

Ю. М. Зеленін,
к. е. н., доцент кафедри фінансів, банківської та страхової справи,
Міжрегіональна Академія управління персоналом
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9565-336X>

DOI: 10.32702/2306-6814.2025.22.232

ТЕНДЕНЦІЇ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ МЕТАЛУРГІЇ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Y. Zelenin,
PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Finance,
Banking and Insurance, Interregional Academy of Personnel Management

TRENDS IN THE DECARBONIZATION OF METALURGY IN THE CONTEXT OF BECOME DEVELOPMENT

Дослідження присвячене аналізу тенденцій декарбонізації металургійної галузі України як ключового елемента забезпечення сталого розвитку на національному, регіональному та корпоративному рівнях. Актуальність теми зумовлена необхідністю кардинальної модернізації енергоємного металургійного сектора у відповідь на глобальні кліматичні виклики та зовнішні регуляторні бар'єри, зокрема Механізм прикордонного вуглецевого коригування (СВАМ) Європейського Союзу.

Використано методи системного та структурного аналізу для розгляду сталого розвитку на різних рівнях (глобальний, національний, галузевий, корпоративний). Застосовано компаративний аналіз для вивчення світових технологічних тенденцій (воднева металургія, електрифікація, НДТМ) та їхньої адаптації до ресурсного потенціалу України. Особлива увага приділена теорії стейкхолдерів та їхнім очікуванням у процесі "зеленого" переходу.

Визначено, що технологічна стійкість є фундаментальною основою сталого розвитку металургійних підприємств. Доведено, що успішна декарбонізація залежить від оптимального балансу між євроінтеграційними екологічними вимогами та можливостями реального сектора промисловості. Досліджено, що ключовими технологічними шляхами є перехід на "зелений" водень та електродугові печі (ЕАФ).

Обґрунтовано, що сталий розвиток на корпоративному рівні тісно пов'язаний із Корпоративною соціальною відповідальністю (КСВ), ESG-критеріями та прозорістю. Виявлено, що інтеграція принципів сталого розвитку надає компаніям значні економічні переваги: підвищення капіталізації, зниження еколого-кліматичних ризиків, зменшення операційних витрат та завоювання нових ринків, що вимагають низьковуглецевої продукції.

Підкреслено критичну важливість інституційних перетворень (гармонізація законодавства, державна підтримка) та ресурсної ефективності (циркулярна економіка, НДТМ для досягнення кліматичної нейтральності української металургії. Зростання "економіки стейкхолдерів" вимагає глибокої гармонізації інтересів держави, бізнесу та суспільства для успішної реалізації проєктів модернізації.

Результати можуть бути використані органами державної влади для формування національної стратегії декарбонізації металургії, розробки механізмів зеленого фінансування та адаптації законодавства до вимог ЄС. Для підприємств — як основа для розробки довгострокових стратегій технологічного переозброєння та управління ESG-ризиками.

The study is devoted to the analysis of trends in decarbonization of metallurgical industry in Ukraine as a key element of steel security development at the national, regional and corporate levels. The relevance is due to the need for a radical modernization of the energy-intensive metallurgical sector in response to global climate change and current regulatory barriers, called Mechanism cordon cartilage core (CBAM) of the European Union.

Vikoristana methods of systemic and structural analysis to examine the current development on different levels (global, national, Galuzevian, corporate). A comparative analysis has been developed for the development of light technological trends (water metallurgy, electrification, BAT) and their adaptation to the resource potential of Ukraine. Particular respect is given to the theory of stakeholders and their views on the green transition process.

It has been shown that technological stability is the fundamental basis for the development of metallurgical enterprises. It has been proven that successful decarbonization lies in the optimal balance between European integration environmental benefits and the capabilities of the real industrial sector. It has been established that the key technological paths are the transition to "green" water and electric arc furnaces (EAF).

