



DOI: 10.58423/2786-6742/2026-13-63-78
УДК 330.15:502.131.1:332.1

Віталій ВЕНГЕР

доктор економічних наук, професор,
головний науковий співробітник з покладанням обов'язків завідувача відділу торговельної та
промислової політики,
Державна установа “Інститут економіки та прогнозування Національної академії наук України”
м. Київ, Україна

ORCID ID: [0000-0003-1018-0909](https://orcid.org/0000-0003-1018-0909)

Scopus Author ID: [35759836300](https://scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35759836300)

Олена ГАНЖА

кандидат геологічних наук,
старший науковий співробітник відділу літології,
Інститут геологічних наук Національна академія наук України
м. Київ, Україна

ORCID ID: [0000-0001-8510-5618](https://orcid.org/0000-0001-8510-5618)

Scopus Author ID: [35362056000](https://scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35362056000)

Наталія РОМАНОВСЬКА

кандидат економічних наук, доцент,
старший науковий співробітник відділу торговельної та промислової політики,
Державна установа “Інститут економіки та прогнозування Національна академія наук України”
м. Київ, Україна

ORCID ID: [0000-0002-1377-7551](https://orcid.org/0000-0002-1377-7551)

Scopus Author ID: [57871566800](https://scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57871566800)

e-mail: romnatalina@gmail.com

(Corresponding author)

ЦИРКУЛЯРНІ МОДЕЛІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ВИДОБУВНОЇ ГАЛУЗІ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ГРОМАД

***Анотація.** Стаття присвячена обґрунтуванню циркулярної економіки як інструменту забезпечення сталого розвитку територіальних громад у контексті трансформації видобувної галузі, зокрема титанової промисловості України. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю переосмислення традиційної лінійної моделі використання мінерально-сировинних ресурсів, яка супроводжується значним утворенням відходів, екологічним навантаженням на території розміщення підприємств та недостатнім рівнем повторного залучення ресурсів у господарський обіг. Наголошується, що значні обсяги техногенних відходів гірничо-збагачувальних комбінатів (хвостосховища, відвали збагачення) формують прихований ресурсний потенціал, який містить цінні та критично важливі мінерали, включаючи ільменіт, рутил, циркон. Встановлено, що накопичення техногенних утворень одночасно створює екологічні ризики для територіальних громад та відкриває можливості для формування*



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



внутрішньої ресурсної бази й розвитку регіональної економіки. У статті доведено, що впровадження циркулярних моделей у видобувній галузі, зокрема ресурсної реновації техногенних родовищ, розвитку промислової симбіозності, замкнених матеріально-водних циклів, екологічної рекультивациі та інноваційних технологій переробки, забезпечує перехід до більш стійкої моделі територіального розвитку. Показано, що циркулярна трансформація видобувної галузі сприяє зменшенню залежності від первинних ресурсів, підвищенню ресурсоефективності, створенню доданої вартості на рівні громад та посиленню їх економічної стійкості. Обґрунтовано, що ефективна реалізація циркулярної економіки у сфері надрокористування потребує поєднання технологічних, інституційних, екологічних та управлінських рішень, а також активної участі органів місцевого самоврядування, підприємств, наукових установ та інвесторів. Результати дослідження підтверджують, що комплексне використання техногенних відходів як вторинного ресурсного потенціалу є важливим чинником сталого розвитку територіальних громад України, особливо в умовах сучасних економічних та безпекових викликів.

Ключові слова: циркулярна економіка, сталий розвиток, територіальні громади, техногенні відходи, рідкісноземельні елементи, титанова промисловість, вторинні ресурси, ресурсна ефективність.

JEL Classification: Q32, Q53, Q56, R58

Absztrakt. A tanulmány a körforgásos gazdaság szerepét vizsgálja és alapozza meg mint a kistérségek fenntartható fejlődését biztosító eszközt a kitermelőipar, különösen Ukrajna titániparának átalakulása összefüggésében. A kutatás aktualitását az indokolja, hogy szükségessé vált a hagyományos, lineáris ásványinyersanyag-felhasználási modell újragondolása, mivel azt jelentős hulladékképződés, a vállalatok működési területein jelentkező környezeti terhelés, valamint az erőforrások gazdasági körforgásba történő visszavezetésének elégtelen szintje jellemzi. A tanulmány hangsúlyozza, hogy a bányászati és ércdúsító üzemek jelentős mennyiségű technogén hulladék – különösen a zagytározók és a dúsítási meddőhányók – rejtett erőforrás-potenciált képvisel, amely értékes és kritikus fontosságú ásványokat, többek között ilmenitet, rutilt és cirkont tartalmaz. Megállapítást nyert, hogy a technogén képződmények felhalmozódása egyrészt környezeti kockázatokat jelent a kistérségek számára, másrészt lehetőséget teremt a belső erőforrásbázis kialakítására és a regionális gazdaság fejlesztésére. A tanulmány igazolja, hogy a körforgásos modellek bevezetése a kitermelőiparban – különösen a technogén lelőhelyek másodlagos erőforrásként történő hasznosítása, az ipari szimbiózis fejlesztése, a zárt anyag- és vízkörforgások kialakítása, az ökológiai rekultiváció, valamint az innovatív feldolgozási technológiák alkalmazása – elősegíti a fenntarthatóbb területi fejlődési modellre való áttérést. Bemutatásra kerül, hogy a kitermelőipar körforgásos átalakítása hozzájárul az elsődleges erőforrásoktól való függőség csökkentéséhez, az erőforrás-hatékonyság növeléséhez, a hozzáadott érték helyi szintű megteremtéséhez, valamint a kistérségek gazdasági ellenálló képességének erősítéséhez. A tanulmány alátámasztja, hogy a körforgásos gazdaság hatékony megvalósítása az ásványvagyon-hasznosítás területén technológiai, intézményi, környezeti és irányítási megoldások összehangolását, továbbá a helyi önkormányzatok, vállalkozások, tudományos intézmények és befektetők aktív részvételét igényli. A kutatás eredményei megerősítik, hogy a technogén hulladékok másodlagos erőforrás-potenciálként történő komplex hasznosítása Ukrajna kistérségeinek fenntartható fejlődése szempontjából fontos tényező, különösen a jelenlegi gazdasági és biztonsági kihívások körülményei között.

