УДК 311.17:[351.777.6+330.322.3:502.1]:330.342.24(477)
JEL Classification: O11, Q01, Q57, R11 **Doi: 10.31767/su.3(110)2025.03.01**

Н. А. Гринчак,
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту,
маркетингу та публічного управління,
Національна академія статистики, обліку та аудиту,
E-mail: nahrynchak@nasoa.edu.ua
Researcher ID: I-9495-2018,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2046-6014;
Т. В. Кобилинська,
доктор економічних наук, професор,
професор кафедри національної безпеки,
публічного управління та адміністрування,
Державний університет "Житомирська політехніка",
E-mail: TVstat@i.ua
Researcher ID: N-2678-2018,
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8376-9656;
О. М. Мотузка,
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту,
маркетингу та публічного управління,
Національна академія статистики, обліку та аудиту,
E-mail: ommotuzka@nasoa.edu.ua
Researcher ID: K-6501-2018,
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9028-6994

Циркулярна економіка та зміна клімату в Україні: статистичний аналіз викидів, відходів та екологічних інвестицій

Стаття присвячена аналізу взаємозв'язку між розвитком циркулярної економіки та зміною клімату в Україні у 2010–2024 роках. Циркулярна економіка як альтернативна модель господарювання базується на принципах раціонального використання ресурсів, мінімізації відходів та викидів, максимізації повторного використання матеріалів. У роботі розглядаються ключові статистичні показники, що ілюструють тенденції у сфері викидів в атмосферу, утворення та обробки відходів, а також динаміку фінансування природоохоронних заходів в Україні.

На основі статистичного аналізу зроблено висновок: в Україні спостерігається часткове розмежування між економічним зростанням і рівнем забруднення, що свідчить про певні успіхи у сфері енергоефективності та модернізації виробництва. Однак такі позитивні зрушення значною мірою зумовлені скороченням промислової активності внаслідок воєнних дій, що тривають з 2014 року, а не стабільними екологічними практиками. Незважаючи на наявність окремих прикладів упровадження циркулярних рішень в економіці, загальний рівень її циркулярності залишається низьким.

Проаналізовано обсяги капітальних інвестицій у природоохоронні заходи та виявлено суттєвий розрив між необхідними й фактичними витратами. Також звернено увагу на те, що полігонне захоронення все ще домінує у структурі поводження з відходами усупереч принципам циркулярної економіки.

Підкреслюється, що післявоєнне відновлення України створює унікальне вікно можливостей для глибокої екологічної трансформації. Упровадження циркулярної економіки, включаючи вдосконалення нормативно-правової бази, розвиток інфраструктури рециклінгу, стимулювання інновацій та підвищення екологічної свідомості населення, має стати складовою довгострокової стратегії сталого розвитку.

Окрему увагу приділено обґрунтуванню необхідності подальших досліджень щодо моделювання впливу циркулярних рішень на скорочення викидів парникових газів, а також оцінки ефективності інвестицій у зелені технології та обробку будівельних відходів, пов'язаних із руйнаціями внаслідок війни. Циркулярна економіка розглядається як один із ключових інструментів екологічної та економічної стійкості держави в умовах кліматичних і соціально-економічних викликів.

Ключові слова: *циркулярна економіка, кліматичні зміни, викиди, відходи, екологічні інвестиції, сталий розвиток, післявоєнне відновлення.*

© Н. А. Гринчак, Т. В. Кобилинська, О. М. Мотузка, 2025

Постановка проблеми. Циркулярна економіка як модель виробництва та споживання, що мінімізує відходи, є ключовою частиною філософії сталого розвитку та зеленої економіки загалом. До переваг циркулярної економіки належать стимулювання економічного зростання і створення робочих місць, зниження негативного впливу на навколишнє середовище та скорочення викидів. Багато країн включили зобов'язання щодо циркулярної економіки у свої національні плани розвитку та кліматичні програми. Циркулярна економіка стає ключовим механізмом зниження антропогенного навантаження на навколишнє середовище та підвищення ресурсної ефективності виробництва. Вона формує основу нової екологічно орієнтованої промислової трансформації, що поєднує економічну доцільність із екологічною відповідальністю. Реалізація принципів циркулярності спрямована на оптимізацію матеріальних та енергетичних потоків, скорочення обсягів відходів і викидів, а також на досягнення сталого розвитку підприємств, економіки й суспільства в цілому в умовах кліматичних викликів.

Концепція циркулярної економіки набуває все більшої актуальності в контексті сталого розвитку та збереження навколишнього середовища. Лінійна модель "видобуток – виробництво – споживання – утилізація" призводить до виснаження ресурсів, забруднення та накопичення відходів. Циркулярна економіка ґрунтується на принципах замкнених циклів виробництва, у межах яких відходи одних процесів перетворюються на ресурси для інших, що забезпечує раціональне використання матеріалів, зменшення втрат і мінімізацію екологічного впливу. Для України як країни з ресурсозалежною економікою впровадження принципів циклічності та безвідходного виробництва є надзвичайно актуальним і важливим завданням. Формування замкнутих циклів матеріальних потоків, реінтеграція відходів у виробничі системи та максимізація ресурсної цінності продуктів на всіх етапах їхнього життєвого циклу є основою для переходу до моделі сталої та екоефективної економіки в Україні.

Розвиток інновацій та перехід від традиційної лінійної економіки до сучасної моделі циркулярної економіки є важливим у контексті євроінтеграційного курсу України. Цей перехід має відбуватися комплексно, відповідно до актуальних вимог та європейських тенденцій. Для забезпечення конкурентних переваг і створення сприятливих умов розвитку циркулярної економіки необхідні ґрунтовні наукові дослідження, а також вивчення досвіду розвинених країн у впровадженні цієї моделі, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності нашої держави.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасних наукових дослідженнях спостерігається зростання інтересу до концепції циркулярної економіки як ефективного інструменту забезпечення сталого розвитку та протидії кліматичним змінам. Перші наукові підходи розглядали її еволюцію від управління відходами та принципів 3R (Reduce, Reuse, Recycle) до інтегрованої 10R-моделі, що охоплює відмову від неекологічного виробництва, переосмислення споживання, ремонт, повторне використання, відновлення та переробку матеріалів [1]. Науковці наголошували, що така система є складнішою, але забезпечує суттєве зниження ресурсомісткості виробництва та втрат енергії.

Дослідники Дж. Кірххерр (J. Kirchherr), Д. Райке (D. Reike), М. Геккерт (M. Hekkert) [2] трактують циркулярну економіку як економічну систему, засновану на бізнес-моделях повторного використання ресурсів, що орієнтована на досягнення сталого розвитку, збереження довкілля, економічного зростання та соціальної справедливості. Подібну позицію поділяють А. Мюррей (A. Murray), К. Скін (K. Skene), К. Гейнс (K. Haynes) [3], які вважають, що у межах цієї моделі процеси виробництва і споживання плануються з метою максимізації добробуту суспільства та підтримки рівноваги екосистем.

М. Гайсдорфер (M. Geissdoerfer) із колегами [4] доводять, що циркулярна економіка має регенеративний характер, оскільки спрямована на замикання матеріальних та енергетичних циклів. Водночас В. Гаас (W. Haas), Ф. Краусманн (F. Krausmann), Д. Віденгофер (D. Wiedenhofer), М. Гайнц (M. Heinz) у роботі [5] акцентують на зменшенні споживання первинних ресурсів і мінімізації утворення відходів через закриття екологічних потоків.

Сучасні дослідження [6-8] підкреслюють, що циркулярна економіка є ключовим чинником глобальної кліматичної політики, оскільки інтегрує екологічну, економічну та соціальну складові сталого розвитку, сприяючи зниженню викидів парникових газів, оптимізації енергетичних і матеріальних потоків, а також упровадженню технологій відновлюваної енергії. На думку інших науковців [9-11], інноваційні цифрові технології – зокрема блокчейн і штучний інтелект – можуть підвищити енергоефективність виробництва та забезпечити прозорість циклів переробки.

У публікаціях [1; 12] увагу зосереджено на переробці відходів як ключовому елементі кліматичної стратегії ЄС. Перехід до циркулярних моделей дозволяє зменшити обсяги полігонів, скоротити метанові викиди та підвищити рівень повторного використання ресурсів. У сфері промисловості доведено, що повторне використання побічних продуктів підвищує економічну ефективність і знижує вуглецевий слід [13; 14].

Водночас, як підкреслюють А. Янік (A. Janik), А. Ришко (A. Ryszko) і М. Шафранець (M. Szafraniec)

[15], циркулярна економіка є інноваційним механізмом досягнення Цілей сталого розвитку (ЦСР). Її упровадження забезпечує суттєве скорочення викидів парникових газів, підвищення енергоефективності, розвиток екологічно орієнтованих технологій і покращення якості життя населення.

