

**ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
«ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«МІЖРЕГІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ»**

ЗЕЛЕНІН ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 338.45:669:330.34:502.131.1:330.15:504.06

**УПРАВЛІННЯ СТАЛИМ РОЗВИТКОМ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ГАЛУЗІ В
УМОВАХ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ
ЕКОНОМІКИ**

Спеціальність 08.00.03 – економіка та управління національним господарством

РЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора економічних наук

Київ – 2026

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Приватному акціонерному товаристві «Вищий навчальний заклад «Міжрегіональна Академія управління персоналом».

Офіційні опоненти: доктор економічних наук, професор
Андрющенко Катерина Анатоліївна,
Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана, професор кафедри бізнес –
економіки та підприємництва;

доктор економічних наук, професор
Червінська Любов Петрівна,
Приватне акціонерне товариство «Вищий навчальний
заклад «Міжрегіональна академія Управління
персоналом», професор кафедри управління
бізнесом;

доктор економічних наук, професор
Маргасова Вікторія Геннадіївна,
Київський національний університет технологій та
дизайну, в. о. проректора з наукової та міжнародної
діяльності.

Захист відбудеться «7» жовтня 2026 р. об 11-00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.142.03 у Приватному акціонерному товаристві «Вищий навчальний заклад «Міжрегіональна академія управління персоналом» за адресою: 03039, м. Київ, вул. Фрометівська, 2.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Приватного акціонерного товариства «Вищий навчальний заклад «Міжрегіональна академія управління персоналом» за адресою: 03039, м. Київ, вул. Фрометівська, 2.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор економічних наук, професор

Г. А. Братусь

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В умовах низьковуглецевої трансформації національної економіки металургійна галузь України опинилася в зоні одночасного впливу технологічних, енергетичних, інвестиційних, експортних, екологічних та соціальних викликів. Металургія традиційно належить до системоутворюючих сфер промисловості, оскільки забезпечує виробництво базового конструкційного матеріалу, формує значну частину промислового експорту, підтримує зайнятість у промислових регіонах та пов'язана з розвитком енергетики, транспорту, будівництва, машинобудування і оборонно-промислового комплексу. Водночас висока вуглецеємність виробництва, залежність від енерго- та ресурсомістких технологічних маршрутів, посилення кліматичного регулювання Європейського Союзу, запровадження СВАМ, зростання вимог до MRV, ESG-звітності та верифікації викидів зумовлюють необхідність наукового обґрунтування нової моделі управління сталим розвитком металургійної галузі.

Особливої актуальності проблема набуває для України в умовах воєнних руйнувань, втрати частини виробничих потужностей, дефіциту інвестиційних ресурсів, енергетичних ризиків та потреби у післявоєнному відновленні промислового потенціалу. За таких умов сталий розвиток металургійної галузі не може розглядатися лише як екологічна модернізація або корпоративна відповідальність окремих підприємств. Йдеться про формування цілісної системи управління, яка поєднує технологічну модернізацію, регулювання вуглецеємності, галузевий бенчмаркінг питомих викидів, сценарне моделювання, адаптацію до СВАМ, стейкхолдерну координацію, MRV/ESG-прозорість, фінансово-інвестиційне забезпечення та справедливий перехід у системі національної економіки.

Суттєвий внесок у розвиток теоретичних та практичних засад сталого розвитку, низьковуглецевої трансформації, промислової політики, екологічної економіки та управління структурними змінами мають дослідження таких вітчизняних і зарубіжних науковців: Г. Дейлі, Н. Джорджеску-Реген, П. Друкер, К. Ерроу, М. Портер, Дж. Рокстрем, Дж. Сакс, Н. Стерн, Р. Солоу, Й. Шумпетер, А. Акерлоф, Е. Остром, М. Тодаро, П. Самуельсон, Д. Норт, О. Амоша, В. Геєць, Б. Данилишин, С. Дорогунцов, М. Згуровський, Л. Мельник, С. Пирожков, В. Семиноженко, А. Чухно, В. Шевчук та інших.

Питання декарбонізації промисловості, розвитку металургійної галузі, енергетичного переходу, ресурсної ефективності, циркулярної економіки, кліматичного регулювання та зеленого фінансування досліджено у працях вітчизняних і зарубіжних учених, зокрема: Й. Аллен, Б. Аллан, К. Андерсон, Ф. Біанкі, М. Блауг, К. Бьорн, В. Власюк, О. Вовк, Д. Гросс, М. Грубб, А. Денніс, Т. Джексон, С. Дітц, К. Ейкінс, М. Елькін, Д. Кемп, Ф. Крюгер, М. Лакнер, М. Ліберман, В. Маргасова, Л. Норгаард, П. Ньюелл, К. Перес, Й. Рогель, Г. Сміт, П. Стіл, Г. Талеб, Й. Тінберген, Д. Хелм, К. Хелберн, Дж. Шмідт та інших.

Вагомий науковий внесок у вивчення інструментів державного регулювання, інституційного забезпечення, ESG-звітності, управління кліматичними ризиками, інноваційно-інвестиційного розвитку та справедливого переходу зробили К. Андрющенко, О. Білорус, З. Варналій, В. Вишневський, Т. Єфименко, Е. Лібанова, І. Лукінов, І. Лютий, О. Макарова, В. Мандибур, В. Новицький, І. Петрова, О. Сохацька, А. Філіпенко, В. Федосов, Л. Червінська, О. Черевко, А. Череп, а також фахівці Міжнародного енергетичного агентства, World Steel Association, OECD, World Bank, European Commission, Mission Possible Partnership та ResponsibleSteel.

Незважаючи на суттєвий науковий інтерес до проблем сталого розвитку, декарбонізації промисловості, кліматичного регулювання та модернізації металургії, недостатньо розробленими залишаються теоретико-методологічні й організаційно-економічні засади управління сталим розвитком саме металургійної галузі в умовах низьковуглецевої трансформації національної економіки. Потребують подальшого обґрунтування методичні підходи до оцінювання вуглецеємності металургії, формування індикативних показників питомих викидів, побудови галузевої системи бенчмаркінгу, діагностики СВАМ-вразливості, сценарного моделювання декарбонізації, фінансово-інвестиційного забезпечення модернізації та інституційного супроводу справедливого переходу. Саме наукова і практична значущість цих питань зумовила вибір теми дисертації, її мету, завдання, об'єкт, предмет і логіку дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано у межах наукових досліджень Міжрегіональної Академії управління персоналом за темами «Технології управління організаціями в умовах інформаційних трансформацій» (ДР 0122U201535) та «Проблеми соціально-економічного розвитку регіону в умовах сучасних викликів» (ДР 0123U102375). Особистий внесок автора полягає у розробленні галузевої методики регулювання вуглецеємності, сценарного технологічного портфеля, стейкхолдерно-координованої моделі, доказової інформаційної інфраструктури, фінансово-інвестиційного забезпечення та партнерського механізму реалізації низьковуглецевої трансформації металургії.

Мета дослідження. Метою дисертаційної роботи є обґрунтування теоретичних і методичних засад та розроблення організаційно-економічного забезпечення управління сталим розвитком металургійної галузі в умовах низьковуглецевої трансформації національної економіки.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

– дослідити еволюцію наукових підходів до сталого розвитку металургійної галузі та уточнити теоретичний зміст управління її низьковуглецевою трансформацією;

- розкрити особливості сталого розвитку металургійної галузі в умовах енергетичного переходу та визначити взаємозалежність технологічних, енергетичних, ресурсних, ринкових і соціальних змін;
- систематизувати інструменти регулювання вуглецеємності металургійної галузі з урахуванням євроінтеграційних кліматичних викликів і потреб промислового відновлення;
- обґрунтувати зміст і структуру економіко-технологічного потенціалу низьковуглецевого розвитку металургійної галузі та визначити умови його мобілізації;
- сформувати мотиваційний і обмежувальний індикативні показники питомих викидів парникових газів як основу галузевого порівняльного оцінювання та диференційованого регулювання;
- розробити методику галузевого зонально-сценарного регулювання вуглецеємності металургії, придатну для формування доказових управлінських рішень на рівні національного господарства;
- проаналізувати виробничо-технологічний стан металургійної галузі України та визначити інформаційну готовність вихідної бази для оцінювання низьковуглецевої трансформації;
- оцінити галузевий вуглецевий профіль металургії України та встановити характер її розриву щодо траєкторії досягнення нульових чистих викидів;
- здійснити діагностику вразливості металургійної галузі до механізму вуглецевого коригування імпорту та визначити склад управлінської реакції на технологічні, торговельні, інформаційні й фінансові ризики;
- обґрунтувати портфель технологічної модернізації металургійного виробництва та сформувати сценарну послідовність його низьковуглецевої трансформації;
- розробити стейкхолдерно-координовану модель управління сталим розвитком металургійної галузі з розподілом функцій, ресурсів, відповідальності та ризиків між учасниками;
- удосконалити інформаційно-аналітичне забезпечення управління шляхом узгодження моніторингу, звітності, верифікації, продуктового вуглецевого обліку та звітності зі сталого розвитку;
- обґрунтувати інституційне та соціально-регіональне забезпечення справедливого переходу металургійної галузі з урахуванням зайнятості, компетентностей і стійкості промислових територій;
- розробити фінансово-інвестиційне забезпечення низьковуглецевої трансформації металургійної галузі на основі портфельного поєднання приватних і публічних джерел капіталу;
- сформувати організаційно-економічний механізм партнерської реалізації низьковуглецевої трансформації металургійної галузі та визначити порядок формування, виконання і коригування партнерського портфеля.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є економічні, технологічні, інституційні, фінансові та соціально-регіональні процеси сталого розвитку металургійної галузі, що формуються в умовах низьковуглецевої трансформації національної економіки.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є теоретичні, методичні та організаційно-економічні засади управління сталим розвитком металургійної галузі в умовах низьковуглецевої трансформації національної економіки.

Методи дослідження. Теоретичною і методичною основою роботи є системний, інституційний, структурний та відтворювальний підходи. Використано термінологічний і порівняльний аналіз для уточнення категорій та еволюції наукових підходів; статистичний, структурно-динамічний, коефіцієнтний і бенчмаркінговий аналіз для оцінювання виробництва, технологічної структури та вуглецевого профілю; декомпозицію, причинну діагностику і зонування для формування авторської методики; сценарний, портфельний і чутливісний аналіз для технологічних та фінансових розрахунків; стейкхолдерний, інституційний і процесний аналіз для розподілу функцій, відповідальності та ризиків; порівняння витрат і результатів для оцінювання фінансового та соціально-регіонального забезпечення.