Kulcsszavak: körforgásos gazdaság, fenntartható fejlődés, kistérségek, technogén hulladékok, ritkaföldfémek, titánipar, másodlagos erőforrások, erőforrás-hatékonyság.



Abstract. *The article is devoted to justifying the circular economy as a mechanism for ensuring the sustainable development of local communities in the context of the transformation of the extractive industry, particularly Ukraine's titanium industry. The relevance of the study is determined by the need to rethink the traditional linear model of mineral resource use, which is associated with substantial waste generation, environmental pressure on the areas where enterprises operate, and an insufficient level of resource reintegration into economic circulation. It is argued that significant volumes of industrial waste from mining and processing plants (tailings ponds, processing dumps) provide a hidden resource potential containing valuable and critically important minerals. It has been established that the accumulation of technologically generated waste simultaneously poses environmental risks to local communities and opens opportunities for the formation of an internal resource base and the development of the local economy. The article proves that the implementation of circular models in the extractive industry, specifically, the resource-based renewal of technogenic resources, the development of industrial symbiosis, closed material and water cycles, ecological reclamation, and innovative processing technologies, ensures the transition to a more sustainable model of territorial development. It is shown that the circular transformation of the extractive industry reduces dependence on primary resources, increases resource efficiency, generates value added at the community level, and strengthens their economic resilience. It is substantiated that the effective implementation of the circular economy in the field of subsoil use requires the integration of technological, institutional, environmental, and managerial solutions, as well as the active involvement of local self-government bodies, enterprises, research institutions, and investors. The results of the study confirm that the complex use of technogenic waste as a secondary resource is an important factor in the sustainable development of local communities in Ukraine, especially in the context of current economic and security challenges.*

Keywords: *circular economy, sustainable development, local communities, industrial waste, rare earth elements, titanium industry, recycled resources, resource efficiency.*

Постановка проблеми. Україна належить до провідних країн світу за обсягами та видами мінерально-сировинних ресурсів – паливних (вугілля, природний газ, нафта), рудних (залізні, марганцеві, уранові, титанові та ін.) і нерудних (солі, графіт, сірка, каолін та ін.) корисних копалин. Наявність таких запасів мінерально-сировинних ресурсів обумовлює важливість розвитку видобувної галузі та створення переробних потужностей для виробництва продукції з високою доданою вартістю й забезпечення потреб як внутрішнього, так і глобального ринку. Проте сучасний розвиток видобувної галузі України супроводжується низкою системних проблем, зокрема високою ресурсо- та енергоємністю виробництва, значним техногенним навантаженням на довкілля, накопиченням відходів видобутку, зношеністю виробничих потужностей, а також недостатністю інвестицій для впровадження екологічно безпечних і ресурсоефективних технологій. В умовах воєнних викликів зазначені проблеми набувають особливої гостроти на рівні територіальних громад, у межах яких функціонують видобувні підприємства. В цьому контексті важливим є забезпечення доступу до рідкісноземельних елементів (РЗЕ), які є необхідними для розвитку високотехнологічних галузей промисловості, енергетичного переходу та інтеграції до ГЛДВ. Зростання світового попиту на РЗЕ як невід'ємної складової високотехнологічного виробництва та обмеженість первинних ресурсів формують ризики їх дефіциту. Це актуалізує необхідність



використання внутрішніх можливостей країни, зокрема шляхом впровадження циркулярних моделей у видобувній галузі, а саме повторного використання, переробки техногенних відходів та відвалів і підвищення ефективності використання ресурсів.

Інвестиційні можливості в добувній галузі України охоплюють розробку родовищ РЗЕ, видобуток і переробку титану, цирконію, літію, графіту та інших, а також залучення вторинних ресурсів із техногенних відходів і хвостів збагачення. Зростання глобального попиту на графіт і РЗЕ, що широко застосовуються у виробництві електроніки та технологіях відновлюваної енергетики, формує додаткові можливості для розвитку відповідних галузей в Україні. Водночас тривала експлуатація родовищ, активна розвідка та розробка яких здійснюються з 1950-х років, відкриває перспективи для впровадження практик вторинної переробки техногенних відходів і відвалів, накопичених у результаті діяльності гірничодобувних підприємств на території країни.

Одним з основних напрямків видобувної галузі України залишається видобуток титанової сировини, що пов'язано зі значною кількістю титанових та титан-цирконієвих родовищ в межах Української розсипної провінції [1]. За даними USGS (Геологічної служби США) станом на 2025 рік Україна має 2% світового ринку (0,2 млн т) видобутку титанової сировини та входить до ТОП-5 світових виробників рутилу (близько 10 тис. т). В свою чергу це призводить до зростання площ відвалів та відходів, що можуть слугувати об'єктами вторинної переробки та мати в перспективі позитивний вплив на розвиток місцевих громад, зокрема у формуванні комплексної моделі сталого розвитку, яка поєднує економічні, екологічні та соціальні аспекти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні наукові підходи до формування моделі сталого розвитку громад базуються на поєднанні глобальних концепцій сталості, інституційної економіки та децентралізаційних трансформацій. У цьому контексті важливим є аналіз як зарубіжних, так і вітчизняних досліджень.

