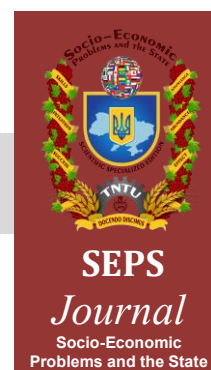




ISSN 2223-3822

Yakymyshyn, L., Falovych, V. & Krauze, O. (2025) Integration of circular economy principles into supply chain management of manufacturing enterprises. Socio-Economic Problems and the State (electronic journal), Vol. 33, no. 2, pp. 127-142. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2025/25ylyome.pdf>



SEPS

Journal

Socio-Economic
Problems and the State

ІНТЕГРАЦІЯ ПРИНЦИПІВ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ В УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАЇ ПІДПРИЄМСТВ ВИРОБНИЧОГО СЕКТОРУ

Лілія ЯКИМИШИН

Володимир ФАЛОВИЧ

Ольга КРАЗУЗЕ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001, Україна

e-mail: jakumushyn@ukr.net

e-mail: falovych@gmail.com

e-mail: krauze.olia@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8098-8500>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5784-0233>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0374-2582>



Article history:

Received: October

1st Revision: November

Accepted: November

JEL classification:

L6

Q01

Q56

M11

UDC:

658.5:338.43

DOI:

<https://doi.org/10.33108/sepd.2025.02.127>

Анотація: У статті досліджено питання інтеграції принципів циркулярної економіки в ланцюги постачання українських виробничих підприємств, що переходять від лінійної до циклічної моделі, де ресурси зберігають цінність після первинного використання. Розглядаються базові принципи циркулярності (дизайн для повторного використання, максимізація ресурсів, організація зворотних потоків, розвиток партнерств) та операційні механізми їх реалізації у ланцюгах постачання. В умовах війни циркулярні підходи стають стратегічним інструментом підвищення стійкості: повторне використання компонентів, локальні партнерства та зворотна логістика зменшують залежність від імпорту, оптимізують витрати та забезпечують безперервність виробництва. Для впровадження принципів запропоновано операційні механізми: управління життєвим циклом продукту (PLM), зворотна логістика, сервісні та ремонтні мережі, управління запасами та стандартизація компонентів. Цифрові технології - RFID/IoT, цифрові паспорти, платформи обміну ресурсами, аналітика Big Data - забезпечують прозорість, контроль і оптимізацію потоків, дозволяючи приймати рішення щодо ремонту, ремануфактурингу чи переробки виробів. Ефективність оцінюється через матеріаломісткість, частку відновлених компонентів, собівартість життєвого циклу, обсяг відходів, вуглецевий слід та індекс економічної ефективності циркулярності (CEE). Багатоетапна модель впровадження охоплює аудит ресурсних потоків, розробку KPI, модульний дизайн продукту, побудову зворотної логістики та сервісних центрів, інтеграцію IT-рішень, пілотні проекти та масштабування. Подолання технологічних, економічних, організаційних, ринкових та регуляторних бар'єрів через модернізацію, навчання та стимули забезпечує успішну циркулярну трансформацію. Таким чином, інтеграція циркулярних практик сприяє підвищенню ресурсоефективності, зниженню екологічного навантаження та економічній стійкості виробничих підприємств.

Ключові слова: циркулярна економіка, ланцюги постачання, виробничі підприємства, зворотна логістика, цифровізація, ресурсоефективність, ремануфактуринг.



Якимишин Л., Фалович В., Краuze О. Інтеграція принципів циркулярної економіки в управління ланцюгами постачання підприємств виробничого сектору. Соціально-економічні проблеми і держава. 2025. Вип. 2 (33). С. 127-142. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2025/25ylyome.pdf>

This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

1. Постановка проблеми.

Сучасні виробничі ланцюги постачань традиційно побудовані за лінійною моделлю «видобуток - виробництво - споживання - відходи», що призводить до неефективного використання ресурсів, підвищених екологічних ризиків і зростання витрат на утилізацію. Глобальні виклики - виснаження природних ресурсів, підвищення вартості сировини, регуляторні вимоги щодо скорочення викидів та зростаючі очікування споживачів щодо екологічної відповідальності - змушують підприємства шукати альтернативні моделі. Циркулярна економіка (циркулярність) пропонує підхід, що мінімізує відходи через повторне використання, ремонт, ремануфактуру та рециклінг, перетворюючи ланцюги постачань на циклічні системи. Проте інтеграція принципів циркулярної економіки у практику управління ланцюгами постачань вимагає системних змін: зміни дизайну продукту, переосмислення відносин із постачальниками, нових логістичних рішень, інформаційних систем та мотиваційних механізмів. Недостатня теоретична систематизація підходів, брак критеріїв оцінки ефективності впровадження циркулярних практик у ланцюгах постачань і відсутність практичних методичних інструментів для українських виробничих підприємств створюють науково-прикладну проблему, яку потребує вирішення.

2. Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Проблематика інтеграції принципів циркулярної економіки в управління ланцюгами постачань останніми роками набула особливої актуальності в контексті сталого виробництва та відповідального споживання. Основи концепції циркулярної економіки були закладені ще у XX столітті, зокрема в роботах К. Боулдінга [11], який розглядав економіку як частину замкнутої екологічної системи. Подальший розвиток ідей ресурсоефективності та безвідходного виробництва відображено у працях європейських науковців [10,12], що досліджують політики та практичні моделі впровадження циркулярної економіки.

В Україні значна увага приділяється адаптації циркулярних принципів до промислового сектору. М. Б. Нагара, Н. І. Горбаль, І. В. Пліш, Ю. Р. Ломага, Л. Г. Квасній та І. Л. Татомир [2,3,7,8] досліджують механізми впровадження циркулярних бізнес-моделей, цифровізацію процесів постачання та розвиток «зелених» інновацій.

Окремий напрям досліджень стосується удосконалення систем управління ланцюгами постачань, зокрема зворотної логістики та повторного використання матеріалів. Над цими питаннями працюють Н. Г. Гахович, О. М. Кушніренко, О. С. Зарудна, І. М. Миценко, І. В. Хаджинов та О. Мельник [1,5,14], які досліджують стратегії інтеграції циркулярних підходів у глобальні ланцюги доданої вартості.