Інформаційна база дослідження. Інформаційну базу становлять законодавчі та нормативні акти України, документи Європейського Союзу, офіційна статистика, національні інвентаризаційні матеріали, дані галузевих об'єднань, матеріали міжнародних енергетичних, фінансових і промислових організацій, наукові праці українських та зарубіжних дослідників, а також авторські розрахунки з чітким розмежуванням фактичних, офіційних, оцінних і сценарних даних.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у новому вирішенні наукової проблеми формування теоретико-методологічних та організаційно-економічних засад управління сталим розвитком металургійної галузі в умовах низьковуглецевої трансформації національної економіки. Найбільш вагомими результатами, що визначають наукову новизну дослідження, полягають у такому:

у перше:

– розроблено методику галузевого зонально-сценарного регулювання вуглецеємності металургії, яка в єдиній відтворювальній процедурі поєднує визначення меж оцінювання, розмежування фактичних, офіційних, розрахункових і сценарних даних, технологічну сегментацію випуску, зіставлення галузевої вуглецеємності з мотиваційним та обмежувальним індикативними показниками, розподіл виробництва за регуляторними зонами, причинну діагностику відхилень, оцінювання зовнішньоторговельної вразливості та сценарне переоцінювання структурної трансформації, яка на відміну від корпоративних рейтингів і одноеталонного порівняння формує доказовий профіль національної галузі, визначає адресний склад управлінських інструментів і забезпечує регулярне

коригування рішень у разі зміни технологічної структури, якості даних або зовнішнього регуляторного середовища;

- обґрунтовано стейкхолдерно-координовану модель управління сталим розвитком металургійної галузі, у якій держава, металургійний бізнес, енергетичний сектор, фінансові установи, територіальні громади, працівники, науково-освітні організації, покупці металопродукції та міжнародні партнери включені до єдиного циклу формування, ресурсного забезпечення, реалізації, контролю й коригування галузевих рішень, сутність якої полягає у переході від загального переліку заінтересованих сторін до розподілу конкретних функцій, ресурсів, зобов'язань, відповідальності та ризиків із прив'язкою до зміни технологічних маршрутів, питомих і абсолютних викидів, експортної стійкості, інвестиційного забезпечення, зайнятості та стану промислових територій;

- сформовано організаційно-економічний механізм партнерської реалізації низьковуглецевої трансформації металургійної галузі, який охоплює правила добору проєктів до партнерського портфеля, структуру багатосторонньої угоди, розподіл технологічних, фінансових, регуляторних, інфраструктурних, соціальних і воєнних ризиків, поєднання державної підтримки, грантів, кредитів міжнародних фінансових організацій, гарантій, власного капіталу й облігацій перехідного фінансування, а також повний проєктний цикл від ідентифікації ініціативи до верифікації результатів і коригування умов участі, який закріплює взаємні зобов'язання сторін, контрольні результати, умови надання та повернення підтримки, процедури врегулювання відхилень і зв'язок кожного проєкту з галузевою траєкторією;

- розроблено цілісну архітектуру управління низьковуглецевою трансформацією металургійної галузі, яка забезпечує наскрізний перехід від теоретичного визначення сталого розвитку й оцінювання економіко-технологічного потенціалу до індикативного регулювання, фактичної діагностики, технологічних сценаріїв, стейкхолдерної координації, доказової інформаційної інфраструктури, справедливого переходу, фінансового структурування та партнерської реалізації, яка на відміну від фрагментарного розгляду кліматичної, промислової, енергетичної, регіональної та інвестиційної політики, така архітектура утворює замкнений цикл управління на рівні національного господарства, у якому результати моніторингу і верифікації стають підставою для перегляду портфеля, інструментів підтримки та відповідальності учасників.

удосконалено:

- концепцію національної галузевої системи порівняльного оцінювання питомих викидів парникових газів шляхом формування мотиваційного та обмежувального індикативних показників, які утворюють регуляторний коридор і виконують різні управлінські функції, мотиваційна межа якої визначає орієнтир пріоритетного доступу до підтримки для рішень, що забезпечують випереджальне скорочення вуглецеємності, тоді як обмежувальна межа виявляє виробництва, для

яких необхідні план модернізації, підвищення якості даних і посилення регуляторної уваги;

– методичний підхід до оцінювання економіко-технологічного потенціалу низьковуглецевого розвитку металургійної галузі через розмежування виробничої спроможності та здатності до структурної трансформації, а також наявного, мобілізованого й реалізованого потенціалу, який поєднує стан виробничих активів, технологічну структуру, енергетичну й сировинну забезпеченість, доступність інфраструктури, інвестиційну готовність, кадрові компетентності та доказовість даних та дозволяє відрізнити формальну наявність ресурсів від їх реальної включеності до техніко-економічно підготовлених проєктів і визначати бар'єри, усунення яких перетворює потенціал на фактичний низьковуглецевий результат;

– сценарно-портфельний підхід до технологічної модернізації металургійного виробництва, який передбачає узгодження швидких операційних заходів, впровадження найкращих доступних технологій та методів управління, розвитку електросталеплавильного виробництва, виробництва на основі прямого відновлення заліза, воднево готових рішень, низьковуглецевої енергетики, бруксової й мережевої інфраструктури та цифрового обліку, який на відміну від вибору ізольованого агрегату або єдиного технологічного маршруту, підхід оцінює сумісність проєктів із майбутньою структурою галузі, ризик довгострокового закріплення вуглецеємних активів, ресурсні обмеження і соціально-регіональні наслідки, що забезпечує поетапне відновлення без відтворення застарілої технологічної моделі;

– інформаційно-аналітичне забезпечення управління низьковуглецевою трансформацією шляхом формування інтегрованої доказової інфраструктури за принципом одноразового збирання та багаторазового контрольованого використання даних, у межах якого розмежовано національний інвентаризаційний, установчий, продуктовий і корпоративний контури обліку, визначено єдині правила походження, якості, доступу, верифікації та повторного використання інформації, а також запропоновано цифровий кліматично-ресурсний паспорт металопродукції, що усуває методичне змішування показників із різними межами, зменшує інформаційну асиметрію та створює доказову основу для регуляторних рішень, фінансових умов, зовнішньоторговельного декларування і суспільного контролю;

– фінансово-інвестиційне забезпечення низьковуглецевої трансформації металургійної галузі шляхом переходу від фінансування ізольованих виробничих об'єктів до портфельного поєднання власного капіталу, комерційного боргу, пільгових кредитів, грантів, гарантій, облігацій перехідного фінансування, контрактів попиту та державних стимулів, відмінність якого полягає у визначенні фінансової додатковості підтримки, оцінюванні ефективної середньозваженої вартості фінансування, встановленні кліматичних, інформаційних і соціально-

регіональних умов та поетапній заміні публічного зниження ризику приватним капіталом у міру підвищення проєктної готовності та дозволяє узгодити структуру капіталу з технологічною траєкторією галузі й запобігти фінансуванню проєктів, що не забезпечують доказового структурного результату.

набули подальшого розвитку:

- понятійно-категоріальний апарат дослідження у частині уточнення змісту понять «сталий розвиток металургійної галузі», «економіко-технологічний потенціал низьковуглецевого розвитку», «галузева вуглецеємність», «вразливість до механізму вуглецевого коригування імпорту» та «справедливий перехід металургійної галузі», які поєднують виробничий, технологічний, ресурсний, кліматичний, інвестиційний, торговельний і соціально-регіональний виміри та розмежовують галузевий рівень управління з рівнем окремої установки або підприємства, що забезпечує відповідність предметному полю економіки та управління національним господарством;

- теоретико-методичні положення щодо сталого розвитку металургійної галузі в умовах енергетичного переходу, який визначено не як просту заміну енергоносія або підвищення енергоефективності, а як взаємопов'язану зміну технологічних маршрутів, джерел енергії, сировинної бази, мережевої інфраструктури, моделей фінансування, компетентностей і ринкового попиту, економічний зміст такої трансформації через вплив енергетично-технологічної сумісності на собівартість, доступ до капіталу, зовнішні ринки, завантаження активів і стійкість промислових територій, що дозволяє уникати хибного ототожнення скорочення випуску з технологічною декарбонізацією;

- систематизація інструментів регулювання вуглецеємності металургійної галузі, які згруповано за нормативно-інституційним, економічним, фінансово-інвестиційним, інформаційним, інфраструктурним, ринковим і соціальним напрямками та пов'язано з типом бар'єру і рівнем готовності переходу, яка на відміну від перелікового підходу, обґрунтовано необхідність формування комплементарних пакетів: інформаційний дефіцит усувається розвитком моніторингу та верифікації, інфраструктурний — спільними мережевими рішеннями, технологічний — демонстраційною підтримкою, ринковий — закупівлями й довгостроковими контрактами, соціальний — територіальними угодами та програмами розвитку компетентностей;

- методичні положення щодо формування фактичного виробничо-вуглецевого профілю металургійної галузі та оцінювання розриву відносно траєкторії досягнення нульових чистих викидів, сутність яких полягає у розмежованості офіційних інвентаризаційного, гармонізованого технологічного і продуктового контурів, доведенні необхідності одночасного аналізу абсолютних і питомих викидів та запровадженні правил використання оцінних значень за неповноти відкритої статистики, що дозволяє відокремити скорочення викидів унаслідок втрати виробництва від декарбонізації, виявити внесок технологічної

структури й якості даних та сформувати коректну основу для сценарного моделювання;

– методичний підхід до діагностики вразливості металургійної галузі до механізму вуглецевого коригування імпорту, у межах якого зовнішньоторговельний ризик визначається взаємодією технологічного маршруту, вбудованих викидів, якості й верифікованості продуктових даних, цінового сигналу, контрактних умов, доступності фінансування та соціально-регіональної залежності, який на відміну від зведення вразливості до умовної вартості сертифікатів розкриває її вплив на обсяг і прибутковість експорту, довіру покупців, вартість капіталу, участь у ланцюгах постачання та стійкість промислових територій, що дає змогу формувати не лише фінансову, а комплексну технологічну, інформаційну, інвестиційну й соціальну реакцію.

Практичне значення одержаних результатів. Розробки дисертаційного дослідження щодо формування системи управління сталим розвитком металургійної галузі в умовах низьковуглецевої трансформації національної економіки прийнято до впровадження ГО «Асоціація науковців України»; зокрема, рекомендовано до використання теоретико-методологічні положення щодо регулювання вуглецеємності металургійної галузі (довідка № 83/8-09 від 22 вересня 2025 р.).

Науково-методичні положення щодо організаційно-економічного механізму регулювання вуглецеємності металургійної галузі, діагностики СВАМ-вразливості, формування галузевого бенчмаркінгу питомих викидів, застосування MRV, НДТМ, ESG-звітності та інструментів зеленого фінансування прийнято до використання Українським національним комітетом Міжнародної торгової палати (ICC Ukraine) при підготовці пропозицій щодо підвищення кліматичної стійкості, інвестиційної привабливості та експортної конкурентоспроможності промислових підприємств України (довідка № 376-11/89 від 11.02.2026 р.).

