяє зменшенню екологічного навантаження, пов'язаного з утилізацією відходів, шляхом скорочення їх обсягів, нейтралізації патогенних мікроорганізмів і одночасного отримання цінного органічного добрива, що може бути використане для підвищення родючості ґрунтів [9-10]. Органічний компост володіє високим економічним потенціалом, оскільки забезпечує трансформацію малорентабельних відходів у затребуваний ринковий продукт, який відповідає зростаючому попиту на екологічно чисті товари, вільні від синтетичних агрохімікатів, що, своєю чергою, сприяє формуванню сталих виробничо-споживчих систем і розвитку зеленої економіки [11]. У Львові було вперше впроваджено пілотний проєкт із компостування органічних відходів, який передбачає поетапний технологічний процес, що включає сортування, транспортування та біологічну переробку органічної фракції, в результаті чого утворюється якісний компост, що відповідає державним стандартам і може застосовуватися як ефективне добриво, що підкреслює значущість таких ініціатив для забезпечення сталого розвитку міст України [12].

Для запобігання евтрофікації та надмірному цвітінню водоростей досліджуються інноваційні методи очищення водних екосистем, зокрема використання біосорбентів на основі сільськогосподарських відходів, а також фітореMediaція [13]. Застосування доступних сорбентів для вилучення поживних речовин із рідких відходів створює можливість для їх подальшої переробки у добрива, що сприяє раціональному використанню ресурсів та замкненню біогеохімічних циклів у сільському господарстві [14-15]. Дослідження показали, що цеолітні матеріали сприяють покращенню засвоєння азоту рослинами, що підтверджує їхню перспективність як ефективного замітника традиційних добрив у сільському господарстві [16].

Отже, перехід до циркулярної економіки є необхідною умовою для забезпечення екологічної стійкості та ефективного використання ресурсів у сучасних соціально-економічних системах. Впровадження замкнених циклів ви-

робництва та споживання дозволяє мінімізувати відходи, скоротити залежність від первинних ресурсів і зменшити негативний вплив на довкілля. Компостування органічних відходів та застосування інноваційних методів очищення водних екосистем є важливими складовими цієї концепції, що сприяють збереженню природних ресурсів і розвитку зеленої економіки. Україна має значний потенціал для впровадження циркулярних підходів, проте їхня реалізація потребує модернізації інфраструктури, залучення інвестицій та активної підтримки з боку держави та бізнесу.

Список літератури

1. The role of circular economy in EU entrepreneurship: A deep learning experiment / G. Morelli et al. *The Journal of Economic Asymmetries*. 2024. Vol. 30. e00372. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jeca.2024.e00372>
2. The Concept of Zero Waste in the Context of Supporting Environmental Protection by Consumers / M. Bogusz et al. *Energies*. 2021. Vol. 14, no. 18. P. 5964. URL: <https://doi.org/10.3390/en14185964>
3. Agricultural sector circular economy development: Agroecological approach / O. Dovgal et al. *Ekonomika APK*. 2024. Vol. 31, no. 4. P. 10–22. URL: <https://doi.org/10.32317/ekon.apk/4.2024.10>
4. Deineko L., Tsyplitska O., Deineko O. Opportunities and barriers of the Ukrainian industry transition to the circular economy. *Environmental Economics*. 2019. Vol. 10, no. 1. P. 79–92. URL: [https://doi.org/10.21511/ee.10\(1\).2019.06](https://doi.org/10.21511/ee.10(1).2019.06)
5. Economic Justification of Recycling in the Processing Industry / V. Roleders et al. *Cleaner and Responsible Consumption*. 2024. 100195. URL: <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2024.100195>
6. Implementation of a Circular Economy in Ukraine: The Context of European Integration / N. Shpak et al. *Resources*. 2020. Vol. 9, no. 8. P. 96. URL: <https://doi.org/10.3390/resources9080096>
7. EU Municipal Organic Wastes Management and Its Implementation Prospects in Ukraine / O. Melnyk et al. *Environmental and Climate Technologies*. 2021. Vol. 25, no. 1. P. 205–221. URL: <https://doi.org/10.2478/rtuct-2021-0014>
8. Environmental Impact Assessment of Food Waste Management Using Two Composting Techniques / A. Al-Rumaihi et al. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, no. 4. 1595. URL: <https://doi.org/10.3390/su12041595>
9. Sustainability Assessment of the Green Compost Production Chain from Agricultural Waste: A Case Study in Southern Italy / M. Pergola et al. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, no. 2. 230. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy10020230>
10. Evaluation of the nutrients cycle, humification process, and agronomic efficiency of organic wastes composting enriched with phosphate sludge /

A. Haouas et al. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 302. 127051. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127051>.

11. Food Waste Composting and Microbial Community Structure Profiling / K. Palaniveloo et al. *Processes*. 2020. Vol. 8, no. 6. 723. URL: <https://doi.org/10.3390/pr8060723>

12. Municipal solid waste composting as a factor of sustainable development of the modern city / N. Grynychyshyn et al. *World multidisciplinary civil engineering-architecture-urban planning symposium WMCAUS 2022*, Prague, Czech Republic. 2023. URL: <https://doi.org/10.1063/5.0122780>

13. Green technology for bioremediation of the eutrophication phenomenon in aquatic ecosystems: a review / M. El-Sheekh et al. *African Journal of Aquatic Science*. 2021. P. 1–19. URL: <https://doi.org/10.2989/16085914.2020.1860892>

14. Foereid B., Szocs J. Does Loading Ammonium to Sorbents Affect Plant Availability in Soil?. *Agriculture*. 2022. Vol. 12, no. 7. 1057. URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture12071057>

15. Uptake and leaching of sorbed ammonium during early growth of wheat / B. Foereid et al. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 2020. Vol. 9, no. 2. P. 221–228. URL: <https://doi.org/10.30486/ijrowa.2020.1885774.1013>

16. NH_4^+ - K^+ co-loaded clinoptilolite as a binary fertilizer / M. Eslami et al. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2019. Vol. 66, no. 1. P. 33–45. URL: <https://doi.org/10.1080/03650340.2019.1591617>