Отже, узагальнення наукових підходів свідчить, що циркулярна економіка еволюціонувала від концепції управління відходами до комплексної системної парадигми сталого розвитку, що поєднує економічну ефективність, екологічну безпеку та соціальну відповідальність. Її інноваційна роль полягає у трансформації способів виробництва, споживання й управління ресурсами, спрямованих на забезпечення кліматичної стабільності та регенеративного розвитку планети.

Метою статті є виявлення взаємозв'язку між розвитком циркулярної економіки та динамікою кліматичних змін в Україні шляхом статистичного аналізу обсягів викидів забруднюючих речовин, утворення й оброблення відходів, а також рівня екологічних інвестицій у 2010–2024 роках. Особливу увагу приділено впливу війни на екологічну ситуацію та перспективам переходу до в умовах післявоєнного відновлення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Унаслідок повномасштабної війни та терористичних дій російських військ Україна зазнала значного навантаження на довкілля й економіку. Циркулярна економіка може стати ефективним інструментом для вирішення проблеми надмірного накопичення відходів, які виникли як до війни, так і під час бойових дій. Упровадження принципів циркулярної економіки сприятиме створенню умов для сталого розвитку регіонів України та зміцненню їхньої соціально-економічної безпеки.

У сучасному світі з обмеженими природними ресурсами виробники різноманітної продукції повинні адаптуватися до нових умов і впроваджувати сталі практики, які приносять користь споживачам і планеті загалом.

Валовий внутрішній продукт (ВВП) залишається важливим показником у дослідженнях циркулярної економіки [16]. Проте для оцінки ефективності останньої його слід порівнювати з іншими показниками, такими як обсяги викидів парникових газів, рівень утворення відходів та ін.

Дослідження взаємозв'язку ВВП та обсягів викидів забруднюючих речовин (рис. 1, розроблено авторами на основі даних Державної служби статистики України [17; 18]) показали, що з 2010 по 2024 рік номінальний ВВП України семикратно зріс. Водночас викиди зменшилися з 6678 тис. тонн до 999 тис. тонн, тобто відбулося падіння майже у сім разів [18]. Найбільше скорочення обсягів викидів забруднюючих речовин простежується після 2014 року, що пов'язано з початком війни на Донбасі та спадом вітчизняної промисловості. У 2022–2024 рр. спостерігається різке падіння обсягів викидів забруднюючих речовин через повномасштабну війну, зупинку підприємств і релокацію виробництв [18].

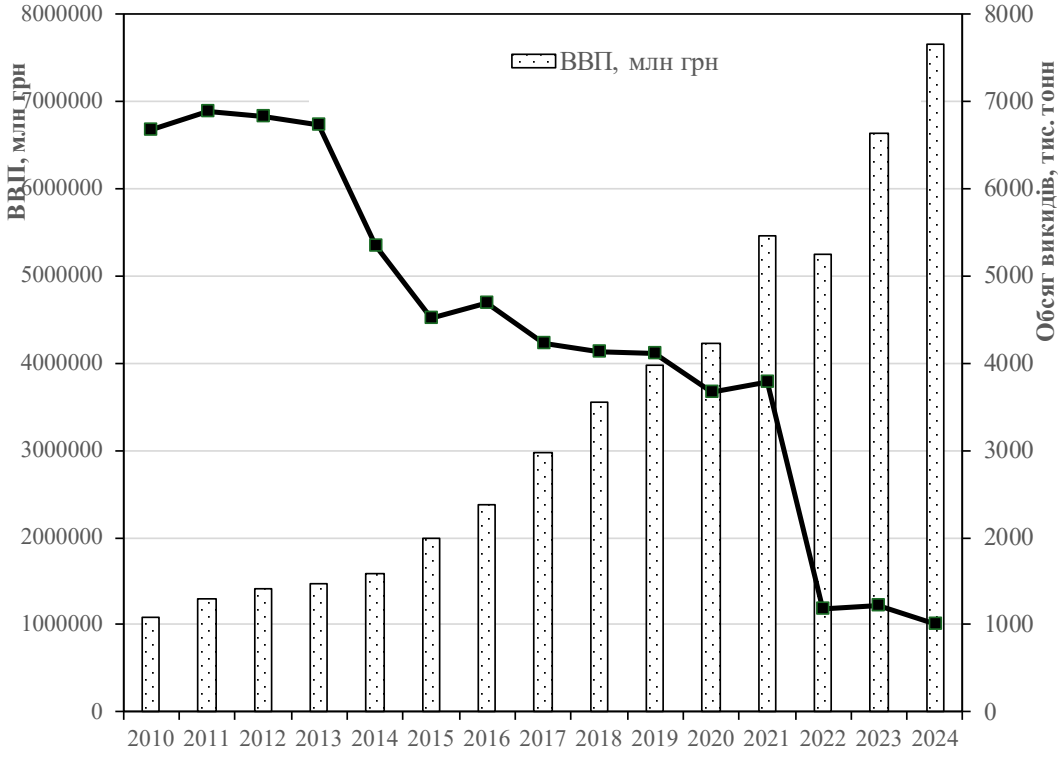

Рис. 1. Порівняння валового внутрішнього продукту та загального обсягу викидів в атмосферу, Україна, 2010–2024 рр.

З метою виявлення взаємозв'язку між економічною динамікою та екологічним навантаженням в Україні у 2010–2024 роках проведено кореляційний аналіз співвідношення між ВВП та обсягами викидів забруднюючих речовин в атмосферу (рис. 2, розроблено авторами на основі даних Державної служби статистики України [17; 18]).

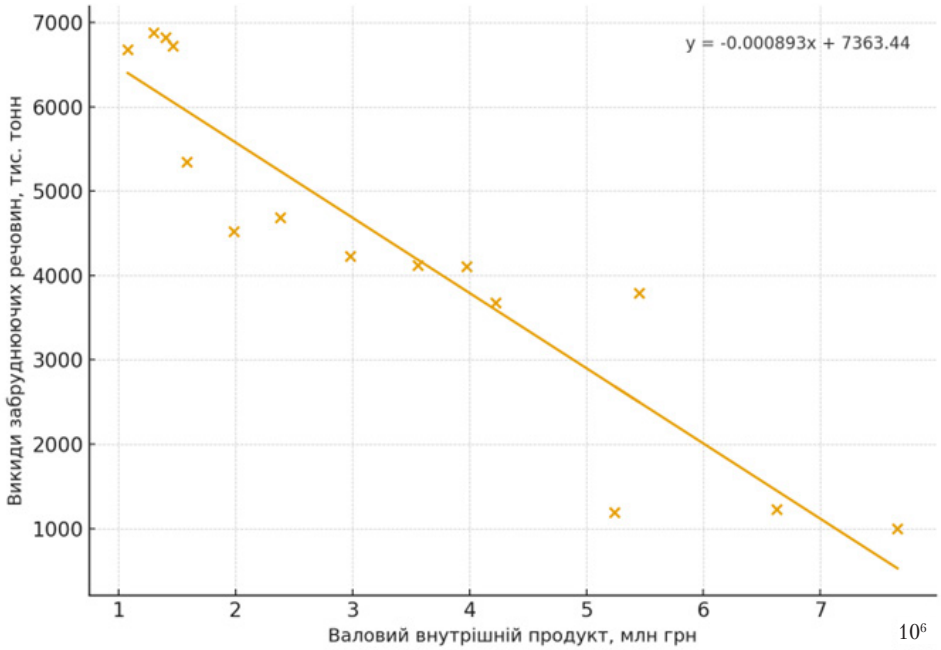

Рис. 2. Кореляційна залежність між валовим внутрішнім продуктом та загальним обсягом викидів в атмосферу, Україна, 2010–2024 рр.

Статистичний аналіз динаміки валового внутрішнього продукту та обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферу України у 2010–2024 роках виявив дуже сильний негативний кореляційний зв'язок між показниками (r = –0,93). Така залежність свідчить про те, що в періоди зростання ВВП обсяги промислових викидів демонструють стійку тенденцію до зниження.

Водночас встановлена кореляція не є ознакою підвищення екологічної результативності чи послідовного переходу економіки на моделі циркулярності. Навпаки, зниження рівня забруднення повітря зумовлено переважно структурними та кризовими змінами, серед яких: різке скорочення промислового виробництва після 2014 р.; втрата частини індустріальних регіонів, що раніше формували значну частку екологічного навантаження; масштабні руйнування промислових підприємств унаслідок повномасштабної війни 2022–2024 рр., що призвели до різкого падіння викидів; структурний зсув у бік менш матеріаломістких видів економічної діяльності, що зменшило відносну роль екологічно шкідливих секторів у ВВП.

Отже, хоча статистичний зв'язок є достовірним і значущим, його слід трактувати з урахуванням зовнішніх шоків та обмежень, що виникли у воєнний період. Отримані результати підтверджують наявність тренду "відв'язування" економічного зростання від рівня забруднення, але також акцентують на необхідності системного впровадження принципів циркулярної економіки для забезпечення сталого розвитку.