Результати дослідження щодо партнерської моделі взаємодії держави, бізнесу, громад і міжнародних інституцій використано Департаментом економіки та інвестицій Київської міської військової адміністрації при розробці підходів до міських програм економічного відновлення, інвестиційної підтримки, промислової модернізації та кліматичної стійкості в умовах воєнного стану і післявоєнної відбудови (довідка № 261/03-24 від 11 березня 2026 р.).

Пропозиції щодо удосконалення інституційного забезпечення справедливого переходу металургійної галузі, розвитку національної системи бенчмаркінгу питомих викидів, адаптації промислової політики до вимог СВАМ, впровадження MRV/ESG-звітності, застосування фінансово-інвестиційних стимулів та формування партнерської платформи кліматичної стійкості будуть використані Міністерством економіки України у процесі підготовки стратегічних документів, механізмів державної підтримки промисловості, адаптації національного законодавства до європейських кліматичних стандартів і забезпечення

низьковуглецевого розвитку національної економіки (довідка № 4693-88/76320-09 від 09.04.2025 р.).

Наукові положення та прикладні напрацювання щодо формування регіональних механізмів справедливого переходу, підтримки зайнятості у промислових громадах, розвитку MRV/ESG-прозорості та залучення інвестицій у технологічну модернізацію схвалено до використання Харківською обласною радою при підготовці регіональних програм економічного розвитку, промислового відновлення та підвищення інвестиційної привабливості промислових територій (довідка № 04-67/151 від 13 листопада 2025 р.).

Результати дослідження використано у навчальному процесі ПрАТ «ВНЗ «МАУП» під час розроблення та оновлення науково-методичного забезпечення, а також викладання освітніх компонентів магістерського рівня: «Діагностика та моделювання економічних процесів», «Управління конкурентоспроможністю підприємницьких бізнес-структур», «Економіка та управління корпораціями» (довідка № 3222 від 11 вересня 2026 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійно виконаною науковою працею. Теоретичні положення, методика, індикативні показники, сценарні розрахунки, моделі, механізми, висновки і практичні рекомендації одержані автором особисто. Внесок у працях, підготовлених у співавторстві, зазначено у списку опублікованих праць.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та висновки дисертаційної роботи апробовано у доповідях на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях:

- міжнародних: «Стратегічні пріоритети розвитку підприємництва, торгівлі та біржової діяльності» (м. Запоріжжя, 2022 р.); «Інноваційні методи управління економікою в умовах цифровізації бізнесу» (м. Київ, 2024 р.); «Теоретико-практичні засади управління, економіки та природокористування: аспекти реінтеграції Криму в господарський комплекс України» (м. Київ, 2024 р.); «GCI 2024: Global Challenges and Innovations: Interdisciplinary Approaches to Modern Scientific Issues» (De La Salle Araneta University, Philippines, 2024 р.); «Актуальні проблеми та перспективи соціально-економічного розвитку регіону в умовах сучасних глобальних викликів» (м. Кременчук, 2025 р.); «Публічне управління у сфері цивільного захисту: освіта, наука, практика» (м. Черкаси, 2025 р.); «Синергія освіти, науки та бізнесу в епоху глобальних трансформацій» (м. Чернігів, 2025 р.); «Інноваційне підприємництво: стан та перспективи розвитку» (м. Київ, 2025 р.); «Global Scientific Horizons 2026: International Conference on Research, Innovation and Interdisciplinary Development» (м. Прага, 2026 р.);

- всеукраїнських: «Сучасні тенденції та суперечності розвитку світової економіки та бізнесу» (м. Київ, 2022 р.); «Сучасні виклики та сталий розвиток економіки і бізнесу» (м. Запоріжжя, 2024 р.); «Національна безпека в умовах війни, післявоєнної відбудови та глобальних викликів XXI століття» (м. Житомир,

2024 р.); «Гуманітарний дискурс суспільних проблем: минуле, сучасне, майбутнє» (м. Черкаси, 2025 р.).

Публікації. Основні положення і висновки опубліковано у 35 наукових працях загальним обсягом 21,1 друк. арк. (19,2 друк. арк. належить особисто автору), серед яких: 17 статей у виданнях, які включено до переліку наукових фахових видань України; стаття у науковому періодичному виданні іншої держави із напрямку, з якого підготовлено дисертацію; 3 статті у виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та Scopus; розділ у колективній монографії; 13 тез наукових доповідей.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел (387 найменувань), додатків. Загальний обсяг дисертації - 442 сторінок. Дисертація містить 92 таблиці і 62 рисунки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення результатів, наведено відомості про апробацію, публікації та впровадження.

У першому розділі – «Теоретичні засади управління сталим розвитком металургійної галузі в умовах низьковуглецевої трансформації» – досліджено еволюцію наукових підходів, особливості енергопереходу та інструменти регулювання вуглецеємності в умовах євроінтеграційних кліматичних викликів.

Сталий розвиток металургійної галузі уточнено як керований процес зміни виробничої, технологічної, енергетичної, ресурсної, інвестиційної та соціально-регіональної структури галузі, за якого зростання промислової результативності поєднується зі скороченням питомих і абсолютних викидів парникових газів, ресурсною ефективністю, доказовістю даних та адаптацією до нових правил міжнародної торгівлі.

Доведено, що підвищення енергоефективності без зміни технологічних маршрутів не гарантує досягнення низьковуглецевої траєкторії. Систематизовано нормативно-правові, економічні, фінансово-інвестиційні, інформаційні, інфраструктурні, ринкові й соціальні інструменти. Обґрунтовано необхідність їх пакетного застосування, оскільки ціновий сигнал не створює автоматично доступної енергії, сировини, довгого капіталу, перевірених даних або попиту на низьковуглецеву продукцію (рис. 1).

Наведена архітектура відображає взаємозв'язок глобальних імперативів, технологічних зрушень і ринкових правил із виробничо-економічною результативністю, технологічною готовністю, ресурсно-енергетичною ефективністю, вуглецево-екологічною сумісністю та соціально-інституційною збалансованістю. Її управлінський зміст полягає у переході від ізольованих

корпоративних заходів до галузевої координації державної політики, інфраструктури, проєктів і даних.

Систематизовано еволюцію наукових підходів до сталого розвитку металургійної галузі.



Рис. 1. Системна архітектура сталого розвитку металургійної галузі

Встановлено послідовне розширення предмета управління: від контролю локального забруднення і ресурсозбереження до промислової екології, циркулярності, соціотехнічних переходів та кліматично сумісної конкурентоспроможності.

Уточнено, що сталий розвиток металургії не зводиться до екологічної модернізації окремих підприємств. Його об'єктом є структура відтворення галузі, технологічні пропорції, спільна інфраструктура, ресурсні потоки, експортні умови, інвестиційна спроможність та соціально-регіональна стійкість (табл. 1).

Таблиця 1

Еволюція наукових підходів до сталого розвитку промисловості та їх галузева інтерпретація для металургії

Етап і провідний підхід	Центральна наукова проблема	Об'єкт управління	Критерій результативності	Значення для металургійної галузі
1960-ті–1980-ті рр. / Природоохоронне регулювання	Обмеження локального забруднення і дотримання екологічних нормативів	Джерела викидів, скидів і відходів	Зменшення шкідливого впливу та відповідність нормам	Очисні споруди, пилогазоочищення, локальна утилізація відходів
1987–2000-ні рр. / Сталий розвиток і триєдина збалансованість	Узгодження економічних, соціальних та екологічних інтересів у довгостроковому періоді	Підприємство, галузь, територія, національна економіка	Довгострокова економічна життєздатність, соціальна прийнятність, екологічна безпека	Визнання взаємозалежності виробництва, зайнятості, ресурсів і екологічних наслідків
1990-ті–2010-ті рр. / Екоефективність та інноваційна модернізація	Перетворення екологічних обмежень на стимули технологічних інновацій	Продукт, процес, технологічний ланцюг	Більша цінність за меншого ресурсного й екологічного навантаження	Енергоефективність, технологічне оновлення, скорочення питомих витрат і викидів
2000-ні–2020-ті рр. / Промислова екологія та циркулярна економіка	Замикання матеріальних потоків і зменшення первинного ресурсоспоживання	Міжгалузеві матеріальні та енергетичні потоки	Повторне використання, перероблення, промисловий симбіоз, довговічність продукції	Стратегічна роль металобрухту, використання шлаків і вторинних газів, циркулярний дизайн сталі
2010-ті рр. – дотепер / Управління переходами	Керування зміною взаємопов'язаних технологій, інститутів, ринків і поведінки	Соціотехнічна система та її багаторівнева динаміка	Спроможність перейти до нового стійкого режиму без втрати системної функціональності	Поетапне поєднання НДТМ, електрифікації, нової енергетики, фінансування й соціальної адаптації
2020-ті рр. – дотепер / Низьковуглецева конкурентоспроможність	Досягнення кліматичної сумісності за збереження промислової та експортної спроможності	Галузеві ланцюги вартості, вуглецеві дані, ринки низьковуглецевої продукції	Скорочення вуглецеємності, доказовість даних, доступ до ринків і капіталу	Net Zero, CBAM, MRV, зелені закупівлі, DRI–EAF, H ₂ -ready-рішення, низьковуглецеві стандарти

Розкрито особливості енергопереходу, пов'язані з технологічною роллю вуглецю, тривалим строком експлуатації агрегатів, високою капіталомісткістю та залежністю від мереж, сировини й логістики. Таблиця підтверджує кумулятивну логіку розвитку наукової парадигми: кожний наступний етап розширює об'єкт управління, критерії результативності та набір інструментів. Теоретичний результат розділу використано для побудови авторської методики галузевого оцінювання і регулювання вуглецеємності.

Сформований теоретичний базис забезпечив перехід до оцінювання економіко-технологічного потенціалу, розроблення індикативних меж та авторської методики галузевого регулювання в наступному розділі.

У другому розділі – «Методичні засади оцінювання та регулювання вуглецеємності металургійної галузі» – обґрунтовано економіко-технологічний потенціал низьковуглецевого розвитку, сформовано мотиваційний та обмежувальний індикативні показники і розроблено методику галузевого зонально-сценарного регулювання (рис. 2).

У розділі економіко-технологічний потенціал низьковуглецевого розвитку визначено як здатність взаємопов'язаних виробничих, технологічних, енергетичних, сировинних, інвестиційних, інформаційних, інституційних і кадрових складових забезпечувати відновлення випуску зі скороченням вуглецеємності та збереженням ринкової стійкості.