It is established that this development on the corporate level is closely related to Corporate Social Performance (CSR), ESG criteria and vision. It has been revealed that the integration of the principles of modern development provides companies with significant economic benefits: increased capitalization, reduced environmental and climate risks, reduced operating expenses and conquering new markets that benefit from low-carbon products.

The critical importance of institutional changes (harmonization of legislation, government support) and resource efficiency (circular economy, BAT for achieving climate neutrality in Ukraine) is emphasized metallurgy. The growth of the "stakeholder economy" requires deep harmonization of the interests of the state, business and success for the successful implementation of modernization projects.

The results may be in Vikoristan. government authorities to formulate a national strategy for the decarbonization of metallurgy, develop green finance mechanisms and adapt legislation to the EU's capabilities. For enterprises — as a basis for developing long-term strategies for technological reinvention and management of ESG risks.

Ключові слова: Декарбонізація металургії, Сталий розвиток, Воднева металургія, CBAM, Європейський зелений курс, Технологічна стійкість, КСВ, ESG-критерії, Ресурсна ефективність, НДТМ.

Key words: Decarbonization of metallurgy, Steel development, Water metallurgy, CBAM, European green course, Technological resistance, SWR, ESG criteria, Resource efficiency, BAT.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Сталий розвиток як світову парадигму сучасного розвитку економіки та суспільства доцільно розглядати на макро-, мезо- і мікрорівнях. При цьому можна деталізувати різні рівні світового господарства. Слід виділити наступні рівні сталого розвитку: глобальний; національний; регіональний; галузевий; корпоративний.

Можна припустити, що існує певний взаємозв'язок рівнів, і на кожному рівні спостерігаються різні цільові характеристики сталого розвитку.

Сталий розвиток на глобальному рівні спрямований на досягнення 17 Цілей сталого розвитку (ЦСР), які були прийняті усіма державами-членами Організації Об'єднаних Націй (ООН) у 2015 р. в рамках Порядку денного в галузі сталого розвитку на період до 2030 р. [1].

У глобальному аспекті слід розвивати міжнародне партнерство з метою ліквідації бідності та голоду, захисту здоров'я, прав людини та гендерної рівності, управління надзвичайної ситуації у сфері клімату, формування циркулярної економіки (економіки замкнутого циклу), збереження біорізноманіття планети та її природних ресурсів тощо.

На національному рівні (на рівні України) сталий розвиток передбачає розробку національної Стратегії, спрямованої на досягнення глобальних Цілей сталого розвитку, а також:

- забезпечення геополітичних інтересів та національної безпеки;
- збалансований розвиток різних секторів економіки;
- сприяння добробуту нації та реалізація прав громадян;
- гармонізацію законодавства та інтеграцію до європейського зеленого курсу (Green Deal) та євроатлантичних структур.

Сталий розвиток на регіональному рівні в Україні включає розробку довгострокових та середньострокових соціально-економічних і стратегічних програм, що сприяють досягненню стабільності національного господарства, з урахуванням специфіки та потенціалу окремих областей, громад та макрорегіонів. Сталий розвиток регіону орієнтований на стабільне функціонування промислових комплексів, транспортно-логістичних центрів, соціо-екологічних систем, а також на збереження та розвиток важливих параметрів, що визначають гідний рівень життя населення.

У умовах України, регіональна стійкість також передбачає здатність до швидкого відновлення (резильєнтність) після кризових ситуацій та інтеграцію регіональних економік у загальнонаціональну стратегію європейської інтеграції та повоєнного відновлення.

У галузевому сегменті сталий розвиток спрямований на досягнення Цілей сталого розвитку як регіону, так і ключових секторів національної економіки. У рамках галузевої стійкості важливим є збалансоване функціонування підприємств.