Для оцінки окремих аспектів реалізації екологічної політики в контексті циркулярної економіки та зміни клімату доцільно проаналізувати динаміку поточних витрат і капітальних інвестицій, спрямованих на охорону атмосферного повітря та пом'якшення кліматичних змін (рис. 3, розроблено авторами на основі даних Державної служби статистики України [19; 20]). Ці показники не відображають прямого взаємозв'язку, однак дозволяють оцінити фінансову складову зусиль у сфері екологічної трансформації економіки.

Еволюція фінансування заходів, спрямованих на охорону атмосферного повітря та боротьбу зі зміною клімату в Україні у 2010–2024 рр., відображає трансформацію екологічної політики держави від реактивної моделі природоохоронної діяльності до поступового впровадження принципів циркулярної економіки. Такий перехід означає зміщення акцентів від простого усунення наслідків забруднення до попередження утворення відходів, ресурсоефективності та регенеративного управління потоками матеріалів і енергії.

Поточні витрати на охорону атмосферного повітря у 2010–2024 рр. демонструють хвилеподібну, але загалом позитивну тенденцію. У 2010–2013 роках фінансування охорони атмосферного повітря

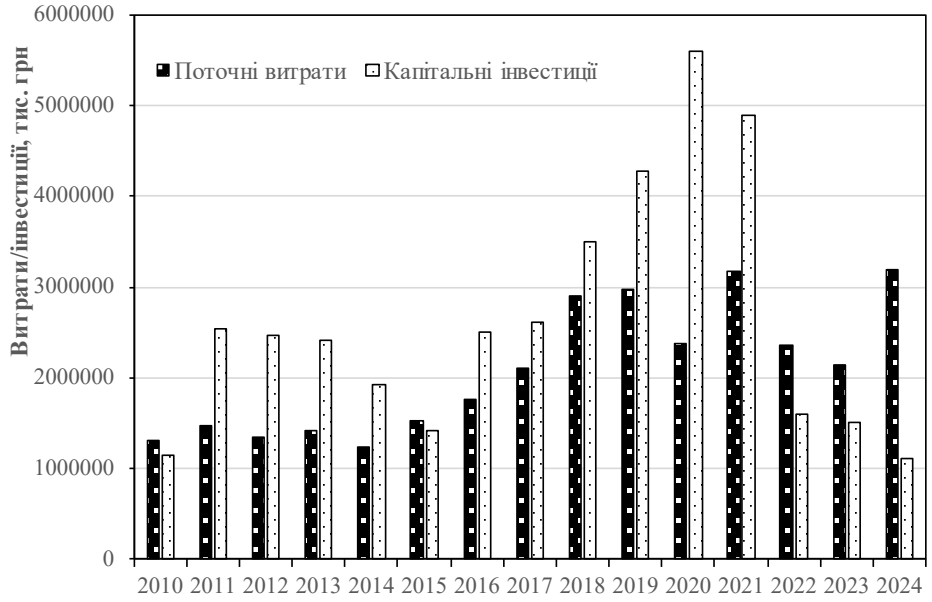

Рис. 3. Поточні витрати та капітальні інвестиції на охорону атмосферного повітря і вирішення проблеми зміни клімату, Україна, 2010–2024 рр.

зросло номінально на 7,7% – з 1 314 797,0 тис. грн до 1 415 795,5 тис. грн. Така динаміка свідчить радше про збереження базового рівня підтримки відповідних заходів, ніж про системне формування інституційних засад екологічного моніторингу чи впровадження комплексних управлінських рішень. З 2014 р. спостерігається тимчасове скорочення витрат, зумовлене політичною нестабільністю та воєнними діями, однак уже у 2016–2019 рр. зафіксовано істотне зростання – до 2 963 889,1 тис. грн. У цей період держава та підприємства почали орієнтуватися на підвищення енергоефективності та зменшення вуглецевого сліду виробництва, що відповідає принципам циркулярності [20].

У 2020–2021 рр. відбулося чергове збільшення поточних витрат до понад 3,1 млрд грн, що пов'язано з адаптацією промислових галузей до європейських екологічних стандартів. Після початку повномасштабної війни у 2022 р. рівень фінансування скоротився до 2,14 млрд грн (2023 р.), однак у 2024 р. зафіксовано майже полуторне зростання до 3,19 млрд грн, що можна розглядати як інституційне повернення екологічних пріоритетів у процеси, спрямовані на післявоєнне відновлення.

Капітальні інвестиції у природоохоронну діяльність у 2010–2021 рр. розвивалися динамічніше, ніж поточні витрати, досягнувши у 2020 р. пікових значень – 5 595 319,4 тис. грн. Цей період характеризується активною реалізацією проєктів з модернізації промислових підприємств, упровадженням технологій очищення викидів та відновлення енергетичної інфраструктури. Зміст інвестицій набув ознак циркулярності, зокрема орієнтації на вторинне використання ресурсів, мінімізацію енергоспоживання та скорочення викидів CO_2 [19].

Починаючи з 2022 р., спостерігається різке зниження обсягів капіталовкладень (до 1 117 356,6 тис. грн у 2024 р.), що пояснюється війною, обмеженням інвестиційної спроможності бізнесу та перерозподілом державних ресурсів на оборонні потреби. Тобто відбулося тимчасове звуження інвестиційного компонента циркулярної економіки, яка передбачає довгострокові вкладення у технології замкнених циклів.

Аналіз співвідношення поточних витрат і капітальних інвестицій засвідчує, що до 2020 р. домінували інвестиційні складові, що забезпечувало розширення матеріально-технічної бази циркулярних рішень, серед яких установлення фільтраційних систем, реконструкція теплоелектроцентралей (ТЕЦ), упровадження безвідходних технологій. У період 2022–2024 рр. акцент змістився у бік поточних витрат, що свідчить про перехід до моделі підтримки функціонування існуючих екологічних інституцій, а не їхнього розвитку [19; 20].

Проведений кореляційний аналіз динаміки поточних витрат і капітальних інвестицій на охорону атмосферного повітря та вирішення проблем зміни клімату в Україні у 2010–2024 рр. показав наявність помірного позитивного взаємозв'язку між досліджуваними показниками. Обчислений коефіцієнт кореляції Пірсона (r = 0,459) вказує на узгодженість напрямів змін обсягів поточних витрат та капітальних вкладень у природоохоронну діяльність. Отримане значення p-value = 0,085 не дозволяє підтвердити статистичну значущість зв'язку на рівні α = 0,05, однак показує наявність тенденційної залежності, яка формується під впливом макроекономічних і політичних чинників (рис. 4, розроблено авторами на основі даних Державної служби статистики України [19; 20]).

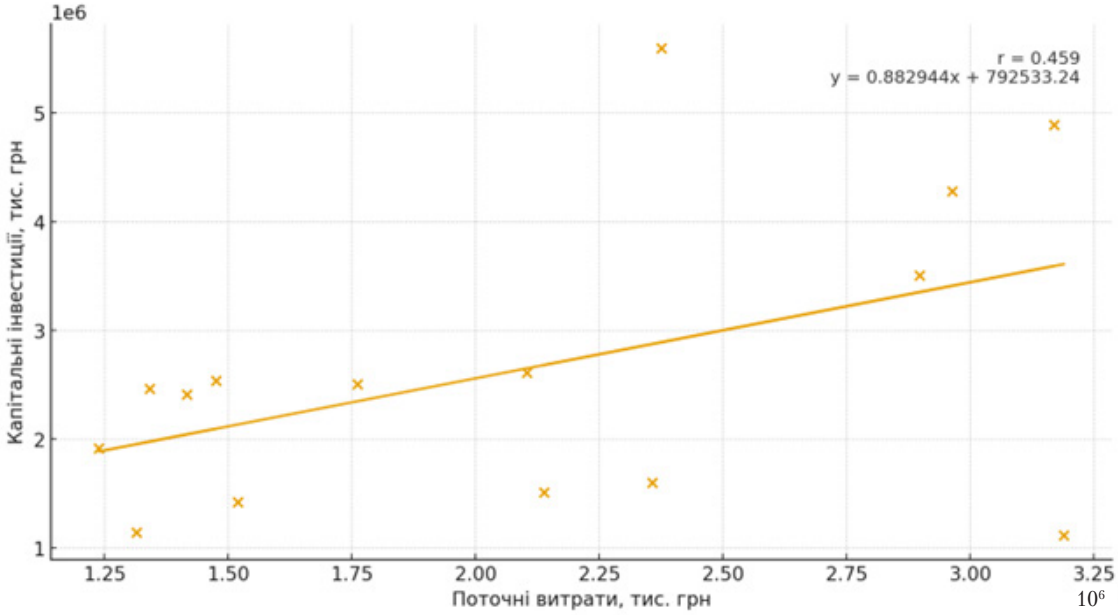

Рис. 4. Кореляційна залежність між поточними витратами та капітальними інвестиціями на охорону атмосферного повітря і вирішення проблем зміни клімату, Україна, 2010–2024 рр.