Теоретичне підґрунтя сталого розвитку значною мірою сформовано у працях зарубіжних науковців, які розглядають його крізь призму циркулярної економіки. Зокрема, у дослідженні М. Гейсдорфер, П. Саважет, Н. Бокен, Е. Гультінк [2] обґрунтовано циркулярну економіку як нову парадигму сталого розвитку, що поєднує економічні, екологічні та соціальні аспекти. П. Гісселліні, К. Чіалані, С. Ульджіаті [3] акцентують увагу на переході до збалансованої взаємодії економічних та екологічних систем, підкреслюючи необхідність системних змін у виробництві та споживанні. У праці Й. Кіргерр, Д. Райке, М. Геккерт [4] узагальнено численні підходи до визначення циркулярної економіки, що дозволяє сформулювати більш комплексне бачення сталого розвитку як багатовимірного процесу. Важливим напрямом досліджень є інституційні чинники розвитку територій. А. Родрігес-Посе доводить визначальну роль інституцій у забезпеченні регіонального розвитку, підкреслюючи їх вплив на



ефективність використання ресурсів [5]. У свою чергу, П. Смоук розглянув децентралізацію як базовий інструмент реформування публічного сектору, що безпосередньо впливає на розвиток місцевих громад [6]. Для оцінки сталості розвитку територій OECD [7] розробило систему індикаторів «зеленого зростання». Практичні аспекти реалізації концепції сталого розвитку наведено у праці П. Лейсі, Й. Рутквіст [8] та розглянуто трансформацію відходів у ресурс («waste-to-wealth») як один із основних напрямів досягнення економічної ефективності та екологічної безпеки. В дослідженнях М. Райнера та П. Деймека визначено можливості впровадження принципів сталості у виробничі процеси [9].

Суттєвий внесок у розвиток теорії та практики сталого розвитку громад здійснили українські науковці. Так, А. Мацерук [10] дослідив проблеми забезпечення сталого розвитку громад в умовах воєнних викликів, акцентуючи увагу на необхідності адаптивних механізмів управління. Л. Симоненко, О. Іванюк та М. Плотнікова [11] розглядають сталий розвиток сільських територій через призму соціально-економічних та екологічних чинників, підкреслюючи важливість комплексного підходу. У роботі Н. Ушенко та А. Тупіки [12] проаналізовано підходи до сталого розвитку в умовах глобалізації, що дозволяє врахувати міжнародний досвід у формуванні локальних стратегій. М. Миколайчук, Г. Куспльак і І. Куспльак [13] обґрунтували інструменти стимулювання сталого розвитку на місцевому рівні, зокрема через механізми державного управління. Дослідження Е. Юрія, Д. Галіщука [14] присвячене оцінці динаміки індикаторів сталого розвитку України та їх взаємозв'язку з бюджетною політикою. А. Огієнко [15] розглядає сталий розвиток на рівні підприємств, що є важливим для формування економічної бази громад, а Г. Разумова [16] узагальнює теоретичні підходи до розуміння феномену сталого розвитку, що сприяє формуванню цілісної концептуальної моделі.

Узагальнення наведених наукових підходів свідчить, що у дослідженнях сформовано вагоме теоретичне підґрунтя сталого розвитку крізь призму циркулярної економіки, розкрито роль інституційних чинників, децентралізації та індикаторів «зеленого зростання», а також запропоновано окремі прикладні підходи до впровадження принципів сталості, зокрема моделі типу «waste-to-wealth» і інструменти державного управління розвитком територій. Водночас, попри отримані результати, проблема не отримала комплексного вирішення, оскільки відсутній цілісний підхід до інтеграції зазначених елементів у забезпеченні сталого розвитку територіальних громад з урахуванням галузевої специфіки, передусім видобувної діяльності, а також механізмів практичної імплементації циркулярних моделей і узгодження економічних, екологічних та соціальних інтересів на регіональному рівні.

У контексті дослідження вилучення рідкісноземельних елементів із хвостів збагачення титан-цирконієвих руд підтверджується доцільність розгляду техногенних утворень як складової внутрішнього ресурсного потенціалу громад,



підкреслюючи потребу в інституційній, технологічній та інвестиційній підтримці для їх повноцінної реалізації [17]. Водночас значна увага наукової спільноти зосереджена на розвитку новітніх технологій вторинної переробки відходів та відвалів титанової сировини, що підтверджується активізацією досліджень у цій сфері та впровадженням відповідних практик у країнах із розвиненою видобувною промисловістю. Зокрема, це досвід Австралії, яка є одним із світових лідерів з видобутку титанових мінералів (ільменіту, рутилу та лейкоксену) і за тривалий період експлуатації родовищ накопичила значні обсяги відходів збагачення, що нині розглядаються як стратегічний вторинний ресурс. У наукових публікаціях, присвячених австралійському досвіду, проведено ґрунтовний аналіз технологій сепарації та геохімічних характеристик техногенних пісків, що дозволяє обґрунтувати можливості їх повторного залучення до господарського обігу. За десятиліття роботи гігантських кар'єрів у країні накопичилися мільярди тон відходів збагачення, які сьогодні розглядаються як стратегічний резерв. Зокрема, використання техногенної сировини на заводах в Квінані та Кемертоні [18]. У наукових і аналітичних джерелах описано процеси рекультивациі та поетапного повернення до 97% видобутого матеріалу у природний ландшафт після вилучення титанових мінералів [19].

В зарубіжних публікаціях проблематика переробки хвостів ванадій-титаномагнетитових руд розглядається як перехід до циркулярної економіки, з акцентом на розвиток інноваційних технологій вилучення металів (зокрема магнітного відновлювального, хлорувального та гідрометалургійного вилуговування), які, попри значний потенціал підвищення екологічності та ресурсоефективності, потребують подальшого вдосконалення й інтеграції [20]. Австралійський досвід є надзвичайно актуальним для України, оскільки мінеральний склад наших ільменітоносних пісків, зокрема в Житомирській області багато в чому схожий на австралійські розсипи.

Лідером на ринку утилізації вторинної сировини за 2025–2026 роки є КНР. В статті [20] проведено аналіз передових методів з традиційними, підкреслюючи їх позитивні екологічні аспекти та переваги для відновлення ресурсів. У статті [21] розглядається стан вилучення цінних металів з хвостів ванадійвмісного титанмагнетиту з точки зору традиційних та нових методів використання ресурсів, запропоновано перспективи нових методів, особливо методу біологічного вилуговування.