Проте залишається низка невирішених питань: відсутність комплексної методології інтеграції циркулярних принципів у логістичні процеси, недосконалість інституційної підтримки та низький рівень поінформованості підприємств про економічні переваги циркулярних моделей. Це підкреслює необхідність подальших досліджень і розробки практичних інструментів для ефективного впровадження циркулярних підходів у виробничих підприємствах.

3. Постановка завдання.

Метою статті є формулювання методичного підходу та практичних рекомендацій для інтеграції принципів циркулярної економіки в управління ланцюгами постачань підприємств виробничого сектору з урахуванням операційних, організаційних і інформаційних аспектів.

4. Виклад основного матеріалу.

Сучасні українські виробничі підприємства потребують переходу від лінійної моделі виробництва до циркулярної, де ресурси зберігають цінність після первинного використання [1,2]. Це передбачає не лише технічні зміни, а й оновлення підходів до проектування продукції, організації потоків матеріалів та взаємодії між учасниками ланцюга постачань [3].

Впровадження циркулярної економіки у виробничі ланцюги відбувається на тлі повномасштабної війни росії проти України, що значно ускладнює логістику та доступ до ресурсів [8]. Перебої у постачанні сировини, зростання вартості імпортованих компонентів та часткова руйнація інфраструктури стимулюють українські підприємства шукати альтернативні шляхи забезпечення виробництва [4]. В цих умовах циркулярні підходи стають не лише екологічною необхідністю, а й стратегічним інструментом підвищення стійкості підприємств: повторне використання компонентів, організація зворотної логістики та локальні партнерства дозволяють зменшити залежність від імпорту, оптимізувати витрати та підтримувати безперервність виробничих процесів навіть у зоні ризику [5, 6].

У контексті ланцюгів постачань основні принципи циркулярної економіки узагальнені у таблиці 1, де показано, як стратегічні підходи до дизайну продукту, ресурсоефективності, зворотних потоків і партнерства формують основу циркулярної бізнес-моделі.

Таблиця 1. Принципи циркулярної економіки, застосовані до ланцюгів постачань

Принцип	Зміст принципу	Практичне застосування у виробничих ланцюгах постачань	Очікуваний результат
1. Дизайн для циркулярності	Продукт розробляється з урахуванням майбутнього ремонту, модернізації, повторного використання чи безпечного демонтажу. Компоненти мають бути модульними та стандартизованими.	Проектування деталей, які легко замінюються; використання розбірних з'єднань; застосування матеріалів, придатних до рециклінгу;	Подовження життєвого циклу продукції, зменшення обсягів відходів, зниження потреби у первинній сировині.
2. Максимізація використання ресурсів	Забезпечення максимальної тривалості перебування матеріалів у виробничому циклі. Пріоритет надається повторному використанню, ремонту та ремануфактурингу над переробкою.	Впровадження системи зворотного збирання використаних деталей; повторне використання комплектуючих після технічного обслуговування; організація ремануфактурингових ліній;	Підвищення ресурсоефективності, скорочення витрат на закупівлю первинних матеріалів, формування закритих матеріальних потоків.
3. Забезпечення зворотних потоків	Створення механізмів повернення використаної продукції, упаковки або компонентів від кінцевих споживачів, дилерів чи сервісних центрів до виробника.	Впровадження програм «take-back»; організація пунктів прийому; зворотна логістика;	Формування замкнутого циклу постачань, зменшення навантаження на довкілля, зниження витрат на утилізацію.
4. Партнерство та кооперація	Взаємодія між усіма учасниками ланцюга постачань на основі принципів спільної відповідальності, прозорості та обміну даними.	Укладання угод про довгострокову співпрацю з постачальниками; спільне планування ресурсів та обмін інформацією через цифрові платформи; створення промислових екосистем.	Підвищення узгодженості рішень у ланцюзі, зменшення втрат, підвищення стійкості постачань, формування довіри між учасниками.

Джерело: сформовано авторами

Застосування цих принципів у практиці управління ланцюгами постачань дозволяє знижувати витрати на матеріали, оптимізувати споживання первинної сировини, підвищувати повторне використання продукції та формувати стійкий і прозорий ланцюг постачань [10,11].

Для реалізації стратегічних принципів циркулярності на практиці необхідно розробити конкретні операційні механізми, які забезпечують їхнє впровадження на рівні процесів, систем і управлінських рішень [12]. Іншими словами, якщо таблиця 1 показує що потрібно робити для переходу до циркулярної моделі, то наступний блок (табл. 2) демонструє як це реалізувати через конкретні інструменти та технології.

Інтеграція цих механізмів дозволяє перетворити стратегічні принципи на конкретні управлінські дії: від цифрового моніторингу життєвого циклу продукції до організації зворотної логістики, сервісних мереж і стандартів компонентів.

Таблиця 2. Операційні механізми інтеграції циркулярності у ланцюгах постачань

Операційний механізм	Зміст та інструменти реалізації	Приклади практичного застосування	Очікуваний ефект
1. Управління продуктом протягом життєвого циклу	Система збору, аналізу та зберігання даних про матеріальні потоки, стан компонентів і їхній життєвий цикл. Інтеграція цифрових двійників (digital twins) для моніторингу експлуатації.	Запровадження електронних паспортів продукції; відстеження життєвого циклу деталей через QR/RFID-теги; аналіз даних про зношення та термін служби.	Прозорість у русі матеріалів, точніша оцінка стану компонентів, підвищення ефективності планування повторного використання.
2. Зворотна логістика	Організація маршрутів повернення відпрацьованих виробів, компонентів або упаковки до виробника. Оптимізація транспортних схем для мінімізації вуглецевого сліду.	створення мереж прийому використаних виробів; розроблення IT-систем для управління потоками повернень; використання транспортних засобів зі знизеними викидами.	Зменшення витрат на утилізацію, зниження екологічного навантаження, формування замкнутого циклу постачань.
3. Сервісні та ремонтні мережі	Побудова регіональних центрів технічного обслуговування, які забезпечують діагностику, ремонт, регенерацію та підготовку компонентів до повторного використання.	створення локальних «gemanufacturing hubs»; співпраця з дилерськими мережами для збору продукції; застосування модульного ремонту.	Подовження життєвого циклу продукції, створення нових робочих місць, підвищення клієнтської лояльності.
4. Управління запасами та прогнозування	Використання адаптивних моделей запасів, що враховують коливання надходження вторинних ресурсів. Сценарне прогнозування доступності відновлених компонентів.	Впровадження моделей Closed-Loop Inventory Control; аналіз варіацій часу повернення деталей; прогнозування з використанням методів машинного навчання.	Оптимізація рівня запасів, зменшення ризику дефіциту ресурсів, скорочення обігових коштів.
5. Стандартизація компонентів	Використання уніфікованих матеріалів і стандартних вузлів для полегшення ремонту, розбирання, рециклінгу та ремануфактурингу.	Розроблення уніфікованих модульних платформ; застосування спільних технічних стандартів у галузі; використання «single-material design».	Зниження складності ланцюгів постачань, спрощення логістики та ремонту, підвищення ефективності рециклінгу.