Розмежовано наявний, мобілізований і реалізований потенціал. Таке розмежування дозволило відокремити формальну наявність ресурсів від їх включення до підготовлених проєктів, інфраструктурних програм, фінансових схем і фактично введених низьковуглецевих потужностей.

Обґрунтовано дворівневий індикативний коридор питомих викидів. Мотиваційна межа встановлена на рівні 1,343 т CO₂-екв./т сталі, обмежувальна – 1,460 т CO₂-екв./т сталі. Їх використання забезпечує диференціацію підтримки, адаптаційних вимог і регуляторної уваги. Узагальнені індикативні показники наведено в табл. 2.

Розроблено методику галузевого зонально-сценарного регулювання, яка поєднує інформаційну паспортизацію даних, технологічну сегментацію, розрахунок середньозваженої вуглецеємності, зіставлення з індикативними межами, визначення регуляторних зон, причинну діагностику та сценарне переоцінювання.

Середньозважена галузева вуглецеємність визначається за формулою (1):

$$CI_t = (\sum_s E_{s,t}) / (\sum_s Q_{s,t}) \quad (1)$$

де CI_t – середньозважена вуглецеємність галузі у році t ; $E_{s,t}$ – викиди технологічного сегмента s ; $Q_{s,t}$ – репрезентативний випуск відповідного сегмента.

Для нормалізації відхилення технологічного сегмента від дворівневого коридору використано показник за формулою (2):

$$G_{s,t} = (CI_{s,t} - \Pi M_{s,t}) / (\Pi O_{s,t} - \Pi M_{s,t}) \quad (2)$$

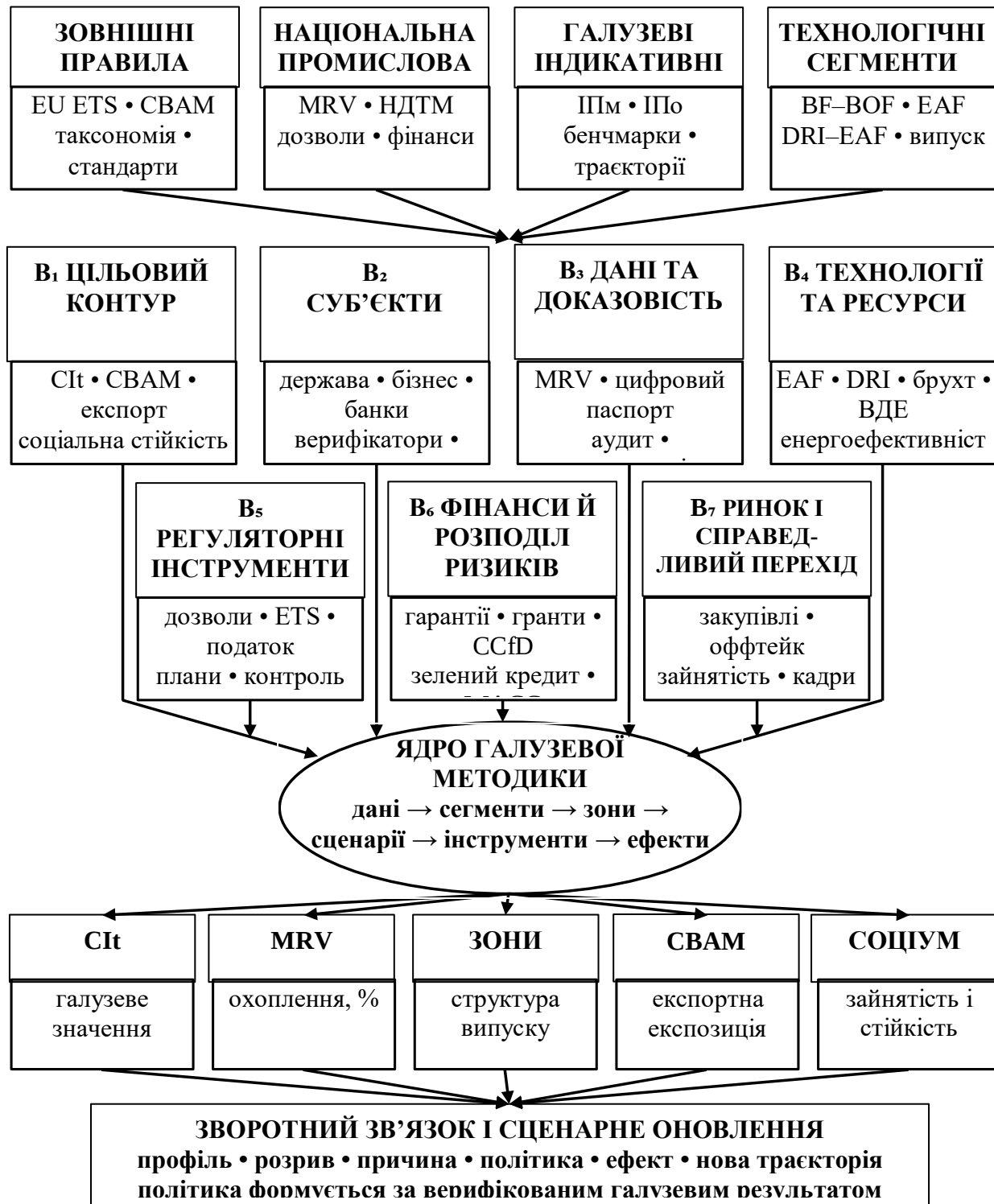


Рис. 2. Архітектура авторської методики галузевого зонально-сценарного регулювання вуглецеємності металургії

Мотиваційна межа для галузевого орієнтира становить 1,343 т CO₂-екв./т сталі, обмежувальна – 1,460 т CO₂-екв./т сталі. Значення G менше або дорівнює

нулю характеризує низьковуглецеве лідерство; інтервал від нуля до одиниці – керовану адаптацію; перевищення одиниці – структурну модернізацію.

Таблиця 2

Індикативні показники питомих викидів для основних процесів і технологічних маршрутів

Процес / маршрут	Зовнішній еталон	ІПм, т CO ₂ –екв./т	ІПо, т CO ₂ –екв./т	Логіка застосування
Кокс	EU ETS 0,217	0,22	0,30	оновлення коксохімії
Агломерат	EU ETS 0,157	0,18	0,26	контроль агломерації
Гарячий метал	EU ETS 1,288	1,35	1,60	доменний переділ
EAF carbon steel	EU ETS 0,215; scrap–EAF 0,69	0,35	0,70	EAF з урахуванням енергії
DRI–EAF	worldsteel 1,47	1,25	1,60	водень / DRI / енергія
BF–BOF	worldsteel 2,34	1,80	2,30	традиційний маршрут

Авторська методика реалізується як відтворювана послідовність: визначення меж оцінювання; паспортизація джерел і статусу даних; технологічна сегментація випуску; розрахунок CI_i; зіставлення з ІПм та ІПо; розподіл виробництва за регуляторними зонами; причинна діагностика відхилень; оцінювання СВАМ-вразливості; формування диференційованого пакета інструментів; сценарне переоцінювання та коригування.

Методика не підмінює техніко-економічного обґрунтування окремого підприємства або юридичного продуктового розрахунку СВАМ. Її призначення – державне та галузеве планування, формування доказового профілю національної металургії, відбір пріоритетів підтримки і контроль структурного результату.

Методика орієнтована на галузевий рівень і не підмінює техніко-економічного аналізу окремих підприємств. Її результатом є зміна структури національної металургії, якості даних, вуглецевого профілю, інвестиційного портфеля та соціально-регіональних умов відтворення.

У третьому розділі – «Діагностика виробничого, вуглецевого та експортно-регуляторного профілю металургійної галузі України» – проаналізовано виробництво, оцінено галузевий вуглецевий профіль і розрив щодо Net Zero, здійснено діагностику СВАМ-вразливості.

У 2025 р. виплавка чавуну становила 7,88 млн т, сталі – 7,41 млн т, готового прокату – 6,52 млн т. Порівняно з 2021 р. випуск сталі скоротився на 13,96 млн т,

або до 34,7% довоєнного рівня. Одночасно середньогалузева вуглецеємність зросла до 2,021 т CO₂-екв./т сталі, що на 0,561 т перевищує ІПо та на 0,678 т – ІПм. Ключові параметри виробничо-вуглецевого профілю наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Ключові параметри виробничо-вуглецевого профілю металургійної галузі України

Показник	2021	2024	2025	Зміна 2025/2021
Виплавка чавуну, млн т	21,17	7,09	7,88	–13,29 млн т
Виплавка сталі, млн т	21,37	7,58	7,41	–13,96 млн т
Готовий прокат, млн т	19,08	6,222	6,52	–12,56 млн т
CI _t , т CO ₂ -екв./т	1,749	1,805	2,021	+0,272

Для галузевої діагностики умовна СВАМ-експозиція визначається за формулою (3):

$$CBA M^D_t = Q^{EU}_t \times \max(CI_t - IПо; 0) \times P_t \times S_t \quad (3)$$

де Q^{EU}_t – ЕУ-експонований обсяг; P_t – ціна вуглецю; S_t – нормативна частка фінансового введення. Показник не є юридичним розрахунком платежу конкретного імпортера, а використовується для порівняння масштабів галузевого ризику. Узагальнену карту СВАМ-вразливості наведено на рис. 3.

У розділі сформовано узгоджену фактичну базу виробництва металургійної продукції України за 2021–2025 роки та визначено технологічні ваги для подальшого оцінювання. Встановлено глибокий розрив із довоєнним масштабом за одночасної нестійкості відновлення та збереження структурної залежності від вуглецеємних маршрутів. Результати аналізу чутливості СВАМ-експозиції наведено в табл. 4.

Розраховано галузевий вуглецевий профіль із розмежуванням офіційного інвентаризаційного, гармонізованого маршрутного та продуктового контурів. У 2025 році середньогалузева вуглецеємність оцінена у 2,021 т CO₂-екв./т сталі, що перевищує обмежувальний індикативний показник на 0,561 т CO₂-екв./т.

Доведено, що скорочення абсолютних викидів через падіння виробництва не є технологічною декарбонізацією. Питомий показник необхідно аналізувати разом із випуском, технологічною структурою, завантаженням агрегатів і межами обліку.

Розроблено діагностику вразливості до механізму вуглецевого коригування імпорту. Вразливість охоплює не лише потенційні витрати на сертифікати, а й ризик стандартних значень, дефіциту продуктових даних, затримки верифікації, контрактних дисконтів, зміни попиту та підвищення вартості капіталу.