На поданому графіку лінія регресії ($y = 0{,}883x +$ + 792 533,24) відображає середню тенденцію зростання капітальних інвестицій у відповідь на збільшення поточних витрат. Згідно з моделлю, підвищення поточних витрат на 1 млн грн асоціюється зі збільшенням капітальних інвестицій приблизно на 880 тис. грн. Така модель дозволяє проаналізувати середню тенденцію між зазначеними показниками, проте не враховує зовнішні чинники, що могли вплинути на дані, зокрема воєнні дії, зміни у валютному курсі та доступ до міжнародної допомоги. Разом із тим варто зауважити, що подібний статистичний аналіз не є прямим вимірюванням взаємозв'язку між розвитком циркулярної економіки та зміною клімату в Україні. Він радше ілюструє загальну динаміку фінансування екологічного напряму, що є лише однією зі складових циркулярного переходу.

Зі зростанням поточних витрат переважно спостерігається збільшення обсягів капітальних інвестицій, що вказує на синхронізацію фінансових потоків у рамках екологічної політики держави. Такий взаємозв'язок відображає комплексний характер екологічного управління, коли фінансування операційних заходів супроводжується інвестиціями у модернізацію виробничої інфраструктури та впровадження технологій очищення викидів.

У період 2010–2021 рр. простежується відносно висока узгодженість між поточними та капітальними витратами, що свідчить про цілісний підхід до реалізації природоохоронної політики, орієнтованої на досягнення ефекту циркулярності, тобто на відновлення, повторне використання ресурсів і зменшення обсягів викидів. Водночас у 2022–2024 рр. відбулося розбалансування цієї взаємозалежності: поточні витрати залишалися відносно стабільними, тоді як капітальні інвестиції зазнали суттєвого скорочення. Це призвело до послаблення кореляційного зв'язку через воєнні дії, скорочення промислової активності та перерозподіл державних ресурсів на потреби безпеки.

Отримані результати свідчать, що система фінансування природоохоронної діяльності в Україні частково відповідає принципам циркулярної економіки, оскільки поєднує елементи короткострокового підтримання екологічних процесів із довгостроковими інвестиціями у відновлення екосистем. Однак ефективність такої системи значною мірою залежить від стабільності капітальних вкладень, сталості державної екологічної політики та інтеграції інструментів зеленого фінансування у механізми післявоєнного відновлення.

Для України перехід до економіки замкнутого циклу є надзвичайно важливим і актуальним, оскільки до війни річний обсяг побутових відходів становив близько 11 млн тонн. За даними Державної служби статистики, в Україні накопичено понад 25 млрд тонн відходів, серед яких більше 4 млрд тонн є токсичними, а 23 тис. тонн – забороненими та непридатними для використання пестицидами й отрутохімікатами. Утилізація відходів в Україні, як правило, передбачає їхнє спалювання, а також вивезення на спеціально відведені місця та об'єкти.

Упровадження методів циркулярної економіки в Україні характеризується низкою особливостей і перешкод, які ускладнюють перехід до відновлюваного типу виробництва. Однією з основних причин є непрозорість ринку вторинної сировини, де понад 50% обсягів перебуває в тіні. Крім того, ринок вторинної переробки та безвідходних технологій, зокрема інноваційних, перебуває на по-

чатковій стадії розвитку. Ще одним негативним чинником є відсутність тарифів на переробку вторинних ресурсів. В Україні функціонує 6,5 тисяч санкціонованих полігонів, з яких 25% не відповідають екологічним стандартам, а також існує 35 тисяч стихійних сміттєзвалищ.

Для ефективного розвитку циркулярної економіки потрібно прийняти відповідні нормативно-правові акти на рівні вищого керівництва держави. Початок уже покладено: Кабінет Міністрів України ухвалив постанову від 25.04.2018 р. № 313 "Про утворення Координаційної ради з питань реалізації Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року" [21] та схвалив Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року [22].

Згідно з офіційними даними Державної служби статистики України, протягом останніх років організація господарської діяльності підприємств на основі економіки замкнутого циклу щодо відходів I–III класів небезпеки досягла лише незначних успіхів. Водночас відходи I–IV класів небезпеки, включаючи ті, що утворюються в домогосподарствах, складають 4–7% від загального обсягу сміттєзвалищ в Україні. Аналізуючи показники поводження з відходами в структурі їхнього утворення (I–IV класи небезпеки) без урахування загального обсягу накопичених відходів на спеціально відведених місцях (місцях видалення відходів), можна зробити висновок, що утилізується лише третина від загальної кількості утворених відходів, тоді як більше половини їх просто викидають у відведені для цього місця [23].

Дослідження показує, що утворення відходів в Україні скорочується з 422 млн тонн у 2010 році до 176 млн тонн у 2023 році, тобто простежується падіння цього показника у 2,4 раза. Різке зниження утворення відходів у 2022–2023 рр. є результатом повномасштабної війни (через менші обсяги виробництва, логістики, будівництва). При цьому відновлення відходів теж зменшується: з 144,9 млн тонн у 2010 році, до 39,3 млн тонн у 2023 році. Попри падіння загального обсягу, частка відновлених відходів незначна (~22% у 2023 році). Обсяги спалених відходів стабільно мізерні, в межах 800–1100 тис. тонн на рік. Це менше 1% від загального обсягу, тобто можна з впевненістю говорити, що спалювання як метод утилізації відходів практично не використовується. Основним методом поводження з відходами в Україні сьогодні є захоронення на полігонах. Так, постійно понад 50% відходів іде на полігони, а в 2023 році шляхом захоронення було утилізовано понад 60%, що є індикатором низького рівня циркулярності та домінування лінійного підходу до управління відходами (рис. 5, розроблено авторами на основі даних Державної служби статистики України [23]).

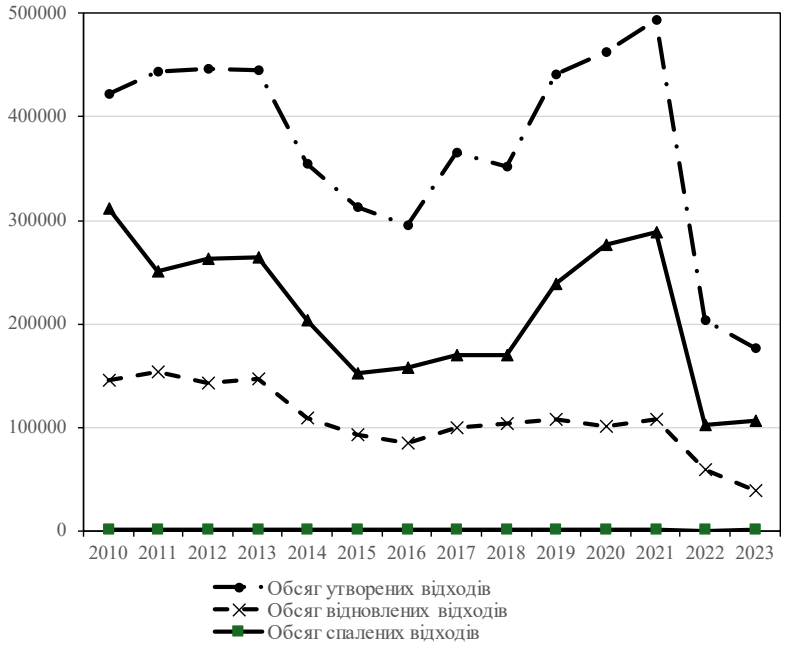

Рис. 5. Динаміка утворення та оброблення відходів I–IV класів небезпеки, Україна, 2010–2023 рр., тис. тонн

Після вивезення більшої частини відходів на сміттєві полігони ймовірність їхньої вторинної переробки істотно зменшується через відсутність правильного сортування та виокремлення потрібної кількості сировини для подальшої переробки. Тому основними завданнями структурної перебудови виробничих процесів вітчизняних підприємств на інноваційних засадах є виведення застарілих потужностей і впровадження у виробництво інноваційних технологій, створення нових виробництв для поглибленої переробки та виготовлення кінцевої продукції високої якості, підвищення

енергоефективності й активізація політики енергозбереження, перехід до циркулярної моделі виробництва.

Отже проблемами застосування циркулярної економіки як інноваційної моделі розвитку в контексті боротьби зі зміною клімату та сталого розвитку є такі: висока залежність нашої країни від полігонів; недостатнє відновлення і повторне використання відходів, низький рівень термічної обробки (енерговідходи не використовуються). Усе це вказує на великий потенціал для розвитку інфраструктури сортування, переробки, компостування та можливість скорочення обсягів утворених відходів через дизайн продуктів, що легко ремонтуються/переробляються.

Важливими показниками результативності політики поводження з відходами є поточні витрати та капітальні інвестиції на таке поводження (рис. 6, розроблено авторами на основі даних Державної служби статистики України [19; 20]).