Джерело: сформовано авторами на основі [1; 3; 5].

Детальне пояснення основних механізмів :

1. *Управління життєвим циклом продукту (PLM)*. Впровадження PLM-систем дозволяє відстежувати стан продукції на всіх етапах - від проектування до повторного використання.

Наприклад, у машинобудуванні застосування digital twin моделі двигуна дає змогу прогнозувати момент, коли його деталі потребуватимуть ремонту чи заміни. Це

зменшує витрати на технічне обслуговування до 15% і збільшує термін експлуатації виробу на 20–25%.

2. Зворотна логістика (Reverse logistics). Організація системи зворотних потоків вимагає оптимізації маршрутів збору відпрацьованих виробів.

Математично завдання мінімізації витрат на повернення можна подати як задачу оптимізації:

$$\min C_{\text{rev}} = \sum_{i=1}^n * \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij},$$

за умов:

$$\sum_j x_{ij} = s_i, \sum_i x_{ij} = d_j, x_{ij} \geq 0,$$

де c_{ij} - вартість транспортування від пункту iii (споживач) до пункту jjj (центр прийому),

x_{ij} - обсяг продукції, що повертається,

s_i, d_j - обсяги відходів і місткість пунктів прийому.

Оптимізація виконується методами лінійного програмування або модифікованими алгоритмами транспортної задачі.

3. Сервісні та ремонтні мережі. Такі мережі створюють можливість переходу від одноразового продажу до сервісної моделі «product-as-a-service».

Для виробника це означає стабільні потоки доходів, а для споживача - зниження вартості володіння продукцією.

Досвід компаній Bosch, Caterpillar та Philips доводить, що організація регіональних ремануфактурингових центрів знижує витрати на нове виробництво на 30–40% [12].

4. Управління запасами та прогнозування. Особливістю циркулярних ланцюгів є непередбачуваність часу та кількості повернень компонентів.

Для цього використовується модель Closed-Loop Inventory Control, де обсяг доступних компонентів формується з двох потоків - первинного (Sp) і зворотного (Sr):

$$It = It-1 + Sp + Sr - Dt,$$

де It - рівень запасів у період t ;

Dt - попит;

Sr - обсяг повернених компонентів.

Аналіз сценаріїв проводиться з використанням Монте-Карло моделювання або нейронних прогнозних моделей.

5. Стандартизація компонентів. Єдиний підхід до проєктування деталей дозволяє використовувати одні й ті ж вузли в різних моделях продукції.

Це зменшує кількість постачальників, спрощує ремонт, а також дає змогу масштабувати процес ремануфактурингу.

Наприклад, у виробництві побутової техніки уніфікація пластикових корпусів знизилася собівартість повторного виробництва на 12%.

Таким чином, операційні механізми циркулярності формують практичну основу переходу від лінійної до циклічної логістики, створюючи можливість зменшити споживання первинних ресурсів, мінімізувати відходи та підвищити стійкість системи постачань. Їхня ефективна реалізація потребує цифровізації процесів, тісної кооперації між учасниками ланцюга та впровадження єдиних стандартів контролю життєвого циклу продукції.

У сучасних умовах цифрові технології стають ключовим інструментом, який забезпечує практичну реалізацію цих механізмів. Інтеграція принципів циркулярної економіки в ланцюги постачань неможлива без глибокої цифрової трансформації: інформаційні системи гарантують прозорість, відстежуваність, оптимізацію потоків ресурсів і прийняття управлінських рішень на основі даних. Використання цифрових

інструментів дозволяє створити «розумні» ланцюги постачань, у яких кожен етап - від дизайну продукту до його утилізації або повторного використання - контролюється, аналізується та оптимізується.

Таким чином, цифровізація стає ключовим чинником ефективної інтеграції циркулярності у ланцюги постачань. Вона не лише забезпечує прозорість і відстежуваність матеріальних потоків, а й дає змогу оперативно оцінювати ефективність управлінських рішень, оптимізувати ресурси та планувати повторне використання компонентів.

Для наочності та систематизації основних цифрових і інформаційних інструментів інтеграції циркулярності у виробничі ланцюги постачань узагальнено їхні напрями, механізми реалізації та очікувані результати у таблиці 3.

Таблиця 3. Інформаційні та цифрові механізми інтеграції циркулярності в управління ланцюгами постачань			
Напрямок	Суть механізму	Приклади застосування	Очікувані результати
1. Технології відстеження походження матеріалів (Traceability Technologies)	Забезпечують прозорість руху матеріалів, компонентів і готової продукції по всьому ланцюгу постачань. Створюють цифровий «паспорт продукту» - базу даних, де зберігається інформація про походження сировини, виробничі процеси, матеріальний склад, а також статус після використання.	Використання RFID-тегів, QR-кодів, блокчейн-рішень, сенсорів IoT для відстеження партій товарів або індивідуальних виробів. Наприклад, у виробництві побутової техніки можна фіксувати кількість ремонтів, заміну деталей, умови експлуатації.	Підвищення прозорості ланцюга постачань, полегшення повернення продуктів у систему ремануфактури, формування довіри між учасниками ланцюга.
2. Платформи для обміну ресурсами (Resource Sharing Platforms)	Цифрові маркетплейси або хаби для обміну вторинними матеріалами, компонентами чи обладнанням. Підприємства можуть реалізувати надлишки ресурсів або знаходити необхідні вторинні матеріали для власного виробництва.	Платформи типу Circularity Exchange, MaterialLoop, або локальні B2B-рішення на базі ERP-систем.	Зменшення потреби у первинних ресурсах, підвищення ефективності використання матеріалів, стимулювання міжгалузевої кооперації.
3. Аналітика для оптимізації (Data-driven Circular Analytics)	Використання великих даних (Big Data) і методів машинного навчання для аналізу життєвого циклу продуктів, виявлення економічно доцільних сценаріїв повторного використання або переробки.	Алгоритми прогнозування ймовірності ремонту (P_r), моделі оцінки залишкової вартості (V_r), аналітика споживчого попиту на відновлені вироби.	Зменшення витрат на зберігання, оптимізація запасів, зниження кількості відходів, підвищення стійкості ланцюгів постачань.