На сьогодні у світі вже проведено значні дослідження щодо вилучення металів із техногенних відходів, що відповідає принципам циркулярної економіки, де хвостосховища та відвали більше не розглядаються як екологічна загроза, а як перспективна ресурсна база. Водночас залишаються невирішеними питання технологічної складності глибокої переробки відходів, бракує розвинених гідрометалургійних процесів і ефективних механізмів управління ресурсами на місцевому рівні. Зазначені підходи частково відповідають



поставленим цілям, оскільки підтверджують доцільність стратегічного курсу та його екологічні переваги, що передбачають розвиток технологій, посилення інституційної підтримки та активізацію інвестиційної діяльності з метою трансформації техногенних відходів у внутрішній ресурсний потенціал територіальних громад і забезпечення збалансованого поєднання економічного розвитку з екологічною модернізацією. Таким чином, проведений аналіз літератури свідчить про наявність значного наукового доробку у сфері сталого розвитку, однак потребує подальшого узагальнення підходів до формування комплексної моделі сталого розвитку територіальних громад з урахуванням сучасних викликів, зокрема воєнних, економічних та екологічних.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри значний науковий доробок, залишаються недостатньо дослідженими такі аспекти: інтеграція техногенних ресурсів у економіку громад; розробка комплексної моделі сталого розвитку на локальному рівні; поєднання економічної вигоди з екологічною реабілітацією територій; інституційні механізми реалізації принципів циркулярної економіки.

Особливо недостатньо розробленими є питання використання техногенних відходів як джерела доданої вартості та інструменту розвитку громад. В Україні розробляються та активно досліджуються техногенні родовища, однак на сьогодні ці напрямки розробки не пов'язані з відвалами та відходами діяльності гірничо-збагачувальних та гірничо-металургійних комбінатів титанової сировини.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є обґрунтування концептуальних засад та розробка практичних рекомендацій щодо впровадження циркулярних моделей трансформації видобувної галузі з метою забезпечення сталого розвитку територіальних громад.

Методи та методологія. Дослідження здійснювалося відповідно концепції сталого розвитку, циркулярної економіки та інституційної теорії, що дозволило оцінити потенціал трансформації добувної галузі України з урахуванням досягнення екологічних, економічних та соціальних індикаторів ЦСР. Для досягнення мети застосовано статистичний аналіз (оцінка техногенних відходів, їх складу та екологічних ризиків); аналітичний метод (систематизація національних і міжнародних досліджень, визначення чинників ефективності циркулярних моделей); порівняльний метод (зіставлення українських практик із зарубіжним досвідом Австралії, КНР та країн ЄС); системний підхід (інтеграція технологічних, інституційних та управлінських рішень у комплексну модель сталого розвитку громад); метод експертних оцінок (визначення пріоритетних напрямів впровадження циркулярних технологій у добувній галузі).

Джерельна база дослідження охопила офіційну статистику (USGS, Державна служба геології та надр України), стратегічні документи ЄС та ООН, а також наукові публікації українських та зарубіжних авторів.

Основні результати дослідження. Сталий розвиток територіальних громад є багатовимірним процесом, що передбачає гармонізацію взаємодії економічних, соціальних, екологічних та інституційних складових. У сучасних умовах особливого значення набуває забезпечення сталого розвитку територіальних громад, що безпосередньо пов'язано із впровадженням принципів відповідального ведення бізнесу, закріплених у концепції Керівних принципів ОЕСР [22]. В умовах воєнних викликів це означає необхідність активної участі бізнесу у відновленні територій, зниженні екологічних ризиків, підтримці зайнятості та зміцненні соціальної стійкості громад. Важливим є впровадження принципів циркулярної економіки, які передбачають мінімізацію відходів, повторне використання ресурсів та формування замкнених виробничих циклів, що сприяє зниженню екологічного навантаження в громадах, створюючи додаткові економічні можливості, що показано на рис. 1.