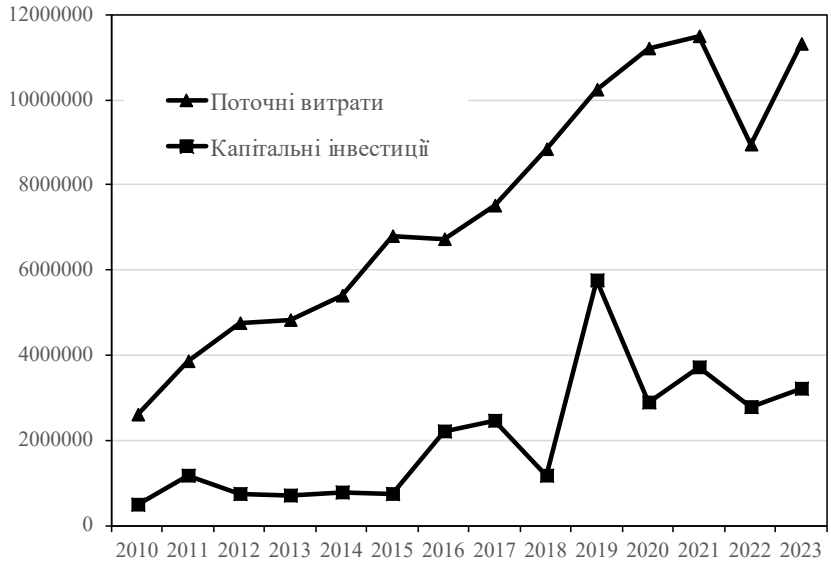

Рис. 6. Поточні витрати та капітальні інвестиції на поводження з відходами, Україна, 2010–2023 рр., тис. грн

Спостерігається величезний розрив між показниками поточних витрат та капітальних інвестицій на поводження з відходами. За різними оцінками, середнє значення потрібних капітальних інвестицій на розвиток циркулярної економіки становили приблизно 3% ВВП у рік [24].

На жаль, умови діяльності українського бізнесу з 24 лютого 2022 р. істотно ускладнилися внаслідок повномасштабного вторгнення російських військ на територію України. Через нього також з'явилася загроза екологічної катастрофи: забруднення підземних вод; збільшення кількості неутилізованого сміття; масове поховання полеглих воїнів та мирного населення. Значні обсяги внутрішнього переміщення осіб у безпечні регіони призвели до збільшення навантаження на їхні сміттєві полігони, які й до початку повномасштабної війни використали свої ресурси та потребували закриття. Це все вплинуло на погіршення екологічної ситуації.

Повномасштабна збройна агресія РФ проти України у 2022 році спричинила безпрецедентне зростання обсягів відходів різного характеру. Ідеться як про відходи від безпосередніх бойових дій (снаряди, уламки, знищена техніка), так і про відходи, що утворились у зв'язку з пошкодженням або руйнуванням будівель і споруд, об'єктів незавершеного будівництва, інфраструктури благоустрою внаслідок бойових дій або в ході ліквідації їхніх наслідків. Перелік таких видів відходів офіційно визначений в Порядку управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків [25]. До найпоширеніших груп цих відходів належать [26]:

– уламки нерозірваних або розірваних боєприпасів;

– залишки озброєння та використані одноразові протитанкові системи (наприклад, NLAW);

– акумулятори та вибухонебезпечні предмети;

– пошкоджені легкові та вантажні автомобілі (загалом приблизно 200 тис. легкових та вантажних автомобілів, лише в м. Буча – десятки тисяч одиниць);

– військова техніка (орієнтовно 325 тис. тонн), що підлягає утилізації;

– відходи руйнації будівель, включаючи бетон, цеглу, металеві конструкції;

– медичні відходи, утворені внаслідок знищення аптечних складів, лікарень, а також у процесі надання допомоги військовим та цивільному населенню.

За оцінками Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, обсяг лише будівельних відходів (відходів руйнації) за період активних бойових дій загалом сягнув понад 11–12 млн тонн, що співвідноситься з річним обсягом побутових відходів у державі [27]. При цьому не враховано знищену техніку, яка також становить значну частку небезпечних відходів, здатних чинити тиск на екосистему. Крім того, масштаби руйнування інфраструктури призвели до значного забруднення повітря, ґрунтів і водних ресурсів, а також до зростання обсягів викидів парникових газів, що загострює проблему зміни клімату. За попередніми підрахунками, екологічні збитки, завдані довкіллю України внаслідок війни, оцінюються в понад 2 трлн грн [28], а загальна економічна шкода становить понад 155 млрд доларів США [29].

Уряд України, реагуючи на ситуацію, розробив план скорочення відходів до 2030 року та активізував імплементацію норм європейського законодавства відповідно до Угоди про асоціацію з ЄС. Ідеться, зокрема, про законодавче врегулювання управління відходами, зміну клімату, промислове забруднення та контроль за якістю повітря [25].

За даними органів місцевого самоврядування, на підконтрольній Україні території станом на початок 2024 року у місцях тимчасового зберігання та на полігонах накопичено близько 600 тисяч тонн відходів руйнації. Згідно зі звітами Світового банку (Third Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA), сукупна вартість переробки відходів руйнації становитиме майже 11 млрд доларів США (RDNA3, грудень 2023 р.), близько 5 млрд доларів США (RDNA2, січень 2023 р.) та 3,1 млрд доларів США (RDNA1, серпень 2022 р.). Отже, за півтора роки (серпень 2022 р. – грудень 2023 р.) сукупна вартість переробки відходів зросла більше ніж втричі [30].

Використання відходів як вторинної сировини є важливою складовою циркулярної економіки та має потенціал стати джерелом ресурсів для відновлення країни. Проте в Україні існує низка структурних бар'єрів, які перешкоджають ефективному перетворенню відходів на ресурс.

1. Відсутність обліку та інформування. Відсутність чітких механізмів обліку унеможливлює повноцінне планування ресурсного потенціалу відходів. Не запроваджено систему моніторингу обсягів утворення та структури відходів, особливо у добувній галузі. Відсутні інструменти для відстеження частки перероблених матеріалів, що обмежує можливості планування ресурсного відновлення на регіональному та національному рівнях. Також бракує спеціального правового регулювання поводження з відходами добувної промисловості.

2. Недостатнє правове регулювання утилізації. В Україні досі не вирішено питання утилізації промислових залишків (шлаків, хвостів, стічних вод), які накопичуються на спеціалізованих майданчиках, хоча потенційно можуть бути використані як вторинна сировина. Це пов'язано з браком утилізаційних потужностей та відсутністю стимулів для інвестування в інфраструктуру з переробки техногенних відходів.

3. Логістичні бар'єри. Переважна частина небезпечних або потенційно корисних відходів розміщена у східних регіонах країни, що ускладнює їхнє транспортування до переробних хабів. Відсутність логістичних рішень та координації між регіонами знижує ефективність перетворення відходів на ресурси. Альтернативою могла б стати локалізація обробних комплексів поблизу утворення відходів або створення кластерних центрів з кооперацією різних виробників.

4. Недостатня мотивація до повторного використання. Окремим бар'єром є відсутність економічних стимулів для повторного використання матеріалів. Зокрема низький екологічний податок на захоронення не стимулює бізнес інвестувати у повторне використання та рециклінг, а відсутність податків або акцизів на первинні природні ресурси (гравій, пісок, мінеральна сировина) створює ціновy перевагу первинних ресурсів над вторинними. Це означає, що використання природних матеріалів залишається дешевшим, ніж обробка та переробка вже наявних матеріалів. Такий ціновий дисбаланс знижує конкурентоспроможність ринку вторинної сировини.

5. Проблеми з відходами руйнації.

Окремий кластер проблем пов'язаний з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням або руйнуванням об'єктів унаслідок бойових дій. Серед ключових викликів: відсутність цільових індикаторів щодо рівня підготовки таких відходів до повторного використання чи рециклінгу; нерозвинена інфраструктура з попередньої підготовки та сортування; неврегульованість прав власності на відходи будівництва, що унеможливлює прозорий ринок їхнього використання; відсутність обов'язкових додемонтажних аудитів і планів управління відходами; низька правова культура та обізнаність у сфері ресурсно-ефективного демонтажу.

Ці фактори разом формують системний бар'єр для розвитку ресурсно орієнтованої моделі управління відходами в Україні. У контексті післявоєнного відновлення країни перетворення відходів на ресурс має стати пріоритетом політики сталого розвитку.

Проаналізувавши показники забруднення, а також результати впровадження циркулярно орі-

єнтованої моделі економіки, можна стверджувати, що рівень забруднення та обсяги відходів в Україні є досить значними. Відповідно, упровадження основних механізмів циркулярно орієнтованої моделі на національному рівні є необхідним інструментом подальшого економічного розвитку. Усе це обґрунтовує необхідність упровадження нової альтернативної моделі управління ресурсами та відходами, яка б забезпечила баланс між економічними інтересами, екологічною системою та раціональним природокористуванням.