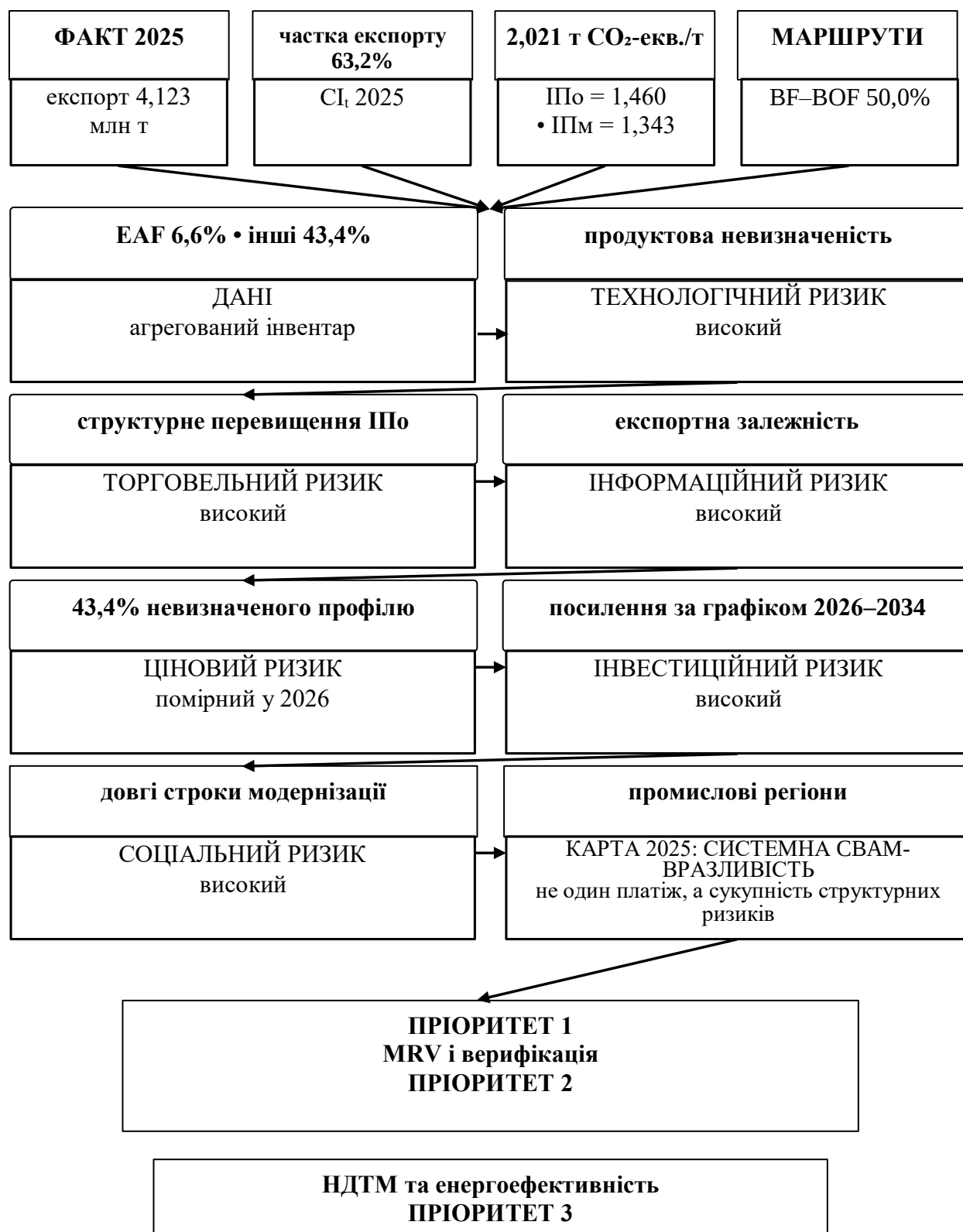


Рис. 3. Карта СВАМ-вразливості металургійної галузі України за базою 2025 р.

Результати діагностики підтвердили необхідність переходу від відновлення довоєнної структури до нормативно-сценарного технологічного портфеля, стейкхолдерної координації та доказового інформаційного забезпечення.

Таблиця 4

Чутливість діагностичної СВМ-експозиції за базою 2025 р.

EU- експонований обсяг, млн т	75,32 євро/т CO ₂ , млн євро	100 євро/т CO ₂ , млн євро	125 євро/т CO ₂ , млн євро	Статус та інтерпретація
2,0	2,113	2,805	3,506	обсяг і ціни 100/125 — S; нижня межа чутливості
3,0	3,169	4,208	5,259	представницький середній обсяг S
4,0	4,225	5,610	7,013	верхня межа заданої чутливості; не прогноз платежу

Економічна інтерпретація діагностики полягає в тому, що високий CI_t одночасно впливає на ціну доступу до ринку, довіру покупців, контрактні дисконти, вартість капіталу й стійкість промислових територій. Тому цільова реакція має поєднувати технологічну модернізацію, продуктивний MRV, незалежну верифікацію, довгострокове фінансування і соціально-регіональний супровід.

У четвертому розділі – «Сценарно-технологічна трансформація та доказове управління сталим розвитком металургійної галузі» – сформовано нормативно-сценарний портфель модернізації, стейкхолдерно-координовану модель та інтегровану доказову інфраструктуру MRV/ESG.

Сценарна галузева вуглецеємність визначається через технологічні ваги маршрутів за формулою (4):

$$CI_t^{(s)} = \sum_i d_{it}^{(s)} \times CI_{it}^{(s)} \quad (4)$$

де $d_{it}^{(s)}$ – частка маршруту i у випуску за сценарієм s , $CI_{it}^{(s)}$ – його маршрутна вуглецеємність. За трансформаційною траєкторією випуск сталі зростає до 11,0 млн т у 2030 р. і 15,0 млн т у 2035 р., тоді як CI_t знижується відповідно до 1,3750 і 0,9525 т CO₂-екв./т. Сценарні параметри технологічних маршрутів і блоків модернізації наведено в табл. 5.

Сценарії відрізняються не довільною швидкістю скорочення CI_t , а поєднанням обсягу відновлення випуску, часток BF–BOF, scrap-EAF, DRI–EAF та H₂-DRI, рівня MRV-охоплення й інфраструктурної готовності. Щорічна заміна сценарних параметрів фактичними даними забезпечує адаптивність портфеля.

Таблиця 5

Сценарні параметри технологічних маршрутів і блоків модернізації

Технологічний маршрут / блок	Основна роль	CI _t 2030 р., т CO ₂ - екв./т	CI _t 2035 р., т CO ₂ - екв./т	Статус	Ключова умова
BF–BOF після НДТМ	стабілізація і скорочення до заміщення	2,00	1,85	S	exit-план, рекуперація, ефективність
scrap-EAF	швидке розширення низьковуглецевого випуску	0,60	0,50	S	якісний брукхт і низьковуглецев а електроенергія
DRI–EAF / H ₂ -ready	структурне заміщення коксового маршруту	0,95	0,70	S	DRI-сировина, мережі, газ/водень, PPA
H ₂ -DRI / near-zero	глибока декарбонізація окремого сегмента	0,40	0,30	S	дешевий водень, оффтейк, верифікація
Інші / змішані процеси	залишковий і недостатньо розкритий сегмент	2,10	2,00	S	маршрутне розкриття та план заміщення
Цифровий MRV	підтвердження фактичного ефекту	не формує фізичний CI _t	не формує фізичний CI _t	F/S	реєстри, верифікатори, продуктові паспорти

Послідовність нормативно-сценарного моделювання наведено на рис. 4.

Модель розподіляє функції, ресурси, відповідальність і ризики між державою, металургійним бізнесом, енергетичним сектором, фінансовими установами, громадами, працівниками, науково-освітніми організаціями, покупцями та міжнародними партнерами. Об'єктом координації є структура й відтворення всієї галузі, а не окремий корпоративний проект.

У розділі технологічну модернізацію обґрунтовано як керований портфельний процес зміни виробничо-технологічної, енергетичної, ресурсної та цифрової структури випуску, а не як сукупність ізольованих інвестицій в окремі агрегати.



Рис. 4. Послідовність нормативно-сценарного моделювання технологічної трансформації металургійної галузі

Сформовано трансформаційну траєкторію, що передбачає відновлення виробництва до 11,0 млн т сталі у 2030 році та до 15,0 млн т у 2035 році за зниження середньогалузевої вуглецеємності відповідно до 1,3750 і 0,9525 т CO₂-екв./т. Розрахунки мають сценарний характер і щороку підлягають заміні фактичними даними. Архітектоніку стейкхолдерно-координованої моделі наведено на рис. 5.

Запропоновано стейкхолдерно-координовану модель, у якій функції, ресурси, відповідальність і ризики розподіляються між державою, металургійним бізнесом, енергетичним сектором, фінансовими установами, громадами, працівниками, науково-освітніми організаціями, покупцями та міжнародними партнерами.

Удосконалено інформаційно-аналітичне забезпечення за принципом одноразового збирання і багаторазового контрольованого використання даних. Установчий моніторинг, продуктовий облік вбудованих викидів, звітність зі сталого розвитку, галузевий реєстр і цифровий паспорт продукції поєднано без механічного змішування різних меж обліку.