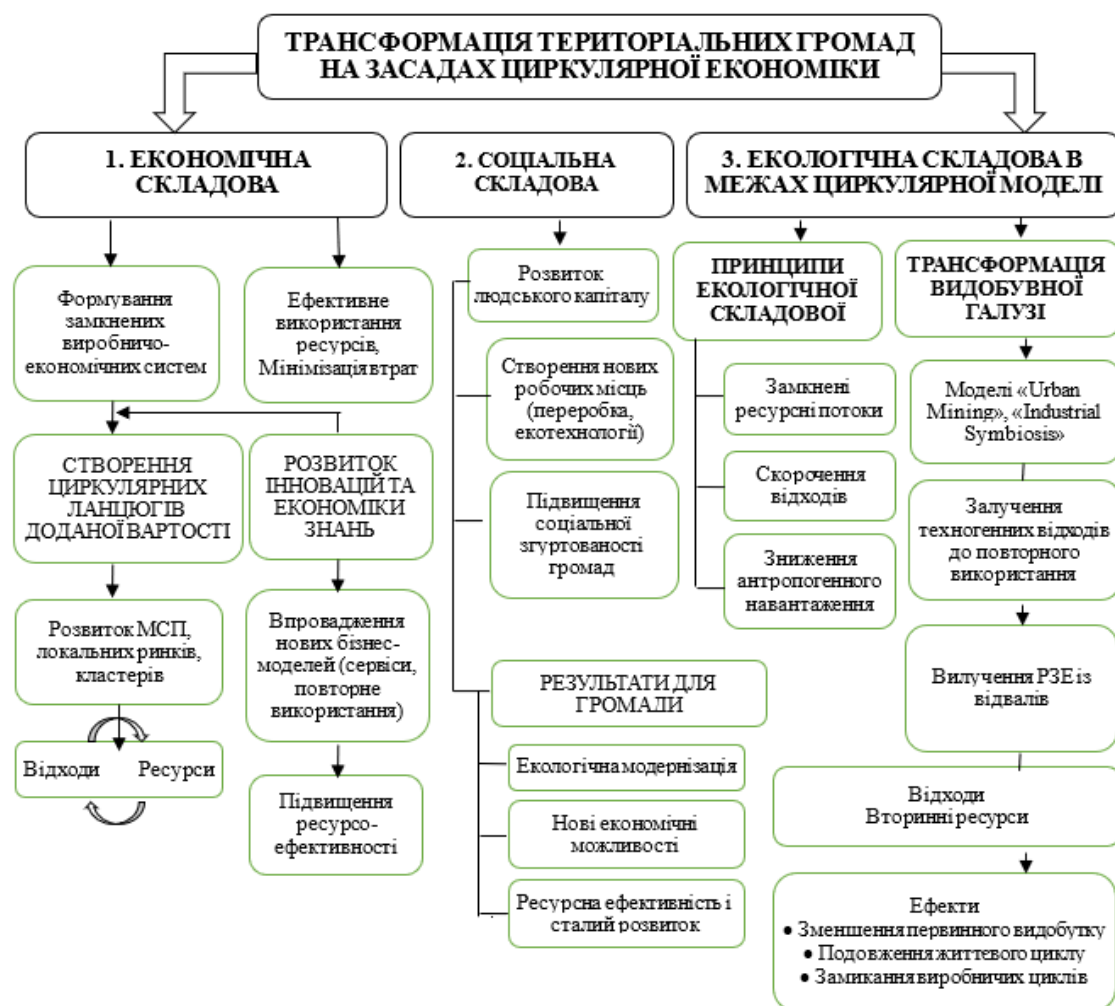


Рис. 1. Концептуальна схема сталого розвитку територіальних громад на засадах циркулярної економіки

Джерело: розробка авторів



З позицій циркулярної економіки економічна та соціальна складові сталого розвитку територіальних громад трансформуються у напрямі підвищення ефективності використання ресурсів, мінімізації відходів, формування замкнених виробничих циклів, а також зміцнення локальної зайнятості та соціальної згуртованості через розвиток нових видів діяльності, пов'язаних із переробкою, повторним використанням і відновленням ресурсів. Цьому сприяє розвиток МСП і кластерних об'єднань, де формуються циркулярні ланцюги доданої вартості, а відходи одних виробництв стають ресурсами для інших. Водночас соціальний вимір циркулярної економіки проявляється через створення нових робочих місць у сфері переробки, відновлення ресурсів та екологічних технологій, розвиток людського капіталу та підвищення рівня соціальної згуртованості громад.

Екологічна складова в межах циркулярної моделі базується на принципах замкнених ресурсних потоків, скорочення відходів та зниження антропогенного навантаження на довкілля. Зокрема, у контексті трансформації видобувної галузі особливого значення набувають такі моделі, як промислова симбіозність (*industrial symbiosis*) – концепція спільного використання ресурсів, енергії та побічних продуктів між підприємствами, яке втілюється в екоіндустріальних парках [23] «міський видобуток» (*urban mining*), що передбачає вилучення цінних матеріалів із техногенних та антропогенних запасів, включно з відходами виробництва та споживання [24]; замкнені цикли видобутку та переробки (*closed-loop systems*), які забезпечують повернення матеріалів у виробничий цикл без втрати їхньої цінності [25], а також підхід «від колиски до колиски», який передбачає проєктування матеріалів і процесів із повним поверненням у біологічні або технічні цикли [26].

У гірничо-збагачувальних комбінатах модель «міського видобутку» (*urban mining*) трансформується у форму техногенного видобутку, що передбачає повторне вилучення цінних компонентів із хвостосховищ, відвалів і шлаків як антропогенних мінеральних родовищ. Такий підхід забезпечує інтеграцію техногенних відходів у ресурсний цикл і є важливим елементом циркулярної трансформації видобувної галузі. Вилучення РЗЕ із відвалів у цьому випадку виступає інструментом перетворення накопичених відходів на вторинні ресурси, що дозволяє зменшити залежність від первинного видобутку, подовжити життєвий цикл матеріалів і забезпечити замикання виробничих циклів. Це сприяє не лише екологічній модернізації, але й формуванню нових економічних можливостей для громад, поєднуючи ресурсну ефективність із принципами сталого розвитку.

Розглянемо можливості титанового сектору для інтеграції принципів циркулярної економіки. В Україні існують техногенні титанові родовища, хоча вони частіше фігурують у документах як «хвостосховища» або «відвали збагачення». Оскільки Україна є одним із світових лідерів за запасами природного титану, за десятиліття видобутку накопичилися мільйони тон



відходів, які самі по собі стали цінним ресурсом. В українських техногенних титанових покладах міститься не лише основна сировина, а й супутні критичні матеріали: ільменіт та рутил (основні джерела титану), циркон (використовується в ядерній енергетиці та кераміці), скандій та ванадій (сучасні технології дозволяють вилучати їх саме з техногенної сировини більш ефективно, ніж з первинної руди).

Техногенні поклади титану прив'язані до місць роботи великих гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК). Найбільші концентрації знаходяться у Житомирській, Дніпропетровській та Кіровоградській областях. Відвали Іршанського та Межирічного ГЗК в межах Житомирської області десятиліттями накопичували «хвости» збагачення ільменітових руд. У цих пісках залишається значний відсоток ільменіту, який не вдалося вилучити технологіями минулого століття. Хвостосховища Вільногірського ГМК (Малишевське родовище, Дніпропетровська область), окрім титану (ільменіту, рутилу), містять значні запаси циркону та РЗЕ. Відходи збагачення Бирзулівського родовища (ТОВ Велта, Кіровоградська область) містять певну кількість циркону, рутилу, ставроліту, дистену апатиту, які можна вилучати з техногенних родовищ. Апатит є класичним носієм РЗЕ, особливо легких лантанодів (La, Ce, Pr, Nd). Циркон також часто містить домішки РЗЕ (особливо Y, Ce, Nd).