Джерело: сформовано авторами

Одним із практичних інструментів цифрового моніторингу є індекс відстежуваності матеріалів (Material Traceability Index, MTI), який характеризує рівень прозорості руху продукції в ланцюгу постачань:

$$MTI = \frac{N_t}{N_p} \times 100\%,$$

де N_t - кількість одиниць продукції або партій, для яких доступна повна інформація про походження, склад і стан;

N_p - загальна кількість одиниць продукції в ланцюгу постачань.

Наприклад, якщо у виробничій системі відстежуються 850 з 1000 одиниць продукції, то:

$$MTI = \frac{850}{1000} \times 100\% = 85\%$$

Це означає, що 85% матеріальних потоків є прозорими, що свідчить про високий рівень цифрової інтеграції циркулярності.

Цифровізація забезпечує інтеграцію екологічних і економічних показників у єдину інформаційну екосистему. Наприклад, PLM-системи (Product Lifecycle Management), доповнені аналітикою Big Data, дозволяють не лише прогнозувати термін служби компонентів, але й автоматично ініціювати процеси зворотної логістики для відновлення виробів. Це скорочує цикл утилізації і сприяє створенню замкнених матеріальних потоків (Closed-Loop Supply Chains) [2,5,12].

Впровадження принципів циркулярної економіки в управління ланцюгами постачань потребує не лише організаційних і технологічних змін, а й формування системи кількісних показників, які дозволяють оцінити економічний, екологічний і ресурсний ефект.

Такі показники формують основу для прийняття рішень щодо доцільності інвестицій у циркулярні бізнес-моделі, ефективності зворотної логістики, рівня екологічної стійкості підприємства.

Нижче подано узагальнену таблицю ключових індикаторів, які дозволяють оцінити результати впровадження циркулярних практик на рівні підприємства або галузевого ланцюга постачань.

Таблиця 4. Система індикаторів ефективності циркулярних ланцюгів постачань

Індикатор	Сутність показника	Формула розрахунку	Од. виміру	Очікуваний ефект після впровадження
1. Матеріало-місткість на одиницю продукції (M_t)	Відображає кількість використаних первинних матеріалів на виробництво одного виробу.	$M_t = \frac{M_{\text{викор}}}{Q}$	кг/шт	Зменшення на 10–25% за рахунок повторного використання компонентів і матеріалів.
2. Відсоток використання відновлених компонентів (R_p)	Характеризує рівень інтеграції зворотних потоків у виробничий процес.	$R_p = \frac{Q_{\text{відп}}}{Q_{\text{заг}}} \times 100\%$	%	Зростання частки ремануфактурованих компонентів до 20–40%.
3. Собівартість життєвого циклу продукту (CLCC)	Враховує повні витрати на виготовлення, експлуатацію, ремонт і переробку продукту.	$\text{CLCC} = \text{Свир} + \text{Срем} + \text{Сзб} + \text{Сутил} - \text{Сповт}$	грн./шт	Зниження на 10–30% завдяки оптимізації ремонтних і логістичних процесів.
4. Скорочення обсягу відходів (W_s)	Відображає екологічну ефективність виробничого циклу.	$W_s = \frac{W_{\text{до}} - W_{\text{після}}}{W_{\text{до}}} \times 100\%$	%	Зменшення обсягу відходів на 25–50%.
5. Вуглецевий слід життєвого циклу (CF)	Визначає кількість викидів CO ₂ -еквівалентів на одиницю продукції за весь життєвий цикл.	$CF = \sum_{i=1}^n E_i \times EF_i$	кг CO ₂ e/шт	Зниження викидів на 15–40% завдяки циркулярним потокам та енергоефективності.
6. Індекс економічної ефективності циркулярності (CEE)	Оцінює загальну вигідність упровадження циркулярних рішень.	$CEE = \frac{(\Delta P + \Delta S)}{I_{\text{цир}}}$	коеф.	Значення > 1 означає економічну доцільність трансформації.

Джерело: сформовано авторами на основі [2; 3; 5; 6; 12].

де Мвикор- загальна маса використаних матеріалів,
 Q- кількість виробленої продукції,
 Qвідн- кількість відновлених (ремануфактурованих) компонентів,
 Свир, Срем, Сзб, Сутил, Сповт - відповідно витрати на виробництво, ремонт, збір, утилізацію, повторне використання,
 Wдо, Wпісля - обсяги відходів до і після впровадження циркулярних процесів,
 Еі- кількість енергії або матеріалу на етапі і,
 ЕFі- коефіцієнт вуглецевого еквіваленту,
 ΔР- додаткові доходи (нові джерела прибутку від сервісів, повторних продажів, оренди обладнання),
 ΔS- зменшення витрат (оптимізація логістики, переробка, скорочення закупівель сировини),
 Іцир- інвестиції у впровадження циркулярних рішень.
 Прикладом успішного впровадження системи зворотної логістики та відновлення компонентів може слугувати досвід виробничого підприємства Обербетон-Інвест (табл. 5).