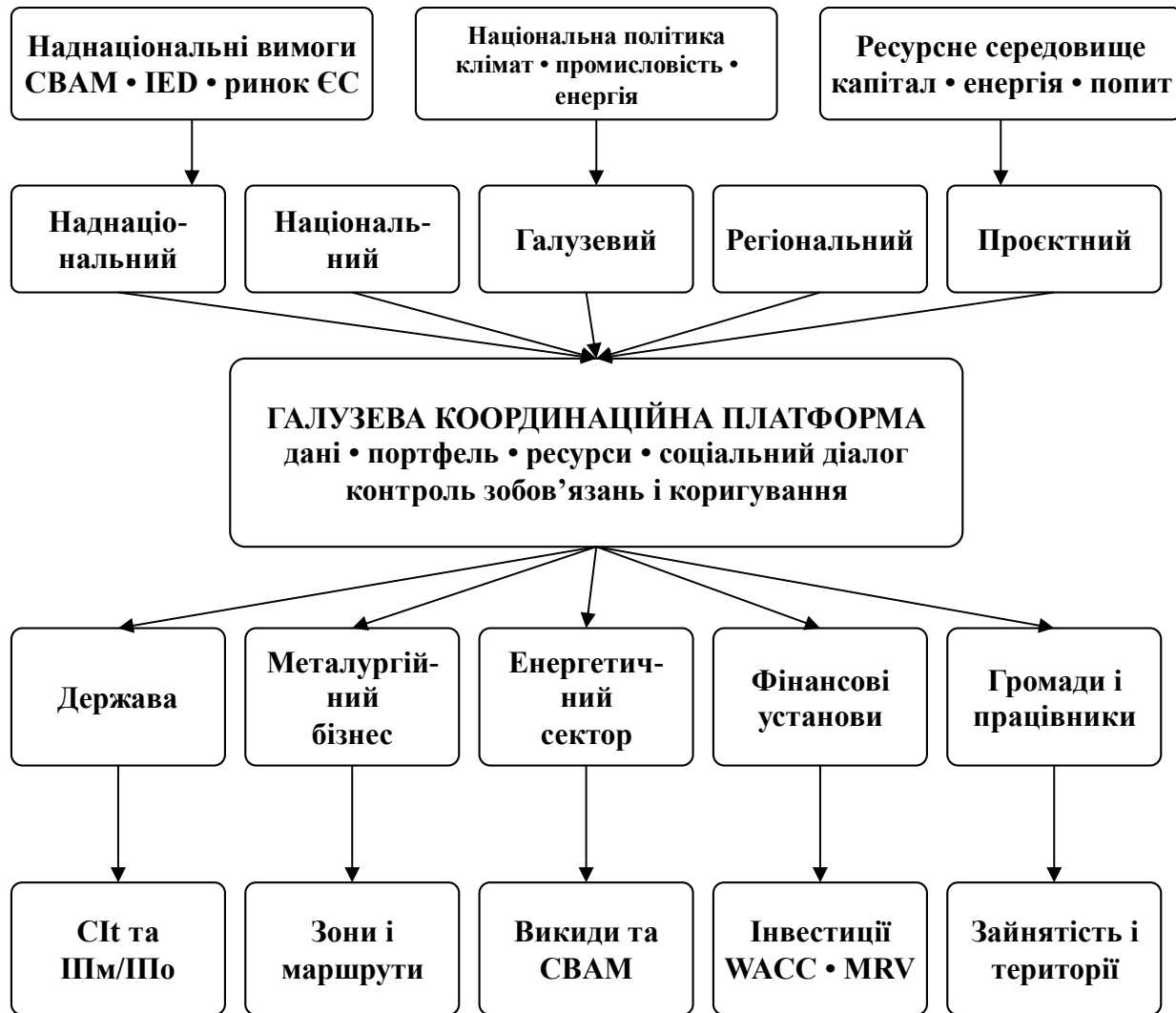


Рис. 5. Архітектура стейкхолдерно-координованої моделі управління сталим розвитком металургійної галузі

Сформована система створює зворотний зв'язок між технологічним портфелем, вимірюванням, фінансуванням, доступом до ринку та коригуванням галузевої політики, що є передумовою інституційного, соціального та фінансового забезпечення переходу.

Доказова інфраструктура побудована за принципом одноразового збирання і багаторазового контрольованого використання даних. Національний інвентаризаційний, установчий, продуктивний і корпоративний контури не змішуються, але використовують спільне первинне інформаційне ядро з фіксацією походження, статусу якості, верифікації та прав доступу. Цифровий кліматично-ресурсний паспорт продукції поєднує маршрут, енергію, сировину, викиди та підтвердження без підміни юридичних методик.

У п'ятому розділі – «Організаційно-економічне забезпечення низьковуглецевої трансформації металургійної галузі» – обґрунтовано справедливий перехід, фінансово-інвестиційне забезпечення та авторський механізм партнерської реалізації.

Справедливий перехід визначено як превентивну складову технологічного та інвестиційного рішення. Соціально-регіональні наслідки мають оцінюватися до затвердження проєкту, а територіальні плани повинні поєднувати зайнятість, професійні компетентності, диверсифікацію місцевої економіки, інфраструктуру та соціальний діалог.

Розроблено модульний підхід до оцінювання потреб у перекваліфікації, який дозволяє прив'язувати підтримку до підтвердженого попиту на професії та масштабувати її для різної кількості працівників без створення умовного інтегрального індексу.

Соціально-регіональний контур передбачає профілювання залежності металургійних територій, раннє попередження, оцінювання впливу технологічних сценаріїв на зайнятість, територіальні плани переходу, перекваліфікацію під підтверджений попит, підтримку підприємництва та соціальний діалог. Такий підхід включає соціальні наслідки до технологічного й фінансового рішення, а не компенсує їх постфактум.

Сценарно-модульна потреба у капіталі розраховується шляхом агрегування технологічних модулів і спільної інфраструктури за формулою (5):

$$CAPEX_t^s = (\sum_i A_{i,t}^s \times k_i^s) \times (1 + m_t^s) \quad (5)$$

де $A_{i,t}^s$ – потужність технологічного модуля, k_i^s – сценарний коефіцієнт CAPEX, m_t^s – частка спільної енергетичної, сировинної, цифрової та соціальної інфраструктури. Центральна потреба становить 4,028 млрд євро до 2030 р. та 7,863 млрд євро кумулятивно до 2035 р.

Ефективна середньозважена вартість фінансування загального CAPEX визначена шляхом адаптації класичного WACC до blended finance: грант зменшує частину загального CAPEX, що потребує доходності та обслуговування, а для боргу враховується податковий щит. Відповідний розрахунок здійснюється за формулою (6):

$$C_CAPEX = (1 - g) \times [E/R \times R_e + \sum_j (D_j/R \times R_{d_j} \times (1 - T))] \quad (6)$$

Сценарну структуру blended finance для центральної оцінки CAPEX наведено в табл. 6.

За центральних припущень C_CAPEX знижується з 13,436 до 7,823%, тобто на 5,613 в.п. Для нормованого портфеля 1 млрд євро це відповідає 56,1 млн євро річної економії на вартості фінансування. Детальний розрахунок ефективної вартості фінансування наведено в табл. 7.

Сформовано фінансово-інвестиційне забезпечення галузевого портфеля. Сценарна потреба у капіталі становить 4,028 млрд євро до 2030 року та 7,863 млрд євро до 2035 року. Поєднання грантів, власного капіталу, пільгових кредитів,

гарантій і перехідних облігацій знижує ефективну вартість фінансування з 13,436 до 7,823 відсотка.

Таблиця 6

Сценарна структура blended finance для центральної оцінки CAPEX 2030 та 2035 рр.

Джерело фінансування	Частка, %	Портфель 2030 р., млрд євро	Портфель 2035 р., млрд євро	Функція у портфелі
Гранти і технічна допомога	10	0,403	0,786	Підготовка, MRV, демонстрація, спільна і соціальна інфраструктура
Власний капітал підприємств / партнерів	20	0,806	1,573	Корпоративна відповідальність і покриття технологічного ризику
Пільгові кредити МФО	30	1,208	2,359	Довгий строк і нижча ставка для структурних проєктів
Кредити з гарантіями	25	1,007	1,966	Мобілізація банківського капіталу за розподілу воєнного та кредитного ризику
Transition-облігації / довгий ринковий борг	15	0,604	1,180	Рефінансування під верифіковану траєкторію переходу
Разом	100	4,028	7,863	Сценарний портфель

Запропоновано організаційно-економічний механізм партнерської реалізації, який визначає правила добору проєктів, багатосторонню угоду, розподіл ризиків,

фінансову структуру, проєктний цикл, систему показників, дорожню карту та процедури коригування. Архітектуру механізму наведено на рис. 6.

Таблиця 7

Розрахунок ефективної вартості фінансування за базової та портфельної структури

Компонент	Частка у загальному CAPEX, %	Сценарна вартість джерела, %	Внесок до C_CAPEX, в.п.
Базова структура: власний капітал	30	18,0	5,400
Базова структура: комерційний борг	70	14,0	8,036
Базова ефективна вартість фінансування	100	—	13,436
Blended finance: грант	10	0,0	0,000
Blended finance: власний капітал	20	18,0	3,600
Blended finance: пільговий кредит МФО	30	6,0	1,476
Blended finance: кредит з гарантією	25	8,0	1,640
Blended finance: transition-облігації	15	9,0	1,107
Ефективна вартість blended finance	100	—	7,823
Зниження ефективної вартості фінансування, в.п.	—	—	5,613

Сукупні результати механізму розмежовано за екологічним, фінансовим, експортно-регуляторним і соціально-регіональним контурами. Це запобігає методично некоректному підсумовуванню різнорідних ефектів і забезпечує доказову оцінку виконання партнерських зобов'язань.

Завершення наскрізної логіки дослідження полягає у переході від методики та діагностики до сценарного портфеля, стейкхолдерної координації, доказової інфраструктури, справедливого переходу, фінансового структурування і партнерської реалізації.

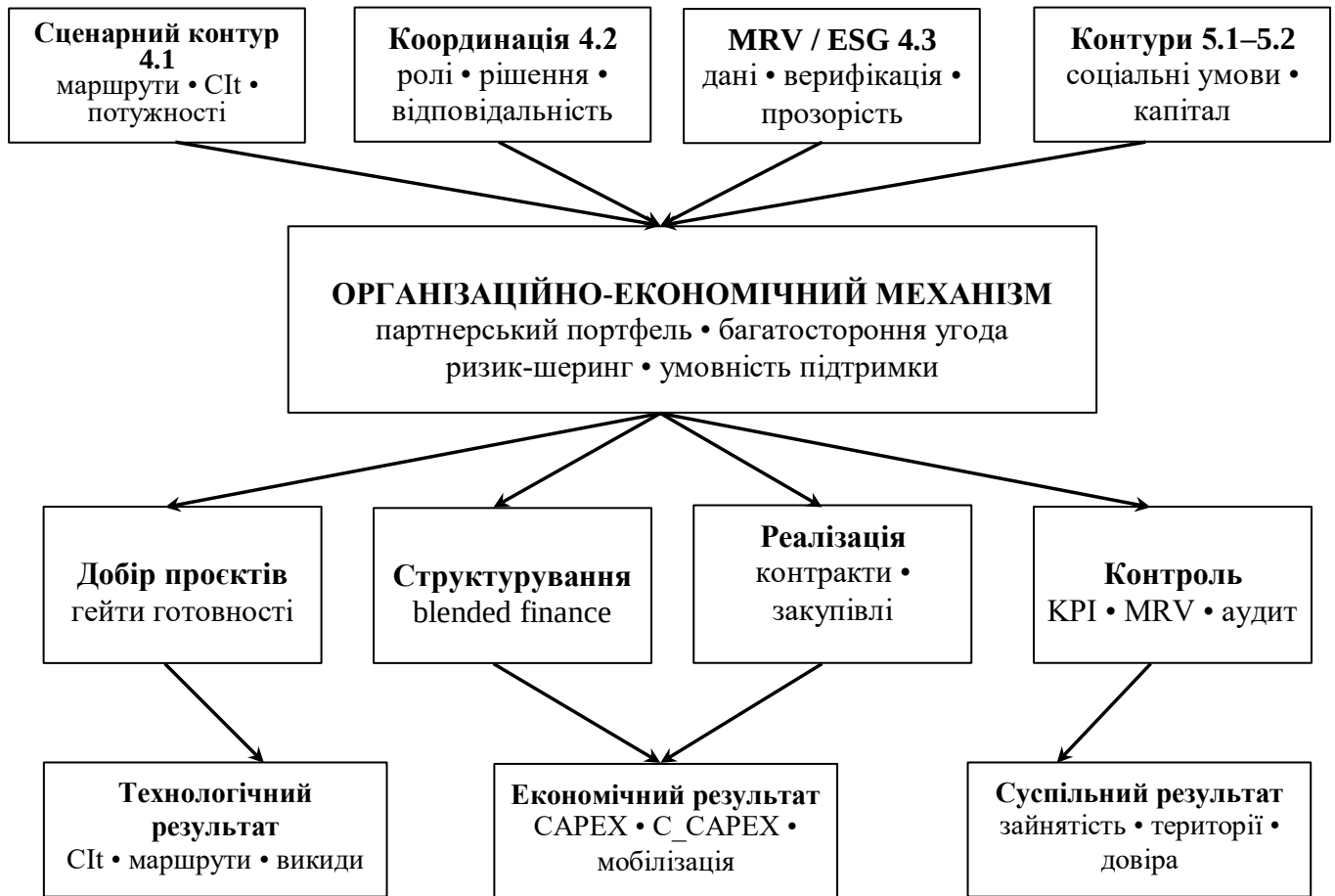


Рис. 6. Архітектоніка організаційно-економічного механізму партнерської реалізації низьковуглецевої трансформації металургійної галузі