Крім стратегічної сировини, відвали та відходи можна розглядати як джерела піску, глини та каоліну. Найбільша частка хвостів – це чистий кварцовий пісок, який після промивки може використовуватися у будівництві. Частина родовищ має високий вміст глини (в середньому 15-30%, подекуди до 50%). Це створює певні труднощі при збагаченні (потребує багато води), але ці хвости є потенційною сировиною для керамічної промисловості. Поклади каоліну з відвалів можуть стати ресурсом для виробництва цегли, плитки та вогнетривів.

Вилучення РЗЕ з техногенних відвалів безпосередньо відповідає принципам циркулярної економіки, але з певними застереженнями щодо умов реалізації. Процеси залучення вторинних ресурсів із техногенних відходів здатні забезпечити формування ресурсної бази, створюють передумови для економічної диверсифікації, сприяють зниженню екологічних ризиків, пов'язаних із накопиченням техногенних відвалів, а також генерують додану вартість безпосередньо в місцях їх розміщення. Водночас відповідність таких практик принципам циркулярної економіки визначається як фактом повторного використання ресурсів, так і дотриманням низки вимог. Зокрема, технології вилучення мають бути екологічно безпечними та не призводити до вторинного забруднення довкілля, економічно доцільними з огляду на повний життєвий цикл, інтегрованими у загальну систему управління відходами, а також забезпеченими належним інституційним регулюванням і контролем. У протилежному випадку, за наявності значних викидів, утворення токсичних відходів або деградації територій, такі практики доцільно розглядати не як



реалізацію циркулярної моделі, а як обмежену форму ресурсного використання. Отже, вилучення РЗЕ з титанових відвалів можна розглядати як приклад прикладної циркулярної економіки, що поєднує рециклінг ресурсів, екологічну рекультивацію, економічний розвиток територій.

Трансформація видобувної галузі у територіальних громадах на засадах циркулярної економіки передбачає формування комплексної моделі управління техногенними ресурсами, що інтегрує економічні, екологічні, соціальні та інституційні складові сталого розвитку:

1. *Ресурсна реновація техногенних родовищ* передбачає повторне залучення хвостосховищ і відвалів ГЗК як вторинної мінеральної сировини з вилученням титану (ільменіт, рутил), циркону, скандію, ванадію та РЗЕ. Такий підхід формує ресурсні бази громад і знижує залежність від первинного видобутку.

2. *Формування циркулярних виробничих кластерів у громадах* передбачає інтеграцію процесів переробки накопичених відходів, їх збагачення та повторного використання у межах однієї території з метою мінімізації втрат ресурсів. Такий підхід орієнтований на впровадження практик циркулярної економіки, зокрема екологічну реабілітацію територій, повторне використання побічних продуктів переробки та зменшення негативного впливу на довкілля.

3. *Розвиток замкнених матеріально-водних циклів у видобувних процесах, а саме* впровадження технологій оборотного водокористування, повторного збагачення хвостів та рециклінгу технологічних реагентів з метою мінімізації утворення відходів і зниження екологічного навантаження на території громад.

4. *Рекультивація та екологічна трансформація техногенних ландшафтів на основі* поєднання видобувної діяльності з відновленням ґрунтів через перетворення відвалів і хвостосховищ у безпечні або економічно продуктивні території (сировинні, будівельні або рекреаційні ресурси громад).

5. *Розвиток інноваційних технологій вилучення РЗЕ з поширенням* використання сучасних гідрометалургійних, флотаційних та біотехнологічних методів для ефективного вилучення РЗЕ та супутніх елементів із техногенних родовищ, що підвищує економічну доцільність циркулярних процесів.

6. *Формування системи сприятливого регулювання циркулярних моделей надокористування*, що включає механізми моніторингу, екологічного контролю, впровадження ESG принципів, інвестиційного стимулювання та партнерства між бізнесом, місцевою владою і науковими установами.

7. *Посилення економічної стійкості громад через циркулярні моделі* видобувної галузі, що передбачає диверсифікацію економіки громад шляхом створення нових виробництв на основі техногенної сировини.

Практична реалізація моделі сталого розвитку громад потребує консолідації зусиль органів місцевого самоврядування, бізнесу, громадськості та міжнародних партнерів у сфері переробки техногенних відвалів і відходів як стратегічного ресурсу для джерела економічного зростання та екологічної відновлюваності територій. Ефективне партнерство між цими суб'єктами



дозволяє забезпечити синергію ресурсів і знань, що є необхідною умовою досягнення сталого розвитку.

Водночас важливим є використання кращих міжнародних практик та адаптація їх до національних умов, що сприятиме підвищенню ефективності реалізації політики сталого розвитку на місцевому рівні.

Висновки і перспективи подальших наукових досліджень. У результаті проведеного дослідження обґрунтовано, що сталий розвиток територіальних громад є комплексним багатовимірним процесом, який передбачає інтеграцію економічних, соціальних, екологічних та інституційних складових. Встановлено, що ефективність функціонування громади визначається не лише наявністю ресурсного потенціалу, але й рівнем інституційної спроможності, якістю управлінських рішень для впровадження циркулярних моделей, що дозволяє адаптуватися до зовнішніх і внутрішніх викликів. Визначено, що економічна складова моделі сталого розвитку громад повинна включати модернізацію технологій глибокої переробки сировини, створення локальних виробничих ланцюгів, залучення інвестицій у переробку хвостів і відвалів, а також впровадження стимулів для бізнесу щодо повторного використання ресурсів. Важливими є також розвиток публічно-приватного партнерства, екологічний моніторинг і рекультивация земель, що у сукупності дозволить перетворити проблеми видобувної галузі на можливості для сталого розвитку громад. Окреслено перспективи застосування циркулярної економіки на територіях діяльності гірничих підприємств титанової спеціалізації. Встановлено, що Житомирська, Дніпропетровська та Кіровоградська області мають значний потенціал для вторинної переробки техногенних титанових покладів.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленні методичних підходів до оцінювання ефективності реалізації політики сталого розвитку громад, зокрема шляхом удосконалення системи індикаторів з урахуванням сучасних викликів та європейських стандартів.