Таблиця 5. Показники ефективності впровадження циркулярних рішень на підприємстві ТОВ «Обербетон-Інвест»

Показник	Значення
Скорочення викидів CO ₂ e, т/рік	165,47
Економія електроенергії, кВт·год/рік	85 157
Економія природного газу, м ³ /рік	53 482
Сукупна економія ресурсів, грн./рік	1 229 692
Інвестиції у трансформацію, грн.	563 000
Період окупності, років	0,5

Джерело: сформовано авторами на основі [15; 16]

Тоді індекс економічної ефективності циркулярності:

$$CEE = \frac{(1229692)}{563000} = 2,18$$

Отже, інтеграція циркулярних процесів забезпечила підприємству 118% економічний приріст на вкладений капітал, що підтверджується значенням інтегрального індексу економічної ефективності CEE = 2,18. Це означає, що кожна інвестована гривня принесла підприємству понад дві гривні річного економічного ефекту, що демонструє високу результативність та швидку окупність упроваджених циркулярних рішень.

Отримані показники дозволяють оцінити не лише економічний ефект, а й соціально-екологічний вплив циркулярної модернізації. Значне скорочення споживання енергоресурсів та відповідне зменшення викидів CO₂e свідчить про підвищення ресурсоефективності та екологічну стійкість виробництва. Водночас значення CEE > 1 однозначно підтверджує економічну доцільність та довгострокову ефективність переходу до циркулярних принципів у ланцюгах постачань.

Впровадження циркулярних принципів у ланцюги постачань потребує системного, поетапного підходу. Пропонується багатоетапна модель, яка охоплює всі критичні процеси - від оцінки ресурсних потоків до масштабування успішних пілотних рішень. Така модель дозволяє підприємствам поступово інтегрувати циркулярні практики, мінімізувати ризики та оцінювати ефективність на кожному етапі (табл. 6).

Таблиця 6. Модель впровадження принципів циркулярної економіки у ланцюги постачань

Етап	Сутність та цілі	Інструменти та приклади	Очікуваний результат
1. Аудит ресурсних потоків	Виявлення «гарячих точок» у матеріаломісткості, втрат матеріалів та енергії. Аналіз життєвого циклу компонентів, визначення критичних етапів виробництва.	Лайфсайкл-аналіз (LCA); облік матеріальних і енергетичних потоків; картування ланцюга постачань (Supply Chain Mapping).	Чітке розуміння, де матеріали втрачаються, які компоненти підлягають повторному використанню, пріоритети оптимізації.
2. Розроблення цілей та KPI	Формування конкретних економічних, екологічних та операційних показників для вимірювання ефекту циркулярних ініціатив.	Визначення KPI: матеріаломісткість, частка відновлених компонентів, обсяг відходів, CEE; встановлення цільових значень для 1–3 років.	Забезпечення прозорості оцінки ефективності, можливість контролю та корекції процесів.
3. Дизайн продукту та стандарти компонентів	Розробка продуктів з урахуванням повторного використання, ремонту та рециклінгу. Впровадження модульного дизайну та уніфікації компонентів.	Модульні конструкції; цифрові паспорти компонентів; стандартизація матеріалів і вузлів.	Підвищення ремонтпридатності, зменшення складності логістики та рециклінгу, зниження матеріаломісткості.
4. Побудова зворотної логістичної мережі та сервісних центрів	Організація збору відпрацьованих виробів та їх компонентів, локалізація сервісних центрів для ремонту і підготовки до повторного використання.	Reverse logistics; регіональні ремануфактурингові центри; пункти прийому продукції від споживачів та дилерів.	Формування замкнених потоків матеріалів, скорочення витрат на утилізацію, продовження життєвого циклу продуктів.
5. Інтеграція IT-рішень	Використання цифрових платформ для управління потоками матеріалів, контролю стану компонентів та торгівлі відновленими ресурсами.	PLM-системи; цифрові паспорти продуктів; B2B-платформи для обміну відновленими компонентами; аналітика Big Data та IoT-сенсори.	Прозорість і відстежуваність ланцюга постачань, оптимізація запасів, підвищення ефективності прийняття рішень.
6. Пілотні проекти та масштабування	Початок з одного продукту або виробничої лінії для тестування циркулярних практик, аналіз отриманих результатів та поширення на весь ланцюг постачань.	Пілотні програми; моніторинг KPI; корекція процесів перед масштабним впровадженням.	Зменшення ризиків при масштабуванні, формування моделі для застосування на всіх виробничих одиницях, підвищення ефективності циркулярної трансформації.

Джерело: сформовано авторами

Запропонована модель впровадження принципів циркулярної економіки у ланцюги постачань відображає послідовність ключових етапів, необхідних для переходу підприємства від лінійної до циркулярної системи управління ресурсами. Для більшої наочності логіка взаємозв'язку між етапами реалізації та інструментами інтеграції представлена у вигляді алгоритму (рис. 1).



Рис. 1. Алгоритм інтеграції циркулярності у ланцюги постачань

Джерело: сформовано авторами

Процес інтеграції принципів циркулярної економіки в управління ланцюгами постачань підприємств виробничого сектору супроводжується низкою бар'єрів, які можна класифікувати за технологічним, економічним, організаційним, ринковим та регуляторним аспектами [1, 5, 6]. Виявлення цих бар'єрів та розробка ефективних стратегій їх подолання є ключовими для успішного впровадження циркулярних практик у промислових підприємствах (рис.2).



Рис. 2. Бар'єри інтеграції принципів циркулярної економіки стратегій їх подолання

Джерело: сформовано авторами

Технологічні бар'єри. Одним із основних технологічних обмежень є відсутність необхідного обладнання для проведення ремануфактурингу та повторного використання компонентів продукції. Це ускладнює процеси відновлення продукції та знижує ефективність циркулярних моделей. Шляхи подолання таких бар'єрів передбачають інвестиції у модернізацію виробничих потужностей та обладнання, а також розвиток партнерських відносин із сервісними операторами, які спеціалізуються на ремануфактурингу і можуть надавати необхідні технологічні послуги. Такий підхід дозволяє підприємствам швидше адаптуватися до вимог циркулярної економіки без значного порушення існуючих виробничих процесів.

Економічні бар'єри. Значним обмеженням на шляху впровадження циркулярних практик є економічна нерентабельність на ранніх етапах. Високі початкові витрати на модернізацію, навчання персоналу та впровадження нових процесів часто не компенсуються негайними фінансовими результатами. Для подолання цього бар'єру застосовуються державні стимули та грантове фінансування, а також моделі спільного фінансування між підприємствами та інвестиційними партнерами. Такі механізми дозволяють знизити фінансовий ризик та зробити перехід до циркулярних моделей більш привабливим для підприємств.