Україна починає активніше застосовувати сучасні інновації з метою підвищення своєї продуктивності та зменшення негативного впливу на довкілля. Деякі галузі економіки й окремі підприємства впроваджували принципи циркулярної економіки у свою діяльність задовго до того, як було визнано прогресивність, екологічність, економічну доцільність та актуальність цієї концепції. З огляду на нинішні обставини, важливо активізувати зусилля з упровадження принципів циркулярної економіки, привертаючи увагу до цих підприємств-новаторів,.

Упродовж останніх років спостерігається зростання глобального попиту на природні ресурси, що супроводжується зростанням їхньої вартості. Це спричинює додатковий тиск на виробничі та споживчі системи, стимулюючи інтенсивніший видобуток, споживання й виробництво продукції з обмеженим життєвим циклом. Водночас відсутність належних механізмів повторного використання матеріалів і компонентів призводить до значного збільшення обсягів утворення відходів. Так, дедалі проблемнішим стає накопичення відходів від господарської діяльності та кінцевого споживання, зокрема текстильних виробів, полімерної упаковки, електронного й електричного обладнання, хімічних речовин і побутових матеріалів. Ці потоки після завершення терміну експлуатації перетворюються на комплексні за складом і небезпечні для довкілля відходи, що можуть справляти токсичну дію на ґрунти, водні ресурси та здоров'я населення. Прогнозується, що без ефективного впровадження принципів циркулярної економіки масштаби утворення таких відходів лише зростатимуть. Так, до 2050 року глобальний обсяг відходів може досягти 3,4 млрд тонн [6]. Зменшити негативний вплив на довкілля й обсяги утворення відходів можна шляхом переходу до циркулярних моделей виробництва, які передбачають удосконалення логістичних ланцюгів, повторне використання продукції, ремонт, модернізацію та рециклінг матеріалів на всіх етапах життєвого циклу. Важливою складовою є необхідність такої організації виробництва, щоб відходи одного ставали ресурсами для іншого, зменшуючи до мінімуму потребу у сировині

Дослідження моделі циркулярної економіки й напрямів покращення поводження з відходами в Україні – один з інструментів, який може розв'язати проблеми вторинного використання та переробки відходів і поступовий перехід на циркулярну модель виробництва. Продумані зелені витрати можуть протидіяти екологічним кризам, спричиненим зміною клімату та забрудненням, забезпечуючи при цьому соціальні вигоди. Крім того, результати дослідження Організації економічного співробітництва та розвитку свідчать, що раціонально сплановані та спрямовані зелені інвестиції можуть значно зменшити екологічні ризики, пов'язані зі зміною клімату та забрудненням, одночасно сприяючи створенню нових робочих місць, розвитку інфраструктури та соціальній згуртованості [31].

Першочергова увага у сфері зелених інновацій приділяється мінімізації негативного впливу виробничої діяльності та споживання на навколишнє середовище, яку можна досягти завдяки використанню відновлюваних джерел енергії. Крім того, повторне використання й переробка матеріалів та елементів виробу зменшує потребу в додаткових ресурсах та виробничих процесах. Реалізація моделі циркулярної економіки дозволяє економити матеріальні ресурси за рахунок тривалішого життєвого циклу продукції. Отже, для забезпечення зростання національної економіки буде потрібно менше додаткових ресурсів.

Важливим внеском у подолання технологічного бар'єру є впровадження цифрових технологій, які сприяють швидкому й ефективному обміну інформацією між економічними агентами. Цифрові технології мають значний потенціал для пришвидшення переходу до економіки замкненого циклу. З розвитком циркулярної економіки інновації упроваджуються успішніше за активної підтримки цифрових технологій. Процес цифровізації трансформує ланцюги доданої вартості та відкриває нові можливості широких структурних змін. Цифрова економіка дає змогу закритим бізнес-моделям швидше упроваджувати інновації. Циркулярна економіка формує нові бізнес-моделі, засновані на можливостях, що виникають унаслідок цифрових змін. Відмова від традиційної лінійної економіки має потенціал для створення додаткових робочих місць, чому сприятимуть заходи з переробки, повторного використання, відновлення, здачі в оренду та продовження терміну експлуатації товарів. Це своєю чергою спричиніть перерозподіл зайнятості з видобувних галузей до управління відходами та сфери послуг. Водночас для ефективного переходу до зеленої економіки замкнутого циклу насамперед необхідно підвищити кваліфікацію та провести перепідготовку робочої сили.

Недостатній рівень розвитку циркулярної економіки в Україні зумовлений насамперед триваючою неспровокованою та невиправданою агресивною війною РФ проти України, а також недосконалістю

інституційного середовища та недостатньою вмотивованістю бізнесу. Імплементація засад циркулярної економіки в Україні вимагає системної та комплексної системної перебудови, що ґрунтується на нормативно-законодавчій базі, упровадженні інноваційних технологій, диджиталізації виробничих і торговельних процесів, фінансуванні екологічних ініціатив, стимулюванні інноваційних екоощадних бізнес-моделей, формуванні екологічної свідомості суспільства та звички ширшого використання сталих продуктів, створенні нових способів взаємодії виробників та споживачів, стимулюванні виникнення й освоєння інноваційних професій. Швидшу адаптацію України до вимог Плану дій щодо циркулярної економіки для чистішої та конкурентоспроможнішої Європи (Circular Economy Action Plan, CEAP) можна реалізувати шляхом:

– приєднання до Глобального альянсу з циркулярної економіки (GAERCE) у питаннях наближення функціонування національної економіки до принципів циркулярності;

– підтримки переходу бізнесу на циркулярні моделі роботи на основі співпраці та взаємодії з міжнародними ініціативами, подібними до SWITCH to Green;

– тіснішої співпраці з ЄС з питань циркулярної економіки;

– гармонізації ряду директив і стратегій;

– скорочення кількості відходів.

Висновки. На основі проведеного аналізу можна зробити обґрунтоване припущення, що потенціал циркулярної економіки в Україні пов'язаний з можливістю зменшення негативного впливу на довкілля, оптимізації використання ресурсів та зниження обсягів відходів. Статистичні дані свідчать про відносне розмежування між зростанням ВВП і рівнем викидів, що є позитивним сигналом, зумовленим як енергомодернізацією підприємств, так і скороченням промислової активності внаслідок війни.

Разом з тим глибокий розрив між поточними витратами та капітальними інвестиціями на охорону довкілля, а також домінування полігонного методу поводження з відходами свідчать про низький рівень циркулярності на практиці. Зменшення утворення відходів і викидів останніми роками значною мірою зумовлено не стійкими рішеннями, а наслідками бойових дій.

Війна завдала колосальної шкоди екології України, але водночас відкрила можливість для екологічної модернізації під час післявоєнного відновлення. Розвиток циркулярної економіки має стати невіддільною складовою цієї трансформації. Необхідно посилити законодавчу й інституційну бази, розвивати інфраструктуру поводження з відходами, активізувати інвестиції у зелені технології та цифрові рішення, сприяти формуванню екологічної культури та екосвідомості на всіх рівнях.

Отже, циркулярна економіка не лише відповідає на виклики зміни клімату, а й створює умови для екологічної та економічної стійкості України у довгостроковій перспективі. Подальших досліджень потребує моделювання сценаріїв впливу циркулярних рішень на зменшення викидів парникових газів, оцінка економічної ефективності інвестицій у зелену інфраструктуру та аналіз потенціалу рециклінгу відходів руйнації в умовах післявоєнного відновлення.

Список використаних джерел

1. Biochar for agronomy, animal farming, anaerobic digestion, composting, water treatment, soil remediation, construction, energy storage, and carbon sequestration: a review / Osman, A. I., et al. *Environmental Chemistry Letters*. 2022. Vol. 20. P. 2385–2485. https://doi.org/10.1007/s10311-022-01424-x

2. Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*. 2017. Vol. 127. P. 221–232. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

3. Murray A., Skene K., Haynes K. The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*. 2015. Vol. 140. P. 369–380. https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2

4. The Circular Economy: a new sustainability paradigm? / Geissdoerfer M., et al. *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 143, P. 757–768. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048

5. Haas W., et al. 2015. How Circular is the Global Economy?: An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005. *Journal of Industrial Ecology,* Vol. 19, Issue 5. P. 765–777. https://doi.org/10.1111/jiec.12244

6. Insights from Circular Economy Literature: A Review of Extant Definitions and Unravelling Paths to Future Research / Alhawari O., et al. *Sustainability.* 2021. 13 (2). 859. https://doi.org/10.3390/su13020859

7. How the combination of circular economy and industry 4.0 can contribute towards achieving the sustainable development goals / Dantas, T. E. T., et al. *Sustainable Production and Consumption*. 2021. Vol. 26. P. 213–227. https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.005