Дуже часто, галузева стійкість визначається інноваційно-технологічним та організаційним потенціалом підприємств, що функціонують у цій галузі. Для українського контексту, це особливо стосується енергоємних галузей (як металургія), де галузева стійкість критично залежить від успішної декарбонізації та впровадження Найкращих доступних технологій та методів управління (НДТМ) відповідно до європейських директив.

Концептуальні основи сталого розвитку, які формуються на рівні національної економіки та інших макрорівнях, неможливо реалізувати без прийняття принципів сталого розвитку на рівні промисловості в цілому та окремих (насамперед, великих) промислових підприємств.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Аналіз літературних джерел із зазначеної теми виявляє ключові напрямки досліджень, які можна згрупувати за основними тематичними блоками.

1. Технологічні шляхи декарбонізації металургії. Цей блок є центральним і висвітлює практичні підходи до зниження викидів CO₂ у чорній та кольоровій металургії. Перехід на відновлюваний водень (H₂). Дослідження активно вивчають можливість заміни вугілля та коксу в доменних печах та установках прямого відновлення заліза (Direct Reduced Iron — DRI) на "зелений" водень. Основна увага приділяється технологіям та електродуговим печам. Зростає кількість робіт, присвячених повній або частковій електрифікації процесів, зокрема розширенню використання EAF, а також розробці нових методів, таких як електроліз залізної руди (наприклад, технології Boston Metals).

2. Екологічний та економічний контекст сталого розвитку. Цей блок фокусується на стратегічних та системних аспектах інтеграції декарбонізації в ширші рамки сталого розвитку. Значна частина джерел пов'язує декарбонізацію з досягненням ЦСР, особливо Цілі 9 (Промисловість, інновації та інфраструктура), Цілі 12 (Відповідальне споживання та виробництво) та Цілі 13 (Боротьба зі зміною клімату). Література підкреслює роль металургії в циркулярній економіці, особливо через переробку брухту та вторинної сировини як ключовий фактор зниження енергоспоживання та викидів. Досліджується оптимізація логістичних ланцюгів вторинних матеріалів. Аналізуються вплив європейського Механізму прикордонного вуглецевого коригування (СВАМ), національних систем торгівлі викидами (ETS) та вуглецевих податків на конкурентоспроможність металургійних компаній.

3. Фінансові та управлінські тенденції. Цей напрямок вивчає інвестиційні та управлінські рішення, необхідні для реалізації технологічного переходу.

Літературні джерела, що стосуються України, як правило, акцентують увагу на наступному: модернізація та інтеграція в ЄС (аналізується відповідність вітчизняних металургійних підприємств вимогам Європейського зеленого курсу (Green Deal) та потенційний вплив СВАМ на експорт); ресурсний потенціал (досліджується можливість використання значних запасів залізної руди та потенціалу відновлюваної енергетики (вітрова, сонячна) для створення власного виробництва "зеленого" водню та переходу до технологій).

Література свідчить про глобальний консенсус щодо неминучості декарбонізації металургії. Основними темами є технологічний перехід до водню та електрифікації та його фінансово-регуляторний вплив. Сучасні дослідження все частіше розглядають цей процес не як екологічне зобов'язання, а як стратегічну інвестицію у довгострокову конкурентоспроможність в рамках парадигми сталого розвитку.

ФОРМУЛЮВАННЯ МЕТИ

Проаналізувати тенденції декарбонізації металургії у контексті сталого розвитку.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБГРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Представляється важливим розглянути підходи до сталого розвитку в мікроекономічному просторі, а саме

в рамках виробничо-господарської діяльності промислової компанії, щоб у подальшому обґрунтувати принципи сталого розвитку економіки промислового сектора в цілому.

Сталий розвиток на рівні промислової компанії має бути спрямований на розвиток національної економіки та регіонального господарства. При цьому стійкість компанії характеризується:

1. Досягненням стабільних економічних результатів;
2. Підвищенням промислової безпеки та охорони праці;
3. Високою соціальною орієнтованістю — соціальною підтримка та захист прав працівників, забезпечення гідних умов праці.
4. Забезпеченням високого рівня якості виробленої продукції.