Організаційні бар'єри. На рівні організаційної культури одним із ключових обмежень є опір змінам та недостатній рівень компетенцій у сфері циркулярної економіки. Працівники часто демонструють стійкість до нових процесів через відсутність розуміння їхньої користі або невпевненість у власних навичках. Подолання цього бар'єру передбачає системне навчання персоналу, проведення тренінгів та семінарів, а також впровадження змін у системах мотивації, що заохочують працівників до участі у впровадженні інноваційних, ресурсоефективних процесів.

Ринкові бар'єри. Серед ринкових обмежень слід виділити низький попит на відновлені або перероблені товари. Споживачі часто мають стереотипи щодо якості таких продуктів, що обмежує їх комерційну привабливість. Для стимулювання попиту застосовуються просвітницькі кампанії, що підвищують обізнаність споживачів, а також сертифікація якості відновлених товарів, яка гарантує їх відповідність стандартам та підвищує довіру ринку.

Регуляторні бар'єри. Інтеграція циркулярних практик може ускладнюватися невідповідністю існуючих нормативних стандартів. Часто відсутні чіткі правила або стандарти щодо повторного використання матеріалів, утилізації відходів та ремануфактурингу. Для подолання цього бар'єру підприємства можуть брати активну участь у формуванні нормативної бази, пропонуючи рекомендації щодо адаптації стандартів до нових технологій і практик, що дозволяє гармонізувати законодавчі вимоги з принципами циркулярної економіки.

Таким чином, успішна інтеграція циркулярних принципів у ланцюги постачання виробничих підприємств потребує комплексного підходу, що враховує технологічні, економічні, організаційні, ринкові та регуляторні аспекти. Розробка ефективних стратегій подолання бар'єрів дозволяє підвищити ресурсну ефективність, знизити негативний вплив на навколишнє середовище та забезпечити економічну вигоду для підприємств на середньо- та довгострокову перспективу.

5. Висновки та перспективи подальших досліджень в даному напрямку.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що інтеграція принципів циркулярної економіки у ланцюги постачання виробничих підприємств є ефективним інструментом підвищення ресурсоефективності, економічної стійкості та екологічної безпеки. Основні принципи - дизайн для повторного використання, максимізація ресурсів, організація зворотних потоків і розвиток партнерства - реалізуються через операційні механізми, зокрема управління життєвим циклом продукції (PLM), зворотну логістику, сервісні та ремонтні мережі, управління запасами та стандартизацію компонентів.

Цифровізація ланцюгів постачання забезпечує прозорість і відстежуваність матеріальних потоків, підвищує ефективність управлінських рішень та оптимізує використання ресурсів. Впровадження циркулярних практик сприяє скороченню матеріаломісткості, зниженню відходів, зменшенню вуглецевого сліду та підвищенню економічної ефективності підприємств. Багатоетапна модель впровадження циркулярності, що охоплює аудит ресурсних потоків, розробку KPI, модульний дизайн продукту, побудову зворотної логістики, інтеграцію IT-рішень та пілотні проєкти, дозволяє поступово адаптувати виробничі процеси до принципів замкненого циклу.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з поглибленим вивченням цифрових технологій для оптимізації циркулярних ланцюгів, розробкою інтегрованих моделей прогнозування зворотних потоків матеріалів та створенням індикаторів комплексної оцінки економічної, екологічної та соціальної ефективності циркулярних практик. Окрім цього, актуальним є дослідження механізмів подолання технологічних, економічних і регуляторних бар'єрів, а також формування адаптивних стратегій для підприємств різних секторів промисловості в умовах нестабільності постачання.

Отримані результати можуть стати основою для розробки методології інтеграції циркулярної економіки в промислові ланцюги постачання, створення цифрових платформ управління ресурсами та підвищення конкурентоспроможності виробничих підприємств на національному та міжнародному рівні.

Author details (in English)**INTEGRATION OF CIRCULAR ECONOMY PRINCIPLES INTO SUPPLY CHAIN MANAGEMENT OF MANUFACTURING ENTERPRISES****Liliya YAKYMYSHYN**e-mail: jakumushun@ukr.net
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8098-8500>**Volodymyr FALOVYCH**Ternopil Ivan Puluj National Technical University
Ruska St., 56, Ternopil 46001 Ukrainee-mail: falovych@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5784-0233>**Olga KRAUZE**e-mail: krauze.olia@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0374-2582>

Abstract. *The article investigates the integration of circular economy principles into the supply chains of Ukrainian manufacturing enterprises transitioning from a linear to a circular model, where resources retain value after initial use. The study examines the core principles of circularity (design for reuse, resource maximization, organization of reverse flows, development of partnerships) and operational mechanisms for their implementation in supply chains. In the context of war, circular approaches become a strategic tool for enhancing resilience: reuse of components, local partnerships, and reverse logistics reduce dependence on imports, optimize costs, and ensure production continuity. To implement these principles, operational mechanisms are proposed, including product lifecycle management (PLM), reverse logistics, service and repair networks, inventory management, and component standardization. Digital technologies - RFID/IoT, digital product passports, resource exchange platforms, and Big Data analytics-ensure transparency, control, and optimization of flows, enabling informed decisions on repair, remanufacturing, or recycling of products. Effectiveness is assessed through material intensity, share of recovered components, lifecycle cost, waste volume, carbon footprint, and the Circular Economy Efficiency (CEE) index. The multi-stage implementation model encompasses resource flow auditing, KPI development, modular product design, construction of reverse logistics and service centers, IT integration, pilot projects, and scaling. Overcoming technological, economic, organizational, market, and regulatory barriers through modernization, training, and incentives ensures successful circular transformation. Thus, the integration of circular practices contributes to increased resource efficiency, reduced environmental impact, and enhanced economic resilience of manufacturing enterprises.*

Key words: *circular economy, supply chains, manufacturing enterprises, reverse logistics, digitalization, resource efficiency, remanufacturing.*

Appendix A. Supplementary material

Supplementary data associated with this article can be found, in the online version, at
<http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2025/25slyome.pdf>

Funding

The authors received no direct funding for this research.