Актуальним є також дослідження механізмів фінансового забезпечення сталого розвитку, включаючи використання інноваційних інструментів, таких як «зелені» фінанси та соціальні інвестиції. Подальшого наукового опрацювання потребують питання цифрової трансформації управління громадами, розвитку смарт-рішень та їх впливу на ефективність використання ресурсів. Важливим напрямом є вивчення особливостей відновлення та сталого розвитку громад у повоєнний період, а також адаптації міжнародного досвіду до умов України з урахуванням інституційних та соціально-економічних особливостей регіонів.

Фінансування. Наукова стаття підготовлена в межах виконання науково-дослідної роботи «Технології вилучення рідкісноземельних елементів з техногенних відвалів та відходів виробництва для сталого розвитку територіальних громад» (реєстраційний номер 2023.01/0933) відповідно до Договору про надання грантової підтримки Національного фонду досліджень України в рамках конкурсу «Передова наука в Україні 2026–2028».



Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що не мають конфлікту інтересів.

Декларація про використання ШІ. Під час підготовки рукопису автори частково використовували інструменти штучного інтелекту ChatGPT для редагування тексту. Усі результати, висновки та інтерпретації є виключно авторським внеском.

Список використаних джерел

1. Ganzha O. A., Kovalchuk M. S., Kuzmanenko H. O. Zirconium-titanium deposits of Ukraine placer province: genesis, geological characteristics and mineralogy. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2025. Vol. 34, no. 2. P. 275–291. DOI: <https://doi.org/10.15421/112524>
2. Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N. M. P., Hultink E. J. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 143. P. 757–768. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
3. Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*. 2016. Vol. 114. P. 11–32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
4. 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
5. Rodríguez-Pose A. Do institutions matter for regional development? *Regional Studies*. 2013. Vol. 47, no. 7. P. 1034–1047. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343404.2012.748978>
6. Smoke P. Rethinking decentralization: Assessing challenges to a popular public sector reform. *Public Administration and Development*. 2015. Vol. 35, no. 2. P. 97–112. DOI: <https://doi.org/10.1002/pad.1703>
7. OECD. Green Growth Indicators. Paris : OECD Publishing, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264268586-en>
8. Lacy P., Rutqvist J. *Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage*. London : Palgrave Macmillan, 2015.
9. Engineering Aspects of Food Emulsification and Homogenization / eds. by M. Rayner, P. Dejmek. Boca Raton : CRC Press, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1201/b18436>
10. Мацерук А. Забезпечення сталого розвитку громад в умовах війни: проблеми та інструменти їх вирішення. *Київський економічний науковий журнал*. 2024. № 7. С. 105–111. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-765X/2024-7-15>
11. Симоненко Л., Іванюк О., Плотнікова М. Сталий розвиток сільських територій у сучасних умовах: соціально-економічний й екологічний аспекти. *Український економічний часопис*. 2024. № 4. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-8273/2024-4-11>
12. Ушенко Н., Тупіка А. Сталий розвиток міст України в умовах глобалізації: зарубіжні та вітчизняні підходи. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2025. Vol. 338, no. 1. С. 354–363. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-338-52>
13. Миколайчук М., Куспляк Г., Куспляк І. Сталий розвиток та інструменти стимулювання його досягнення на місцевому рівні. *Теоретичні та прикладні питання державотворення*. 2022. № 27. DOI: <https://doi.org/10.35432/tisb272022276521>



14. Юрій Е., Галішук Д. Сталий розвиток України: оцінка динаміки ключових індикаторів і бюджетні взаємозв'язки. *Науковий вісник Чернівецького національного університету*. 2025. № 2. С. 152–156. DOI: <https://doi.org/10.32782/ecovis/2025-2-21>
15. Огієнко А. Сталий розвиток підприємства: сутність поняття, перспективи та перешкоди. *Modeling the Development of the Economic Systems*. 2024. № 3. С. 222–228. DOI: <https://doi.org/10.31891/mdes/2024-13-31>
16. Разумова Г. В. Дослідження феномену сталого розвитку. *Економічний простір*. 2022. № 177. С. 14–19. DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/177-2>
17. Ukraine boosts mineral sands sector development. *Interfax-Ukraine*. URL: <https://en.interfax.com.ua/news/economic/1103129.html> (дата звернення: 01.04.2026).
18. Sarcevic A. Advancements in Mineral Sands Sector: Modernizing Upstream Production. *Journal of Mining and Metallurgy*. 2026. Vol. 12, no. 1. P. 15–28.
19. Minerals Council of Australia. *Mineral sands industry overview*. 2020. URL: https://minerals.org.au/wp-content/uploads/2023/01/Mineral-sands_May-2020.pdf (дата звернення: 01.04.2026).
20. Hu C., Yang Z., He M. et al. From waste to wealth: current advances in recycling technologies for metal recovery from vanadium-titanium magnetite tailings. *Journal of Sustainable Metallurgy*. 2024. Vol. 10. P. 1007–1035. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40831-024-00847-w>
21. Zhan Y., Wang J., Zeng L. et al. Current situation, challenge and path of vanadium-titane magnetite tailings resource utilization at the background of “circular economy”. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*. 2025. Vol. 46, no. 6. P. 122–131. DOI: <https://doi.org/10.12476/kczhly.202301140018>
22. OECD. OECD Due Diligence Guidance for Responsible Business Conduct. Paris : OECD Publishing, 2018. URL: https://www.oecd.org/uk/publications/2018/02/oecd-due-diligence-guidance-for-responsible-business-conduct_c669bd57.html (дата звернення: 01.04.2026).
23. OECD. Industrial symbiosis: Kalundborg Symbiosis. 2018. URL: <https://www.oecd.org/cfe/regional-policy/industrial-symbiosis.html> (дата звернення: 01.04.2026).
24. UNEP. City-level decoupling: Urban resource flows and the governance of infrastructure transitions. 2013. URL: <https://www.unep.org/resources/report/city-level-decoupling-urban-resource-flows-and-governance-infrastructure> (дата звернення: 01.04.2026).
25. Ellen MacArthur Foundation. Towards the Circular Economy. 2013. URL: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Circular%20economy%202.pdf> (дата звернення: 01.04.2026).
26. McDonough W., Braungart M. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. New York : North Point Press, 2002. URL: <https://mcdonough.com/cradle-to-cradle/> (дата звернення: 01.04.2026).