Мінімізацією негативного впливу на довкілля, зокрема за допомогою інновацій та технологічної модернізації, і, зокрема, масштабним використанням НДТМ.

Підкреслимо, що технологічні перетворення та інновації виступають фундаментальною основою забезпечення сталого розвитку в середньостроковій та довгостроковій перспективах. Це особливо актуально для металургійної галузі України, яка потребує масштабної декарбонізації та модернізації для збереження конкурентоспроможності на світових ринках.

Стабільно функціонуючий промисловий сектор, зокрема металургія, має суттєвий вплив на економічний розвиток не лише національного господарства, але й суспільства загалом. Металургійні підприємства виробляють критично важливі для економіки товари, створюють робочі місця, здійснюють значні платежі до бюджетів різних рівнів, а також забезпечують валютні надходження від експорту.

У контексті сталого розвитку, металургійне підприємство стає базовим елементом національної економіки, націленим на: економічну успішність; модернізацію та комерціалізацію нових технологій (наприклад, водневі технології виробництва сталі); вирішення важливих соціальних завдань (підтримка громад, соціальна захищеність працівників).

Дуже часто розвиток промислових підприємств асоціюють із економічним зростанням. Визначення сталого розвитку в контексті економічного зростання визначається як здатність промислових систем підтримувати стабільний рівень виробництва в довгостроковому періоді.

Слід зазначити, що сталий розвиток часто плутають з економічним зростанням. Існує велика кількість науково обґрунтованих думок, які висловлюють занепокоєння тим, що не відбувається економічне зростання без шкоди для навколишнього середовища та порушення екосистем [2]. Деякі автори зазначають, що економічне зростання не може бути стійким, якщо природні ресурси використовуються без обмежень або якщо суспільство та національні господарства продовжують залежати від видобутку мінеральної сировини та спалювання викопного палива [3].

Для розвитку практики сталого розвитку металургії в Україні важливо визначати оптимальний баланс між: екологічно обумовленими вимогами державної політики (наприклад, євроінтеграційними зобов'язаннями та вимогами щодо декарбонізації); можливостями реального сектора промисловості.

Цей баланс необхідний для досягнення одночасно економічної та ресурсної ефективності, а також для мінімізації негативного впливу на природні системи. У випадку металургії, цей баланс передбачає перехід від вуглецево-інтенсивних до низьковуглецевих виробничих ланцюгів.

Звернемо увагу на особливості застосування терміна "сталий розвиток промислового підприємства": визначення різних авторів відрізняються одне від одного, що свідчить про складність встановлення меж і критеріїв сталого розвитку в промисловості.

По суті, сталий розвиток металургійного підприємства — це довгострокова стратегія взаємодії зацікавлених сторін та комплексного управління найважливішими факторами внутрішнього та зовнішнього економічного середовища прямого та непрямого впливу, спрямованими на створення вартості компанії та забезпечення довгострокового економічного зростання [4].

Деякі автори розуміють під сталим розвитком промислового підприємства сукупність фінансових, виробничо-організаційних можливостей, здатних всеціло забезпечити конкурентоспроможність продукції та виробництва. При цьому атрибутами сталого розвитку є: підвищення адаптивності та гнучкості реакції менеджменту на зміни, що відбуваються на ринках (особливо на вимоги Європейського зеленого курсу та ЄВМ); використання на повну потужність інноваційного потенціалу компанії; збільшення застосування в виробництві еколого-орієнтованих технологій (наприклад, технологій декарбонізації) [5].

Також сталий розвиток промислового підприємства можна представити як динамічний процес із приведення техніко-технологічної та економіко-управлінської системи у відповідність до актуальних вимог ринку. Цей процес виражається в забезпеченні високого рівня конкурентоспроможності, в тому числі й на основі активного використання інновацій [6].