Citation information

Yakymyshyn, L., Falovych, V. & Krauze, O. (2025) Integration of circular economy principles into supply chain management of manufacturing enterprises. Socio-Economic Problems and the State (electronic journal), Vol. 33, no. 2, pp. 127-142. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2025/25slyome.pdf>

Використана література:

1. Гахович Н. Г., Кушніренко О. М., Зарудна О. С. Циркулярна економіка як стратегічний пріоритет розвитку глобальних ланцюгів доданої вартості. *Економічний вісник університету*. 2020. Вип. 46, С. 103–115. URL: https://www.researchgate.net/publication/344951166_Circular_economy_as_a_strategic_priority_of_global_value_chains_development (дата звернення: 11.09.2025).
2. Горбаль Н. І., Ломага Ю. Р. Циркулярна економіка – основа сталого розвитку підприємств. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія «Проблеми економіки та управління». 2022. Т. 6. № 1. С. 9–24. URL: <http://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal->

- [paper/2022/apr/27434/220198verstka-11-26.pdf](https://doi.org/10.23939/semi2022.01.009)
<https://doi.org/10.23939/semi2022.01.009> (дата звернення: 10.09.2025).
3. Горбаль Н. І., Пліш І. В. Циркулярні бізнес-моделі для сталого розвитку українських підприємств. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія «Проблеми економіки та управління». 2021. Т. 5. № 1. С. 15–29. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2021/may/23584/210488verstka-17-31.pdf>
<https://doi.org/10.23939/semi2021.01.015> (дата звернення: 14.09.2025).
 4. Крикавський Є. В., Подзігун С. М., Якимишин Л. Я. Дифузія ірраціональної бізнес-поведінки в інтегрованих організаціях. *Вісник Хмельницького національного університету*. Економічні науки. 2018. № 5. Т. 2. С. 102–104. URL: https://lib.khmnpu.edu.ua/pdf/visnyk_tup/2018/VKNU-ES-2018-N5-T2.pdf DOI: [10.31891/2307-5740-2018-262-5\(2\)-102-104](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2018-262-5(2)-102-104) (дата звернення: 14.09.2025).
 5. Миценко І. М., Хаджинов І. В. Концепції кругових бізнес-моделей ключових європейських компаній. *Економіка і організація управління*. 2022. № 1(45). С. 25–38. URL: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2022.1.3> (дата звернення: 15.09.2025).
 6. Нагара М. Б. Циркулярна економіка: генезис, структура, особливості. *Економічна наука*. 2021. №10. С. 68–73. URL: <http://www.economy.in.ua/?op=1&z=5038&i=11>
<https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.10.68> (дата звернення: 14.09.2025).
 7. Семенюк С. Інформаційно-комунікаційні тренди сучасного світу. Соціально-економічні проблеми і держава. 2023. Вип. 2(29). С. 10–17. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2023/23ssbtss.pdf>
<https://doi.org/10.33108/sepd2023.02.010> (дата звернення: 10.09.2025).
 8. Циркулярна економіка: як новий спосіб господарювання в умовах цифрової трансформації. Колективна монографія. За науковою ред. к.е.н., доц. Татомир І. Л., к.е.н., доц. Квасній Л. Г. Трускавець: ПОСВІТ, 2021, 124 с. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/36401/113480.pdf?sequence=2&isAllowed=y> (дата звернення: 12.09.2025).
 9. Фалович В. А. Використання засобів логістичної інфраструктури в ланцюгу поставок. *Економіка та суспільство*. 2017. Вип. 10. С. 389–395. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/10_ukr/68.pdf (дата звернення: 14.09.2025).
 10. Balanay R., Halog A. Charting Policy Directions for Mining's Sustainability with Circular Economy. *Recycling*. 2016. no. 2. pp. 219–230. URL: <https://www.mdpi.com/2313-4321/1/2/219> <https://doi.org/10.3390/recycling1020219> (дата звернення: 10.09.2025).
 11. Boulding K. The Economics of the Coming Spaceship Earth. *Resources for the Future*. 1966. pp. 1–14. URL: http://arachnid.biosci.utexas.edu/courses/THOC/Readings/Boulding_SpaceshipEarth.pdf (дата звернення: 10.09.2025).
 12. Ellen MacArthur Foundation. Circular economy and the Covid-19 recovery. 2020. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/The-circular-economy-a-transformative-Covid19-recovery-strategy.pdf> (дата звернення: 10.09.2025).
 13. Економіка логістики: Навчальний посібник за заг. ред. Є. В. Крикавського, О. А. Похильченко. Видавництво Львівської політехніки, 2014. 640 с.
 14. Melnyk O., Horbal N., Zaliska L., Tiagnyriadko I. Circular economy model adoption for waste management in Ukraine: European experience. *Strategies, models and technologies of economic systems management in the context of international economic integration: collective monograph*. Riga, Latvia: Institute of Economics of the Latvian Academy of Sciences. 2020. 296 p.

15. Case Studies: Circular Economy Implementation in Ukraine. Kyiv: Resource Efficient and Cleaner production Centre, 2024. 44 p. URL: https://www.recpc.org/wp-content/uploads/2024/05/National-cases-of-CE_publication_Eng.pdf (дата звернення: 11.09.2025).
16. UNIDO. Towards the Circular Economy in Ukraine. 2024. URL: https://www.unido.org/sites/default/files/unido-publications/2024-08/Towards-the-Circular-Economy-Ukraine_ENG_online.pdf (дата звернення: 15.09.2025).