Архітектоніка на рис. 6 побудована за принципом функціональної достатності. Верхній рівень формує обов'язкові входні умови; центральне ядро перетворює їх на партнерський портфель і багатосторонні угоди; нижній рівень забезпечує проєктну реалізацію та контроль. Механізм не створює єдиного надвідомчого оператора, який підміняє компетенції учасників. Координаційна платформа виконує функції реєстру, синхронізації, підготовки рішень і контролю виконання, тоді як юридичні, фінансові, дозвільні та корпоративні рішення приймаються уповноваженими сторонами у межах їх компетенції.

Розподіл відповідальності базується на принципі керованості ризику: сторона отримує обов'язок у тій частині, на яку вона має повноваження, інформацію або інструмент впливу. Воєнний ризик не може бути повністю покладений на підприємство, а технологічна неготовність — перекладена на гарантійну установу. Так само громада не відповідає за корпоративний CAPEX, але повинна забезпечити достовірність локальних даних, участь заінтересованих сторін і включення погоджених заходів до документів відновлення та розвитку.

Добір проєктів здійснюється не шляхом підсумовування різномірних балів, а через послідовність обов'язкових гейтів. Проєкт не компенсує відсутність достовірного MRV високим очікуваним скороченням викидів, а невизначена інфраструктура не перекривається додатковим грантом. На кожному етапі формується документований висновок: допуск, повернення на доопрацювання, умовний допуск або відхилення. Це зберігає видимість критичних ризиків і запобігає маніпулюванню вагами інтегрального індексу. До партнерського портфеля включаються лише ті ініціативи, для яких підтверджено сценарну сумісність, технологічну та інфраструктурну здійсненність, MRV- і СВAM-готовність, соціально-регіональні умови, фінансову прийнятність і договірну завершеність.

Проєктний цикл партнерської реалізації є повторюваним, а не лінійним. Рішення про коригування може повертати проєкт до техніко-економічного обґрунтування, фінансового структурування або перегляду угоди. При цьому попередні версії даних і рішень не видаляються: у галузевому реєстрі зберігається журнал змін, що дає змогу відокремити об'єктивне уточнення сценарію від необґрунтованого послаблення зобов'язань. Такий порядок забезпечує простежуваність переходу від початкового проєктного рішення до фактично підтвердженого технологічного, економічного та соціального результату.

Багатостороння партнерська угода є центральним договірним інструментом механізму. Вона не замінює кредитний договір, інвестиційний контракт, договір приєднання, колективну угоду або контракт закупівлі. Її призначення — зв'язати ці документи єдиними контрольними точками, базовими значеннями, залежностями і правилами реагування. Для проєктів різного масштабу угода може оформлюватися як рамкова угода з пакетами двосторонніх договорів або як координаційний додаток до договору державної підтримки. Обов'язковими елементами є предмет і межі проєкту, базові параметри CIt, випуску, маршруту, CAPEX і MRV-охоплення, внески сторін, матриця ризиків, фінансові та соціально-регіональні умови, права на дані, контрольні точки, допустимі відхилення, порядок зміни умов, призупинення підтримки та врегулювання спорів.

Передача ризику у партнерському механізмі має чіткі межі. Гарантія може покривати частину кредитного або воєнного ризику, але не повинна компенсувати відсутність ТЕО, власного внеску або плану моніторингу. Грант фінансує додаткові суспільні результати, підготовку, інноваційний розрив або інфраструктуру спільного користування, а не приховану операційну збитковість активу без перспективи технологічної життєздатності. Технологічний ризик має залишатися насамперед у сфері відповідальності проєктної компанії, постачальників обладнання та технічних радників; інфраструктурний — розподілятися між відповідним оператором і проєктом; соціальний — управлятися спільно роботодавцем, державою, громадою, службою зайнятості та представниками працівників.

Таким чином, партнерська реалізація перетворює попередні результати дослідження на виконуваний галузевий портфель, у якому сценарні орієнтири, фінансові ресурси, інфраструктурні залежності, MRV-дані та соціальні зобов'язання пов'язані єдиним циклом контролю і коригування. Це забезпечує не лише запуск окремих модернізаційних проєктів, а й регулярне управління зміною структури металургійної галузі на основі фактичних результатів, зберігаючи відповідальність учасників, доказовість підтримки та можливість адаптації до технологічних, регуляторних, фінансових і безпекових змін.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та запропоновано нове вирішення наукової проблеми формування теоретико-методологічних і організаційно-економічних засад управління сталим розвитком металургійної галузі в умовах низьковуглецевої трансформації національної економіки. Одержані результати забезпечили послідовний перехід від розвитку теоретичного базису й авторської методики до фактичної діагностики, технологічного сценарного портфеля, моделі координації, інституційного, інформаційного, соціального та фінансового забезпечення і партнерської реалізації. Результати проведеного дослідження дозволяють сформулювати такі висновки:

1. За результатами еволюційного аналізу наукових підходів до сталого розвитку металургійної галузі встановлено кумулятивний характер зміни управлінської парадигми: природоохоронний контроль поступово доповнювався ресурсозбереженням, екоефективністю, промисловою екологією, циркулярністю, управлінням соціотехнічними переходами та кліматичною сумісністю. Обґрунтовано, що сучасне розуміння сталості металургії не може обмежуватися дотриманням екологічних нормативів або корпоративною модернізацією, оскільки охоплює структуру виробництва, енергетичну й сировинну базу, ресурсні потоки, зовнішньоторговельні умови, доступ до капіталу, зайнятість і стан промислових територій. Уточнено зміст сталого розвитку металургійної галузі як керованого процесу відтворення її виробничого потенціалу, за якого економічна результативність і технологічне оновлення поєднуються зі скороченням питомих та абсолютних викидів, ресурсною ефективністю, доказовістю результатів і соціально-регіональною стійкістю. Таке трактування формує теоретичну основу переходу від управління окремим підприємством до управління структурними пропорціями галузі в системі національного господарства.

2. Доведено, що енергетичний перехід у металургійній галузі має складніший зміст, ніж заміна одного виду палива іншим або локальне підвищення енергоефективності. Вуглець у традиційних маршрутах виконує не лише енергетичну, а й технологічну функцію, тому глибоке скорочення викидів потребує перебудови виробничої архітектури, розширення

електросталеплавильного виробництва, використання прямих відновленої сировини, низьковуглецевої електроенергії, якісного металобрухту, нової інфраструктури та цифрового обліку. Встановлено економічний зв'язок енергетичного переходу з конкурентоспроможністю: технологічний маршрут і походження енергії впливають на собівартість, доступ до зовнішніх ринків, умови фінансування, строк експлуатації активів, попит на професійні компетентності та стійкість територій. Обґрунтовано необхідність перевірки кожного відновлювального рішення на сумісність із довгостроковою низьковуглецевою траєкторією, оскільки відтворення вуглецеємних потужностей здатне сформувати тривалу технологічну й фінансову залежність, а передчасне виведення активів без підготовленої інфраструктури створює виробничі та соціальні розриви.

3. Систематизовано інструменти регулювання вуглецеємності металургійної галузі та доведено, що їх результативність визначається не кількістю окремих заходів, а комплементарністю сформованого пакета. Нормативні вимоги встановлюють мінімальні правила й межі відповідальності; моніторинг, звітність і верифікація створюють доказову основу; економічні та фіскальні інструменти змінюють співвідношення витрат бездіяльності й модернізації; фінансові механізми знижують ризик і вартість довгострокового капіталу; інфраструктурні рішення забезпечують доступ до енергії, сировини та логістики; інструменти попиту підтримують збут низьковуглецевої продукції; соціальні заходи запобігають некерованим наслідкам структурної зміни. Запропоновано пов'язувати вибір інструментів із природою бар'єру та рівнем готовності переходу, що дозволяє уникати ситуації, коли ціновий сигнал застосовується за відсутності мережевої потужності, технологічної альтернативи, довгострокового фінансування або соціально прийнятного плану. Такий підхід поєднує промислову, кліматичну, енергетичну, інвестиційну й регіональну політику в єдину систему керованого впливу.

4. Обґрунтовано економіко-технологічний потенціал низьковуглецевого розвитку металургійної галузі як сукупну здатність виробничих, технологічних, енергетичних, сировинних, інвестиційних, інформаційних, інституційних і кадрових складових забезпечувати відновлення й розвиток випуску за одночасного скорочення вуглецеємності та підвищення ринкової стійкості. Розмежовано виробничий потенціал, який характеризує можливість випуску за наявного складу активів, і трансформаційний потенціал, що відображає здатність змінювати технологічні маршрути, інтегрувати нові джерела енергії, забезпечувати доказовість даних і переводити рішення у фінансово закриті проекти. Також виокремлено наявний, мобілізований і реалізований стани потенціалу, завдяки чому формальна наявність ресурсу не ототожнюється з його практичною готовністю до використання. Встановлено, що для України визначальним є не механічне відновлення довоєнної структури, а перетворення збереженої сировинної бази, інженерних компетентностей, енергетичних

можливостей і близькості до європейського ринку на узгоджений портфель проєктів, інфраструктури, фінансування та програм розвитку людського капіталу.