Деякі автори також зазначають, що сталий розвиток — це постійно пропорційні зміни виробничих та організаційно-управлінських параметрів для досягнення цілей за оптимальних витрат часу та ресурсів. Самі ж цілі, у тому числі, орієнтовані й на соціальну відповідальність компанії (ESG-критерії) [7].

У сучасній економіці сталий розвиток промислових компаній, зокрема українських металургійних гігантів, пов'язаний із досягненням високої міри корпоративної соціальної відповідальності (КСВ). Компанія бере на себе відповідальність за результати своєї діяльності перед усім суспільством, працівниками, регіональними екосистемами.

J. W. Anderson вважає, що ведення бізнесу згідно з парадигмою соціальної відповідальності передбачає: неухильне дотримання етичних цінностей; повагу до конкретного індивіда та суспільних груп; турботу про

екологію та здійснення значних обсягів інвестицій у природоохоронну діяльність [8].

Сталий розвиток у промисловості всеціло пов'язаний із: нарощуванням обсягів відповідального інвестування (ESG-інвестицій), значним поліпшенням якості корпоративної інформації та публікованих відкритих звітів (особливо нефінансової звітності); прагненням компаній до прозорості та формування іміджу відповідальних суб'єктів національної економіки.

Для української металургії, яка критично залежить від іноземних інвестицій та експорту, прозорість і відповідність міжнародним ESG-стандартам є життєво важливими для залучення капіталу на декарбонізацію.

У промислових компаніях (включаючи металургійні), які недостатньо враховують соціальні та екологічні проблеми, а також ігнорують якість менеджменту еколого-орієнтованими процесами (зокрема, процесами зниження викидів), погано розвинена система управління ризиками. Тому інвестування в проєкти таких компаній пов'язане з високими економічними та репутаційними ризиками.

Багато авторів вважають, що використання концепції сталого розвитку в промисловості дозволяє компаніям: поліпшувати фінансові показники; розвивати технологічні та організаційні конкурентні переваги; планувати довгострокове стратегічне позиціонування на ринку з зростаючими показниками рентабельності за рахунок дотримання принципів сталого розвитку [9].

Концепція сталого розвитку промислового підприємства орієнтується на прийняття управлінських рішень, які сприяють досягненню економічних результатів компанії та в режимі реального часу співставляються з ефективністю соціального та екологічного характеру.

Безперечно, важливо враховувати й існуючі екологічні обмеження, закріплені у законодавчих актах та міжнародних угодах (наприклад, Паризька угода та європейські директиви). Кожна ініціатива по... (кінець цитованого фрагмента).

Кожна ініціатива щодо розвитку технологічних виробничих ланцюгів орієнтується не лише на фінансовий результат, а й на соціальні та екологічні ефекти. Таким чином, довгострокова стійкість підприємства стає важливим функціоналом для забезпечення поступального економічного розвитку, зміцнення старих та формування нових конкурентних переваг (особливо в умовах, коли "зелена" сталь стає преміальним продуктом).

Промислові компанії, у свою чергу, адаптуються до концепції сталого розвитку та механізмів ведення соціально відповідальної виробничо-господарської діяльності. Це відбувається під впливом цілої низки факторів:

— посилення державного регулювання. Це, насамперед, стосується екологічної модернізації промислових секторів, імплементації європейського законодавства (зокрема, директив щодо НДТМ) та гармонізації екологічних стандартів України із стандартами ЄС;

— міжнародні угоди та бар'єри. З'являються міжнародні угоди, що впливають на діяльність промислових компаній і можуть виступати бар'єром для реалізації промислової продукції на експортних ринках. Яскравим прикладом є введення Європейською Комісією Механізму прикордонного вуглецевого коригування (СВАМ). Цей механізм змушує українську металургію прискорити декарбонізацію, щоб уникнути додаткових фінансових втрат;

— кліматичні зміни. Кліматичні зміни та міжнародні зусилля щодо боротьби з техногенними викидами парникових газів також підкреслюють необхідність промисловості слідувати трендам сталого розвитку.