References

1. Gakhovych, N. H., Kushnirenko, O. M., Zarudna, O. S. (2020). Tsykularna ekonomika yak stratehichniy priorytet rozvytku hlobalnykh lantsiuhiv dodanoi vartosti [Circular economy as a strategic priority for the development of global value chains]. *Ekonomichnyi visnyk universytetu* [Economic Bulletin of the University]. Vol. 46, pp. 103–115. URL: https://www.researchgate.net/publication/344951166_Circular_economy_as_a_strategic_priority_of_global_value_chains_development (accessed: 11.09.2025).
2. Horbal, N. I., Lomaha, Y. R. (2022). Tsykularna ekonomika – osnova staloho rozvytku pidpriemstv [Circular economy as a basis for sustainable development of enterprises]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika». Seriiia «Problemy ekonomiky ta upravlinnia»* [Bulletin of Lviv Polytechnic National University. Series «Problems of Economics and Management»]. Vol. 6(1), pp. 9–24. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2022/apr/27434/220198verstka-11-26.pdf> <https://doi.org/10.23939/semi2022.01.009> (accessed: 10.09.2025).
3. Horbal, N. I., Plish, I. V. (2021). Tsykularni biznes-modeli dlia staloho rozvytku ukraïnskykh pidpriemstv [Circular business models for sustainable development of Ukrainian enterprises]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika». Seriiia «Problemy ekonomiky ta upravlinnia»* [Bulletin of Lviv Polytechnic National University. Series «Problems of Economics and Management»], vol. 5. no. 1, pp. 15–29. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2021/may/23584/210488verstka-17-31.pdf> <https://doi.org/10.23939/semi2021.01.015> (accessed: 14.09.2025).
4. Krykavskiy, Ye. V., Podzigun, S. M., Yakymyshyn, L. Ya. (2018). Dyfuzia irratsionalnoi biznes-povedinky v intehrovanykh orhanizatsiiakh [Diffusion of irrational business behavior in integrated organizations]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Ekonomichni nauky* [Bulletin of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences], no. 5. Vol. 2, pp. 102–104. URL: https://lib.khmnu.edu.ua/pdf/visnyk_tup/2018/VKNU-ES-2018-N5-T2.pdf DOI: [10.31891/2307-5740-2018-262-5\(2\)-102-104](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2018-262-5(2)-102-104) (accessed: 14.09.2025).
5. Mytsenko, I. M., Khadzhynov, I. V. (2022). Kontseptsii kruhovykh biznes-modelei klyuchovykh yevropeiskykh kompaniy [Concepts of circular business models of key European companies]. *Ekonomika i orhanizatsiia upravlinnia* [Economics and Organization of Management], no. 1(45), pp. 25–38. URL: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2022.1.3> (accessed: 15.09.2025).
6. Nagara, M. B. (2021). Tsykularna ekonomika: henezys, struktura, osoblyvosti [Circular economy: genesis, structure, features]. *Ekonomichna nauka* [Economic Science], no. 10, pp. 68–73. URL: <http://www.economy.in.ua/?op=1&z=5038&i=11> <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.10.68> (accessed: 14.09.2025).
7. Semeniuk, S. (2023). Informatsiino-komunikatsiini trendy suchasnoho svitu [Information and communication trends of the modern world]. *Sotsialno-ekonomichni problemy i*

- derzhava [Socio-Economic Problems and the State], vol. 2(29), pp. 10–17. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2023/23ssbtss.pdf> <https://doi.org/10.33108/sepd2023.02.010> (accessed: 10.09.2025).
8. Tatomyr, I. L., Kvasniy, L. H. (Eds.). (2021). Tsirkuliarna ekonomika: yak novyi sposib hospodaruvannya v umovakh tsyfrovoyi transformatsii [Circular economy: as a new way of management in conditions of digital transformation]. Truskavets: Posvit, 124 p. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/36401/113480.pdf?sequence=2&isAllowed=y> (accessed: 12.09.2025).
 9. Falovych, V. A. (2017). Vykorystannia zasobiv lohistychnoi infrastruktury v lantsiuhu postavok [Use of logistics infrastructure in the supply chain]. Ekonomika ta suspilstvo [Economy and Society], 10, 389–395. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/10_ukr/68.pdf (accessed: 14.09.2025).
 10. Balanay, R., Halog, A. (2016). Charting Policy Directions for Mining's Sustainability with Circular Economy. Recycling, no. 2, pp. 219–230. URL: <https://www.mdpi.com/2313-4321/1/2/219> <https://doi.org/10.3390/recycling1020219> (accessed: 10.09.2025).
 11. Boulding, K. (1966). The Economics of the Coming Spaceship Earth. Resources for the Future, 1–14. URL: http://arachnid.biosci.utexas.edu/courses/THOC/Readings/Boulding_SpaceshipEarth.pdf (accessed: 10.09.2025).
 12. Ellen MacArthur Foundation. (2020). Circular economy and the Covid-19 recovery. . URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/The-circular-economy-a-transformative-Covid19-recovery-strategy.pdf> (accessed: 10.09.2025).
 13. Krykavs'kyj Ye. V., Pokhyl'chenko O. A. (2014). Ekonomika lohistyky [The economy of logistics]. L'viv: L'vivs'ka politehnika, 640 p.
 14. Melnyk, O., Horbal, N., Zaliska, L., Tiagnyriadko, I. (2020). Circular economy model adoption for waste management in Ukraine: European experience. Strategies, models and technologies of economic systems management in the context of international economic integration: collective monograph. Riga, Latvia: Institute of Economics of the Latvian Academy of Sciences, 296 p.
 15. Case Studies: Circular Economy Implementation in Ukraine (2024). Kyiv: Resource Efficient and Cleaner Production Centre, 2024, 44 p. URL: https://www.recpc.org/wp-content/uploads/2024/05/National-cases-of-CE_publication_Eng.pdf (accessed: 11.09.2025).
 16. UNIDO. (2024). Towards the Circular Economy in Ukraine. URL: https://www.unido.org/sites/default/files/unido-publications/2024-08/Towards-the-Circular-Economy-Ukraine_ENG_online.pdf (accessed: 11.09.2025).



© 2025 Socio-Economic Problems and the State. All rights reserved.
 This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.
 You are free to:
 Share — copy and redistribute the material in any medium or format
 Adapt — remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.
 The licensor cannot revoke these freedoms as long as you follow the license terms.
 Under the following terms:
 Attribution — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made.
 You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.
 No additional restrictions
 You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.

Socio-Economic Problems and the State (ISSN: 2223-3822) is published by Academy of Social Management (ASM) and Ternopil Ivan Puluj National Technical University (TNTU), Ukraine, Europe.

Publishing with SEPS ensures:

- Immediate, universal access to your article on publication
- High visibility and discoverability via the SEPS website
- Rapid publication
- Guaranteed legacy preservation of your article
- Discounts and waivers for authors in developing regions

Submit your manuscript to a SEPS journal at <http://sepd.tntu.edu.ua>