8. Updated Ukraine Recovery and Reconstruction Needs Assessment Released. Press Release No: 2024/ECA/063. World Bank Group. February 15, 2024. URL: https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2024/02/15/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released

9. Renewable energy generation from livestock waste for a sustainable circular economy in Bangladesh / Islam K. M. N., et al. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021. Vol. 139. 110695. https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110695

10. Artificial intelligence-driven circular economy as a key enabler for sustainable energy management / Jose R., et al. *Materials Circular Economy*. 2020. Vol. 2, 8. https://doi.org/10.1007/s42824-020-00009-9

11. Industry 4.0 and circular economy practices: a new era business strategies for environmental sustainability / Khan, S. A. R., et al. *Business Strategy and the Environment*. 2021. Vol. 30, Issue 8. P. 4001–4014. https://doi.org/10.1002/bse.2853

12. The management of municipal waste through circular economy in the context of smart cities development / Aceleanu M. I., et al. *IEEE Access*. 2019. Vol. 7. P. 133602–133614. https://doi.org/10.1109/access.2019.2928999

13. Cucciniello R., & Cespi D. Recycling within the Chemical Industry: The Circular Economy Era. *Recycling*. 2018. 3 (2). 22. https://doi.org/10.3390/recycling3020022

14. Circular economy. Boosting competitiveness, sustainability and strategic autonomy. European Investment Bank. URL: https://www.eib.org/en/about/initiatives/circular-economy/index.htm (access date: 22.08.2025).

15. Janik A., Ryszko A., & Szafraniec M. Greenhouse Gases and Circular Economy Issues in Sustainability Reports from the Energy Sector in the European Union. *Energies*. 2020. 3 (22). 5993. https://doi.org/10.3390/en13225993

16. Kobylynska T., Hrynchak N., Motuzka O. The Impact of the Circular Economy on Mitigating the Consequences of Climate Change in the Regions of Ukraine. *Economics*. 2024. Vol. 12, Issue 3. P. 115–131. https://doi.org/10.2478/eoik-2024-0037

17. Валовий внутрішній продукт. Статистична інформація. Офіційний вебсайт Державної служби статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення: 22.08.2025).

18. Викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря (1990–2024). Офіційний вебсайт Державної служби статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/ns/ns_rik/vzr_dv_90_20_ue.xlsx (дата звернення: 22.08.2025).

19. Капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища за видами природоохоронних заходів (2006–2024). Офіційний вебсайт Державної служби статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/ns/ns_rik/kap_inv/ki_zah20_ue.xlsx (дата звернення: 22.08.2025).

20. Поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища за видами природоохоронних заходів (2000-2024). Офіційний вебсайт Державної служби статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/ns/ns_rik/pot_vutr/pv_zah20_ue.xlsx (дата звернення: 22.08.2025).

21. Про утворення Координаційної ради з питань реалізації Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року: постанова Кабінету Міністрів України від 25.04.2018 р. № 313, станом на 17.09.2020 р. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/313-2018-%D0%BF#Text

22. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року: схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8.11.2017 р. № 820-р., станом на 17.09.2020 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text

23. Утворення та оброблення відходів I-IV класів небезпеки за категоріями відходів за матеріалом. Офіційний вебсайт Державної служби статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/ns/upvI_IV/arch_upvI_IV_u.html (дата звернення: 22.08.2025).

24. Reike D., Vermeulen W. J. V., Witjes S. The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? – Exploring Controversies in the Conceptualization 15 of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Resources, Conservation and Recycling*. 2018. Vol. 135. P. 246–264. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027

25. Про затвердження Порядку управління відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України: постанова Кабінету Міністрів України від 27.09.2022 р. № 1073, станом на 13.03.2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF?lang=en#Text

26. Колесніченко О. Проблема на трильйон. Що Україна робитиме із сотнями тисяч тонн сміття, створеного росіянами. *Економічна правда*. 19.06.2023. URL: https://www.epravda.com.ua/publications/2023/06/19/701281/

27. Приблизно 10–12 мільйонів тонн сміття утворилося в Україні внаслідок війни – Мінекології. *Радіо Свобода*. 23.06.2023. URL: https://www.radiosvoboda.org/a/news-ukraina-viyna-smittiadovkillia/32467305.html

28. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: https://mepr.gov.ua (дата звернення: 22.08.2025).

29. Kyiv School of Economics. $155 billion — the total amount of damages caused to Ukraine's infrastructure due to the war, as of January 2024. 12.02.2024. URL: https://kse.ua/about-the-school/news/155-billion-the-total-amount-of-damages-caused-to-ukraine-s-infrastructure-due-to-the-war-as-of-january-2024/ (дата звернення: 22.08.2025).

30. The circular economy and carbon footprint: a systematic accounting for typical coal-fuelled power industrial parks / Wang N., et al. *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 229. P. 1262–1273. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.064

31. Assessing environmental impact of measures in the OECD Green Recovery Database. Full Report. *Policy Paper. OECD*, April 21, 2022. URL: https://www.oecd.org/en/publications/assessing-environmental-impact-of-measures-in-the-oecd-green-recovery-database_3f7e2670-en/full-report.html

References

1. Osman, A. I., Fawzy, S., Farghali, M., El-Azazy, M., Elgarahy, A. M., Fahim, R. A., et al. (2022). Biochar for agronomy, animal farming, anaerobic digestion, composting, water treatment, soil remediation, construction, energy storage, and carbon sequestration: a review. *Environmental Chemistry Letters, 20,* 2385–2485. https://doi.org/10.1007/s10311-022-01424-x

2. Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling, 127,* 221–232. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

3. Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2015). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics, 140,* 369–380. https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2

4. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy: a new sustainability paradigm. *Journal of Cleaner Production, 10,* 757–768. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048

5. Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., & Heinz, M. (2015), How Circular is the Global Economy?: An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005. *Journal of Industrial Ecology, 5 (19),* 765–777. https://doi.org/10.1111/jiec.12244

6. Alhawari, O., Awan, U., Bhutta, M. K. S., & Ülkü, M. A. (2021). Insights from Circular Economy Literature: A Review of Extant Definitions and Unravelling Paths to Future Research. *Sustainability, 13 (2),* 859. https://doi.org/10.3390/su13020859

7. Dantas, T. E. T., de-Souza, E. D., Destro, I. R., Hammes, G., Rodriguez, C. M. T., Soares, S. R. (2021). How the combination of circular economy and industry 4.0 can contribute towards achieving the sustainable development goals. *Sustainable Production and Consumption, 26,* 213–227. https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.005

8. *World Bank Group* (February 15, 2024). Updated Ukraine Recovery and Reconstruction Needs Assessment Released. Press Release No: 2024/ECA/063. Retrieved from https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2024/02/15/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released

9. Islam, K. M. N., Sarker, T., Taghizadeh-Hesary, F., Atri, A. C., & Alam, M. S. (2021). Renewable energy generation from livestock waste for a sustainable circular economy in Bangladesh. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 139,* 110695. https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110695

10. Jose, R., Panigrahi, S. K., Patil, R. A., Fernando, Y., & Ramakrishna, S. (2020). Artificial intelligence-driven circular economy as a key enabler for sustainable energy management. *Materials Circular Economy, 2, 8*. https://doi.org/10.1007/s42824-020-00009-9

11. Khan, S. A. R., Razzaq, A., Yu, Z., & Miller, S. (2021) Industry 4.0 and circular economy practices: a new era business strategies for environmental sustainability. *Business Strategy and the Environment, 30 (8),* 4001–4014. https://doi.org/10.1002/bse.2853

12. Aceleanu, M. I., Serban, A. C., Suciu, M-C., Bitoiu, T. I. (2019) The management of municipal waste through circular economy in the context of smart cities development. *IEEE Access, 7,* 133602–133614. https://doi.org/10.1109/access.2019.2928999

13. Cucciniello, R., & Cespi, D. (2018). Recycling within the Chemical Industry: The Circular Economy Era. *Recycling, 3 (2),* 22. https://doi.org/10.3390/recycling3020022

14. Circular economy. Boosting competitiveness, sustainability and strategic autonomy. *European Investment Bank*. Retrieved August 22, 2025 from https://www.eib.org/en/about/initiatives/circular-economy/ index.htm

15. Janik, A., Ryszko, A., & Szafraniec, M. (2020). Greenhouse Gases and Circular Economy Issues in Sustainability Reports from the Energy Sector in the European Union. *Energies, 13 (22),* 5993. https://doi.org/10.3390/en13225993

16. Kobylynska, T., Hrynchak, N., & Motuzka, O. (2024). The Impact of the Circular Economy on Mitigating the Consequences of Climate Change in the Regions of Ukraine. *Economics, 12 (3),* 115–131. https://doi.org/10.2478/eoik-2024-0037

17. Valovyi vnutrishnii produkt. Statystychna informatsiia [Gross domestic product. Statistical information]. Official website of the State Statistics Service of Ukraine. *www.ukrstat.gov.ua*. Retrieved August 22, 2025 from http://www.ukrstat.gov.ua/ [in Ukrainian].