Орієнтація промислових компаній (зокрема, металургійних) на принципи сталого розвитку сприяє розширенню економічних можливостей, таких як:

— покращення ділової репутації як соціально відповідальної компанії і тим самим підвищення капіталізації бізнесу шляхом залучення нових акціонерів, які орієнтуються на екологічні аспекти іміджу (ESG-критерії) та оцінюють стратегічні перспективи в умовах зеленого переходу;

— зниження еколого-кліматичних та соціальних ризиків, що підвищує достовірність прогнозованих економічних показників проєктів промислових компаній. Це, своєю чергою, знижує вартість залучення капіталу (наприклад, через зелене фінансування).

— зменшення операційних витрат. Досягається за рахунок зниження штрафів та платежів за негативний вплив на навколишнє середовище, або зниження експлуатаційних витрат у зв'язку із застосуванням більш ресурсоефективних та енергоощадних технологій (наприклад, перехід на відновлювані джерела енергії та вторинну сировину);

— отримання нових конкурентних переваг. Це включає технологічні переваги (наприклад, виробництво "зеленої" сталі з воднем) та завоювання нових ринків (зокрема, тих, що вимагають низьковуглецевої продукції);

— зростання інституційної готовності. Інституційна готовність промислової компанії може виражатися у швидкій адаптації до мінливих умов функціонування в координатах "держава — бізнес — суспільство". Наприклад, певна готовність металургійних компаній до виконання механізмів вуглецевого ринку (СВАМ) сприяє скороченню одноразових витрат, які стануть обов'язковими в нових умовах низьковуглецевої економіки.

Таким чином, цілі сталого розвитку металургійного підприємства визначаються:

1. Стратегічними установками глобального (ЦСР) або більш часткового характеру.
2. Викликами макроекономічних систем (наприклад, енергетичний перехід).
3. Потребою у забезпеченні соціальної стабільності (особливо важливої для міст-супутників металургійних комбінатів).
4. Можливостями та обмеженнями на кожному конкретному рівні.

Підкреслимо також наростаючі тенденції глибокого проникнення "економіки стейкхолдерів" у процеси

Таблиця 1. Специфічні очікування різних груп стейкхолдерів у контексті декарбонізації української металургії

Стейкхолдер	Ключові очікування
Держава (Україна)	Дотримання своєї інтеграційних зобов'язань, енергетична безпека, стабільні податкові надходження, зниження викидів CO ₂ , збереження робочих місць.
Акціонери / Інвестори	Довгострокова рентабельність, зростання капіталізації (через ESG), управління кліматичними ризиками, прозорість звітів.
Місцеві громади	Зниження забруднення повітря та води, соціальні програми, підтримка інфраструктури, екологічна безпека регіону.
Споживачі / Міжнародні ринки	Виробництво "зеленої" сталі, відповідність вимогам CBAM, якість продукції та дотримання міжнародних стандартів.
Працівники	Безпечні умови праці, соціальний захист, гідна оплата, перекваліфікація для роботи з новими технологіями.

розвитку промисловості та реалізації масштабних програм і проєктів технологічної модернізації виробництва.

Багато значущих перетворень у промислових системах (наприклад, багатомільярдні інвестиції в декарбонізацію) пов'язані із втручанням зацікавлених сторін (суспільства, споживачів, інвесторів, влади, конкурентів, акціонерів та ін.) у створення "атмосфери сприяльності" або, навпаки, формування протидії та вибудовування критичних бар'єрів для реалізації проєктів технологічної модернізації та інноваційних перетворень.

Сталий розвиток тісно пов'язаний із теорією стейкхолдерів, оскільки соціально-екологічні, а останнім часом і кліматичні проблеми неможливо вирішувати без повноцінного залучення формальних і неформальних груп стейкхолдерів.