References

1. Ganzha, O. A., Kovalchuk, M. S., & Kuzmanenko, H. O. (2025). Zirconium-titanium deposits of Ukraine placer province: Genesis, geological characteristics and mineralogy. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 34(2), 275–291. <https://doi.org/10.15421/112524>
2. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, (143), 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
3. Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, (114), 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
4. 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>
5. Rodríguez-Pose, A. (2013). Do institutions matter for regional development? *Regional Studies*, 47(7), 1034–1047. <https://doi.org/10.1080/00343404.2012.748978>
6. Smoke, P. (2015). Rethinking decentralization: Assessing challenges to a popular public sector reform. *Public Administration and Development*, 35(2), 97–112. <https://doi.org/10.1002/pad.1703>
7. OECD. (2017). *Green growth indicators 2017*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264268586-en>
8. Lacy, P., & Rutqvist, J. (2015). *Waste to wealth: The circular economy advantage*. Palgrave Macmillan.
9. Rayner, M., & Dejmek, P. (Eds.). (2015). *Engineering aspects of food emulsification and homogenization*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b18436>
10. Matseluk, A. (2024). Ensuring sustainable development of communities in wartime: Problems and tools for their solution. *Kyivskiy ekonomichnyi naukovyi zhurnal*, (7), 105–111. <https://doi.org/10.32782/2786-765X/2024-7-15> [in Ukrainian].
11. Symonenko, L., Ivaniuk, O., & Plotnikova, M. (2024). Sustainable development of rural areas in modern conditions: Socio-economic and environmental aspects. *Ukrainskyi ekonomichnyi chasopys*, (4), 60–64. <https://doi.org/10.32782/2786-8273/2024-4-11> [in Ukrainian].
12. Ushenko, N., & Tupika, A. (2025). Sustainable development of Ukrainian cities in globalization conditions: Foreign and domestic approaches. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 338(1), 354–363. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-338-52> [in Ukrainian].
13. Mykolaichuk, M., Kuspliak, H., & Kuspliak, I. (2022). Sustainable development and tools for stimulating its achievement at the local level. *Teoretychni ta prykladni pytannia derzhavotvorennia*, (27). <https://doi.org/10.35432/tisb272022276521> [in Ukrainian].
14. Yurii, E., & Halishchuk, D. (2025). Sustainable development of Ukraine: Assessment of key indicators dynamics and budgetary interrelations. *Naukovyi visnyk Chernivets'koho natsionalnoho universytetu*, (2), 152–156. <https://doi.org/10.32782/ecovis/2025-2-21> [in Ukrainian].
15. Ohienko, A. (2024). Sustainable development of the enterprise: Essence, prospects, and obstacles. *Modeling the Development of the Economic Systems*, (3), 222–228. <https://doi.org/10.31891/mdes/2024-13-31> [in Ukrainian].
16. Razumova, H. V. (2022). Study of the phenomenon of sustainable development. *Ekonomichnyi prostir*, (177), 14–19. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/177-2> [in Ukrainian].
17. Ukraine boosts mineral sands sector development. (n.d.). *Interfax-Ukraine*. <https://en.interfax.com.ua/news/economic/1103129.html>



18. Sarcevic, A. (2026). Advancements in mineral sands sector: Modernizing upstream production. *Journal of Mining and Metallurgy*, 12(1), 15–28.
19. Minerals Council of Australia. (2020). Mineral sands industry overview. https://minerals.org.au/wp-content/uploads/2023/01/Mineral-sands_May-2020.pdf
20. Hu, C., Yang, Z., He, M., Zhan, Y., Zhang, Z., Peng, C., Zeng, L., Liu, Y., Yang, Z., Yin, H., & Liu, Z. (2024). From waste to wealth: Current advances in recycling technologies for metal recovery from vanadium-titanium magnetite tailings. *Journal of Sustainable Metallurgy*, (10), 1007–1035. <https://doi.org/10.1007/s40831-024-00847-w>
21. Zhan, Y., Wang, J., Zeng, L., et al. (2025). Current situation, challenge and path of vanadium-titanium magnetite tailings resource utilization at the background of “circular economy”. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 46(6), 122–131. <https://doi.org/10.12476/kczhly.202301140018>
22. OECD. (2018). OECD due diligence guidance for responsible business conduct. OECD Publishing. https://www.oecd.org/uk/publications/2018/02/oecd-due-diligence-guidance-for-responsible-business-conduct_c669bd57.html
23. OECD. (2018). Industrial symbiosis: Kalundborg Symbiosis. <https://www.oecd.org/cfe/regional-policy/industrial-symbiosis.htm>
24. UNEP. (2013). City-level decoupling: Urban resource flows and the governance of infrastructure transitions. <https://www.unep.org/resources/report/city-level-decoupling-urban-resource-flows-and-governance-infrastructure>
25. Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the circular economy. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Circular%20economy%202.pdf>
26. McDonough, W., & Braungart, M. (2002). Cradle to cradle: Remaking the way we make things. *North Point Press*. <https://mcdonough.com/cradle-to-cradle/>

<i>Отримано:</i>	19.02.2026	<i>Beérkezett:</i>	2026.02.19	<i>Received:</i>	19.02.2026
<i>Прийнято до друку:</i>	20.04.2026	<i>Elfogadva:</i>	2026.04.20	<i>Accepted:</i>	20.04.2026
<i>Опубліковано:</i>	29.05.2026	<i>Megjelent:</i>	2026.05.29	<i>Published:</i>	29.05.2026