18. Vykydy zabrudniuiuchykh rechovyn ta dioksydu vuhletsiu v atmosferne povitria (1990–2024) [Air emissions total and carbon dioxide emissions (1990–2024)]. Official website of the State Statistics Service of Ukraine. *www.ukrstat.gov.ua*. Retrieved August 22, 2025 from https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/ns/ns_rik/vzr_dv_90_20_ue.xlsx [in Ukrainian].

19. Kapitalni investytsii na okhoronu navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha za vydamy pryrodookhoronnykh zakhodiv (2006–2024) [Capital investments in environmental protection by types of environmental protection measures (2006–2024)]. Official website of the State Statistics Service of Ukraine. *www.ukrstat.gov.ua*. Retrieved August 22, 2025 from https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/ns/ns_rik/kap_inv/ki_zah20_ue.xlsx [in Ukrainian].

20. Potochni vytraty na okhoronu navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha za vydamy pryrodookhoronnykh zakhodiv (2000–2024) [Current expenditures on environmental protection by types of environmental protection measures (2000–2024)]. Official website of the State Statistics Service of Ukraine. *www.ukrstat.gov.ua*. Retrieved August 22, 2025 from https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/ns/ns_rik/pot_vutr/pv_zah20_ue.xlsx [in Ukrainian].

21. Pro utvorennia Koordynatsiinoi rady z pytan realizatsii Natsionalnoi stratehii upravlinnia vidkhodamy v Ukraini: postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 25.04.2018 r. № 313 stanom na 17.09.2020 r. [On the establishment of the Coordination Council for the implementation of the National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of April 25, 2018 No. 313, as of September 17, 2020]. *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/313-2018-%D0%BF#Text [in Ukrainian].

22. Natsionalna stratehiia upravlinnia vidkhodamy v Ukraini do 2030 roku: skhvaleno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 8.11.2017 r. № 820-r., stanom na 17.09.2020 r. [National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030. Approved by the Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of August 11, 2017 No. 820-p., as of September 17, 2020]. *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text [in Ukrainian].

23. Utvorennia ta obroblennia vidkhodiv I-IV klasiv nebezpeky za katehoriiamy vidkhodiv za materialom. Ofitsiinyi vebsayt Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy. [Generation and processing of waste of hazard classes I-IV by waste categories by material. Official website of the State Statistics Service of Ukraine]. *www.ukrstat.gov.ua*. Retrieved August 22, 2025 from https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/ns/upvI_IV/arch_upvI_IV_u.html [in Ukrainian].

24. Reike, D., Vermeulen, W. J. V., Witjes, S. (2018). The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? – Exploring Controversies in the Conceptualization 15 of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Resources, Conservation and Recycling, 135,* 246–264. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027

25. Pro zatverdzhennia Poriadku povodzhennia z vidkhodamy, yaki utvoriuiutsia u zviazku z poshkodzhenniam (ruinuvanniam) budivel i sporud vnaslidok voyennykh dii, terorystychnykh aktiv, dyversii abo provedenniam robit z likvidatsii yikh naslidkiv ta vnesennia zmin do deiakykh postanov Kabinetu Ministriv Ukrainy: postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 27.09.2022 r. № 1073, stanom na 13.03.2025 r. [On approval of the Procedure for managing waste generated in connection with damage (destruction) of buildings and structures as a result of hostilities, terrorist acts, sabotage or carrying out work to eliminate their consequences and amending certain resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of September 27, 2022 No. 1073, as of March 13, 2025]. *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF?lang=en#Text [in Ukrainian].

26. Kolesnichenko, O. (19.06.2023). Problema na trylion. Shcho Ukraina robytyme iz sotniamy tysyach tonn smittia, stvorenoho rosiinamy [The trillion-dollar problem. What will Ukraine do with hundreds of thousands of tons of garbage created by the Russians]. *Ekonomichna pravda – Economic Truth*. Retrieved from https://www.epravda.com.ua/publications/2023/06/19/701281/ [in Ukrainian].

27. Pryblyzno 10–12 milioniv tonn zmittia utvorylosia v Ukraini vnaslidok viyny – Mindovkillya [Approximately 10–12 million tons of garbage were generated in Ukraine as a result of the war – Ministry

of Environment]. (June 23, 2023). *Radio Svoboda*. Retrieved from https://www.radiosvoboda.org/a/news-ukraina-viyna-smittiadovkillia/32467305.html [in Ukrainian].

28. Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy [Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine]. *mepr.gov.ua*. Retrieved August 22, 2025 from https://mepr.gov.ua [in Ukrainian].

29. Kyiv School of Economics. (February 12, 2024). *$155 billion — the total amount of damages caused to Ukraine's infrastructure due to the war, as of January 2024*. Retrieved August 22, 2025 from https://kse.ua/about-the-school/news/155-billion-the-total-amount-of-damages-caused-to-ukraine-s-infrastructure-due-to-the-war-as-of-january-2024/

30. Wang, N., Guo, Z., Meng, F., Wang, H., Yin, J., & Liu, Y. (2019). The circular economy and carbon footprint: a systematic accounting for typical coal-fuelled power industrial parks. *Journal of Cleaner Production, 229,* 1262–1273. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.064

31. *OECD*. (April 21, 2022). Assessing environmental impact of measures in the OECD Green Recovery Database. Full Report. Policy Paper. Retrieved from https://www.oecd.org/en/publications/assessing-environmental-impact-of-measures-in-the-oecd-green-recovery-database_3f7e2670-en/full-report.html

N. A. Hrynchak,
PhD in Economics, Associate Professor,
Associate Professor of Department,
Department of Management, Marketing and Public Administration,
E-mail: gnatalia@ukr.net
Researcher ID: I-9495-2018,
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2046-6014
T. V. Kobylynska,
DSc in Economics, Professor,
Professor of the Department of National Security,
Public Administration and Management,
Zhytomyr Polytechnic State University,
E-mail: TVstat@i.ua
ResearcherID: N-2678-2018,
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8376-9656;
O. M. Motuzka,
PhD in Economics, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Management,
Marketing and Public Administration,
National Academy of Statistics, Accounting and Audit,
E-mail: ommotuzka@nasoa.edu.ua
ResearcherID: K-6501-2018,
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9028-6994

Circular Economy and Climate Change in Ukraine: a Statistical Analysis of Emissions, Waste, and Environmental Investments

This article presents a statistical analysis of the relationship between the development of the circular economy and climate change in Ukraine during the period 2010–2024. The circular economy, as an alternative model of production and consumption, is based on principles of resource efficiency, waste minimization, and the maximization of reuse and recycling. The paper analyzes key statistical indicators, including atmospheric emissions, waste generation and treatment, and the dynamics of environmental protection investments.

The findings reveal a relative decoupling between GDP growth and emissions levels, suggesting some progress in energy modernization and industrial efficiency. However, these improvements are largely attributed to reduced industrial activity caused by the ongoing war rather than systematic ecological reforms. Despite isolated efforts to implement circular solutions, the overall level of circularity in Ukraine's economy remains low.

The analysis highlights a significant gap between current expenditures and the capital investments needed for effective environmental protection. Landfilling continues to dominate waste management practices, contradicting the core principles of circularity.

The article emphasizes that Ukraine's post-war reconstruction presents a unique opportunity for deep ecological transformation. The integration of circular economy principles should be a key element of the country's long-term sustainable development strategy. This includes enhancing the legal and institutional

framework, building waste processing infrastructure, fostering green innovation, and cultivating environmental awareness across all sectors of society.

Further research is needed to model the impact of circular measures on greenhouse gas reduction, assess the cost-effectiveness of investments in green infrastructure, and explore the recycling potential of war-related construction and demolition debris. The circular economy is thus positioned as a strategic tool for achieving environmental and economic resilience amid ongoing climate and socio-economic challenges.

Key words: *circular economy, climate change, emissions, waste, environmental investments, sustainable development, post-war recovery.*

Бібліографічний опис для цитування:

Гринчак Н. А., Кобилинська Т. В., Мотузка О. М. Циркулярна економіка та зміна клімату в Україні: статистичний аналіз викидів, відходів та екологічних інвестицій. *Статистика України*. 2025. № 3. С. 4–19. Doi: 10.31767/su.3(110)2025.03.01

Bibliographic description for quoting:

Hrynchak N. A., Kobylynska T. V., & Motuzka O. M. (2025). Tsyrkuliarna ekonomika ta zmina klimatu v Ukraini: statystychnyi analiz vykydiv, vidkhodiv ta ekolohichnykh investytsii [Circular Economy and Climate Change in Ukraine: a Statistical Analysis of Emissions, Waste, and Environmental Investments]. *Statystyka Ukrainy – Statistics of Ukraine, 3,* 4–19. Doi: 10.31767/su.3(110)2025.03.01 [in Ukrainian].