Принципи глибокої гармонізації та проникаючої залученості, індикаторами яких стають інтереси та очікування як прямих, так і непрямих стейкхолдерів, виявляються на різних етапах проєктування змін у рамках модернізації промисловості.

Таким чином, сталий розвиток глобальної та локальної систем — це результат взаємодії та очікувань держави, бізнесу та суспільства у різних сферах. Тут, окрім соціально-економічної складової та екологічних аспектів, доцільно виділити кліматичні та інноваційні цілі.

У контексті декарбонізації української металургії, важливо враховувати специфічні очікування різних груп (таблиця 1).

Сучасні тенденції розвитку світової економіки створюють можливості для отримання нових конкурентних переваг і диктують необхідність кардинального та своєчасного реформування промисловості та її модернізації. Це має бути спрямовано, зокрема, на впровадження еколого-орієнтованих та ресурсоефективних технологій.

Еколого-кліматична модернізація, спрямована на зниження вуглецевої продукції виробництва, дозволить українській металургії вийти на траєкторію сталого розвитку.

Вирішення еколого-кліматичних проблем у промисловому секторі вимагає формування управлінських рішень, організаційно-економічних механізмів, методів та інструментів, спрямованих на комплексні підходи

щодо забезпечення зниження вуглецевої продукції промислових виробництв.

Сталий розвиток промисловості не може розглядатися лише з позиції обліку еколого-економічних та соціальних аспектів, оскільки ці фактори не дозволяють виділити специфіку забезпечення довгострокового технологічного розвитку та підвищення конкурентоспроможності в умовах глобального кліматичного переходу.

Найважливішою складовою, що визначає сталий розвиток промислових підприємств, є технології.

Під технологічною стійкістю розуміється наявність у підприємства прогресивних технологічних процесів, технічних рішень та обладнання, а також резервів підвищення ефективності використання виробничих потужностей.

Технологічна стійкість визначає процеси модернізації та технічного переозброєння, пов'язані з еколого-кліматичними завданнями підприємства (зокрема, із зобов'язаннями щодо декарбонізації), а також забезпечує промислову безпеку. Для української металургії це означає стратегічний перехід від застарілих доменних печей до водневих технологій (H₂-DRI) або використання електродугових печей (EAF).

Розвиток зелених технологій є вельми значущим напрямком інституційних і технологічних перетворень.

— Інституційні перетворення ґрунтуються на формуванні нормативної та правової бази (гармонізація з ЄС), комплексу заходів державної підтримки (наприклад, пільгове кредитування "зелених" проєктів) та створення інноваційної інфраструктури.

— Технологічне вдосконалення пов'язане з бурхливим розвитком автоматизованих і цифрових систем, роботизацією, біотехнологіями, а також масштабним використанням Найкращих доступних технологій та методів управління (НДТМ).

ВИСНОВКИ

При цьому, в контексті сталого розвитку, доцільно розглядати питання підвищення ефективності використання ресурсів. Ресурсна ефективність визначає необхідність переходу на новий рівень технологічного розвитку.

Для металургії це означає не лише зменшення споживання викопного палива, а й оптимізацію ви-

користання води, сировини та максимальне повернення відходів у виробничий цикл (принцип циркулярної економіки). Це єдиний шлях для галузі, щоби зберегти конкурентоспроможність на світових ринках і відповідати вимогам кліматичної нейтральності.

Література:

1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development: Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. A/RES/70/1. New York: United Nations, 2015. 41 p. URL: <https://sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf> (дата звернення: 06.11.2025).
2. Шевчук В.Я. та ін. Сталій розвиток та екологічна безпека України: проблеми та перспективи. Київ: Геопринт, 2023. 450 с.
3. Бондар О.В. Трансформація промислової політики України в контексті європейської інтеграції. Економіка і держава. 2023. № 4. С. 12—19.
4. Васильченко З.М. Концептуальні основи сталого розвитку промислових підприємств. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Економіка. 2024. Вип. 1. С. 98—105.
5. Коваленко І.П. Інноваційно-технологічний потенціал як чинник стійкості металургійних компаній. Вісник економічної науки України. 2023. № 2. С. 55—63.
6. Мельник Л.Г. Екологічна модернізація та конкурентоспроможність промисловості. Суми: Університетська книга, 2022. 320 с.
7. Ляшенко В.І. та ін. Соціальна відповідальність бізнесу та ESG -критерії в умовах зеленого переходу. Проблеми економіки. 2024. № 1. С. 40—51.
8. Європейська Комісія. Регламент про запровадження Механізму прикордонного вуглецевого коригування (СВАМ). Брюссель, 2023. URL: <https://ec.europa.eu/> (дата звернення: 06.11.2025).
9. Кисельов І.М. Промисловий потенціал України: проблеми відновлення та модернізації в повоєнний період. Економічний часопис-XXI. 2024. № 2. С. 33—41.

References:

1. United Nations (2015), "Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development: Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015", available at: <https://sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf> (Accessed 06 November 2025).
2. Shevchuk, V.Ia. (2023), Stalyi rozvytok ta ekolohichna bezpeka Ukrainy: problemy ta perspektyvy [Sustainable Development and Environmental Safety of Ukraine: Problems and Prospects], Neoprynt, Kyiv, Ukraine.
3. Bondar, O.V., (2023), "Transformation of Ukraine's industrial policy in the context of European integration", *Ekonomika i derzhava*, vol. 4, pp. 12—19.
4. Vasylchenko, Z.M. (2024), "Conceptual Framework for Sustainable Development of Industrial Enterprises", *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: Ekonomika*, vol. 1, pp. 98—105.

5. Kovalenko, I.P. (2023), "Innovation and Technological Potential as a Factor of Metallurgical Companies' Resilience", *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, vol. 2, pp. 55—63.

6. Melnyk, L.H. (2022), *Ekolohichna modernizatsiia ta konkurentospromozhnist promyslovosti* [Environmental Modernization and Industrial Competitiveness], Universytetska knyha, Sumy, Ukraine.

7. Liashenko, V.I. (2024), "Corporate Social Responsibility and ESG Criteria in the Context of the Green Transition", *Problemy ekonomiky*, vol. 1, pp. 40—51.

8. European Commission (2023), "Regulation on the introduction of the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)", available at: <https://ec.europa.eu/> (Accessed 06 November 2025).

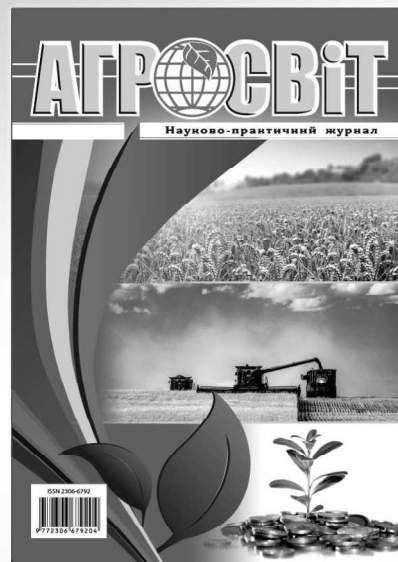
9. Kyselov, I.M. (2024), "Industrial potential of Ukraine: problems of recovery and modernization in the post-war period", *Ekonomichniy chasopys-XXI*, vol. 2, pp. 33—41.

Стаття надійшла до редакції 06.11.2025 р.

АГРОСВІТ

<https://nayka.com.ua>

Передплатний індекс: 23847



Виходить 24 рази на рік

**Журнал включено до переліку
наукових фахових видань України
з ЕКОНОМІЧНИХ НАУК (Категорія «Б»)**

Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292