5. Сформовано мотиваційний і обмежувальний індикативні показники питомих викидів парникових газів, які утворюють регуляторний коридор галузевого порівняльного оцінювання. Доведено, що мотиваційний показник має використовуватися як орієнтир для пріоритетного доступу до державної та міжнародної підтримки, оскільки він відображає здатність технологічного рішення наближати галузь до низьковуглецевого лідерства. Обмежувальний показник виконує функцію раннього попередження і визначає межу, перевищення якої потребує підготовки плану скорочення вуглецеємності, підвищення якості даних, технологічного обґрунтування подальшої експлуатації активу та посиленої регуляторної уваги. На відміну від єдиного середнього еталона, регуляторний коридор дозволяє розмежувати виробництва, що потребують підтримки лідерства, керованої адаптації, структурної модернізації або усунення інформаційної невизначеності. Це створює прозорий зв'язок між фактичним результатом, інвестиційними пріоритетами, інтегрованими довкіллевими дозволами, умовами фінансування і вимогами зовнішніх ринків.

6. Розроблено методику галузевого зонально-сценарного регулювання вуглецеємності металургії, що забезпечує послідовне перетворення неоднорідної інформації на диференційований управлінський пакет. Методика передбачає визначення меж оцінювання, формування інформаційної бази з фіксацією статусу кожного показника, сегментацію випуску за технологічними маршрутами, розрахунок середньозваженої галузевої вуглецеємності, зіставлення з індикативним коридором, розподіл виробництва за регуляторними зонами, встановлення причин відхилення, діагностику зовнішньоторговельної вразливості та сценарне переоцінювання можливих змін. Доведено, що методика не підмінює корпоративні техніко-економічні розрахунки і юридичне визначення вбудованих викидів конкретної продукції, а виконує функцію державного й галузевого планування. Її застосування дозволяє зберігати простежуваність від вихідного джерела до управлінського рішення, формально відокремлювати невизначеність від факту та коригувати інструменти підтримки залежно від реальної зміни технологічної структури, якості даних і соціально-регіональних наслідків.

7. За результатами аналізу виробничо-технологічного стану металургійної галузі України встановлено глибокий воєнний структурний розрив, що проявляється у втраті частини активів і логістичних зв'язків, нерівномірному відновленні випуску, високій залежності від традиційних вуглецеємних процесів та неповноті відкритих даних щодо викидів, енергоспоживання, інвестицій і зайнятості за технологічними маршрутами. Доведено необхідність розмежовувати фактичний випуск, технологічну структуру, паспортну спроможність і трансформаційну готовність, оскільки збільшення тоннажу без зміни маршрутів відтворює вуглецеву й експортну вразливість, а скорочення виробництва не є

доказом технологічної декарбонізації. Сформовано правила інформаційної дисципліни, за якими фактичні й офіційні значення не змішуються з авторськими оцінками та сценарними припущеннями, а прогалини відкрито визначаються як зона невизначеності. Такий підхід створює надійну емпіричну основу для оцінювання галузевого вуглецевого профілю, зовнішньоторговельних ризиків і сценарного портфеля модернізації.

8. Оцінено галузевий вуглецевий профіль металургії України та обґрунтовано необхідність одночасного аналізу питомих і абсолютних викидів. Встановлено, що скорочення сукупних викидів унаслідок втрати виробничих потужностей або недовантаження агрегатів не свідчить про технологічний прогрес, тоді як питома вуглецеємність може погіршуватися через зміну співвідношення чавуну і сталі, структури маршрутів, завантаження активів або використання менш ефективних процесів. Розмежовано офіційний інвентаризаційний контур, гармонізований технологічний контур і продуктовий контур, оскільки вони мають різні межі, призначення та правила консолідації. На цій основі визначено розрив галузі щодо траєкторії досягнення нульових чистих викидів як структурну, а не суто статистичну проблему. Обґрунтовано, що скорочення такого розриву потребує зміни технологічних ваг, низьковуглецевої енергетики, ресурсної ефективності, достовірного обліку та інвестиційної послідовності, а не лише встановлення віддаленої декларативної цілі.

9. Проведено діагностику вразливості металургійної галузі України до механізму вуглецевого коригування імпорту та доведено її багатоконтурний характер. Вразливість формується не лише вартістю майбутніх вуглецевих зобов'язань, а взаємодією обсягу експорту, технологічного маршруту, вбудованих викидів, якості продуктових даних, своєчасності верифікації, контрактних умов, довіри покупців, доступності фінансування і соціально-регіональної залежності від металургійного виробництва. Розмежовано офіційно-правовий контур, який визначає зобов'язання щодо конкретного товару й установки, та авторський галузевий контур, призначений для оцінювання масштабу економічного ризику й формування державної політики. Встановлено, що зменшення експорту не може розглядатися як належна адаптація, оскільки погіршує виробничу, фінансову та соціальну стійкість. Цільова реакція має поєднувати зниження вуглецеємності, підвищення продуктової простежуваності, незалежну верифікацію, довгострокове фінансування та підтримку структурної адаптації промислових територій.

10. Обґрунтовано технологічну модернізацію металургійного виробництва як керований портфельний процес зміни виробничої, енергетичної, ресурсної та цифрової структури галузі. Доведено, що для України недоцільними є як механічне відновлення високовуглецевих потужностей, так і одномоментне виведення наявних активів без підготовлених мереж, сировинної бази, фінансування та програм справедливого переходу. Сформовано портфель, який поєднує операційну й матеріальну ефективність, найкращі доступні технології та

методи управління, розширення електросталеплавильного виробництва, пряме відновлення заліза, воднево готові рішення, низьковуглецеву електроенергію, розвиток бруксової інфраструктури, цифровий облік і використання технологій уловлювання викидів для окремих залишкових процесів. Сценарний підхід визначає послідовність переходу від невідкладної адаптації та підготовки даних до структурної модернізації і глибокої трансформації, а кожне рішення оцінюється за його сумісністю з майбутньою структурою галузі, доступністю ресурсів, економічною життєздатністю та соціальною прийнятністю.

11. Розроблено стейкхолдерно-координовану модель управління сталим розвитком металургійної галузі, яка переводить взаємодію заінтересованих сторін із консультаційного формату в систему розподілених функцій і відповідальності. Держава формує нормативні правила, індикативні орієнтири, інфраструктурні пріоритети й умови підтримки; підприємства готують і реалізують технологічні проекти, надають первинні дані та несуть операційний ризик; енергетичний і сировинний сектори забезпечують ресурсну сумісність; фінансові установи структурують капітал і контролюють виконання умов; громади, працівники й освітні організації формують соціальну прийнятність і кадрову спроможність; покупці та міжнародні партнери підтримують попит, фінансування і зовнішню довіру. Встановлено, що об'єктом координації є не окреме підприємство, а структура й відтворення всієї галузі. Замкнений зворотний зв'язок за фактичними технологічними, кліматичними, інвестиційними й соціальними результатами забезпечує перегляд портфеля та запобігає збереженню підтримки для рішень, які не створюють структурного ефекту.

12. Удосконалено інформаційно-аналітичне забезпечення управління низьковуглецевою трансформацією металургійної галузі шляхом формування інтегрованої доказової інфраструктури. Обґрунтовано принцип одноразового збирання та багаторазового контрольованого використання даних, за якого первинна інформація фіксується у місці виникнення, проходить автоматизовані й експертні перевірки, отримує статус якості, зберігає простежуваність до джерела та лише після цього використовується для державного моніторингу, продуктового декларування, звітності зі сталого розвитку, галузевого порівняння і фінансових умов. Розмежовано національний, установчий, продуктовий та корпоративний контури обліку, що запобігає механічному перенесенню показників із різними межами й призначенням. Запропоновано цифровий кліматично-ресурсний паспорт металопродукції як контрольоване представлення даних про маршрут, енергію, сировину, викиди та верифікацію. Така інфраструктура знижує інформаційну асиметрію, підвищує довіру покупців та інвесторів і забезпечує доказовий зворотний зв'язок для коригування галузевої політики.

13. Обґрунтовано інституційне та соціально-регіональне забезпечення справедливого переходу металургійної галузі як невід'ємну складову управління структурною трансформацією, а не компенсаційний захід після закриття активів.

Встановлено, що зміна технологічних маршрутів впливає на структуру зайнятості, попит на професії, доходи територій, суміжний бізнес, інфраструктуру й доступність соціальних послуг, тому соціальні наслідки мають оцінюватися до затвердження технологічного та фінансового рішення. Запропоновано формувати профіль залежності металургійної території, систему раннього попередження, програми перекваліфікації й мобільності, заходи підтримки місцевого підприємництва, соціальний діалог і територіальний план справедливого переходу, узгоджений із регіональною стратегією та програмою відновлення. Доведено доцільність визначення потреб за фактичними групами працівників і ризиками, а не через умовний інтегральний показник. Такий підхід дозволяє поєднати скорочення вуглецеємності зі збереженням людського капіталу, гідною працею, економічною диверсифікацією та спроможністю промислових територій підтримувати довгострокову модернізацію.

14. Розроблено фінансово-інвестиційне забезпечення низьковуглецевої трансформації металургійної галузі, у якому об'єктом фінансування є взаємопов'язаний галузевий портфель технологічних, енергетичних, цифрових, логістичних і соціальних проєктів. Обґрунтовано необхідність поєднання власного капіталу підприємств, комерційного боргу, пільгових кредитів міжнародних фінансових організацій, грантів, гарантій, облігацій перехідного фінансування, податкових стимулів і довгострокових контрактів попиту. Запропоновано послідовний відбір проєктів за стратегічною відповідністю, технологічним результатом, якістю даних, ресурсною та інфраструктурною готовністю, соціально-регіональним супроводом, фінансовою додатковістю й системою контрольних умов. Встановлено, що публічна підтримка має не заміщувати приватний капітал, а знижувати ризики, які не можуть бути прийнятно розподілені ринком, і поступово скорочуватися в міру підвищення зрілості проєкту. Пов'язання фінансових траншів із верифікованим технологічним, кліматичним та соціальним результатом створює умови для здешевлення капіталу без послаблення відповідальності учасників.

15. Сформовано організаційно-економічний механізм партнерської реалізації низьковуглецевої трансформації металургійної галузі, який завершує наскрізну логіку дисертаційного дослідження. Механізм поєднує галузеву координаційну платформу, порядок добору проєктів до партнерського портфеля, соціально-кліматичний паспорт, техніко-економічне обґрунтування, фінансове структурування, багатосторонню угоду, розподіл технологічних, регуляторних, фінансових, інфраструктурних, соціальних і воєнних ризиків, реалізацію, моніторинг, незалежну верифікацію та коригування. Визначено, що держава й міжнародні партнери створюють правила, гарантійну спроможність та суспільну інфраструктуру; підприємства забезпечують проєктну підготовку, власний внесок і виробниче впровадження; фінансові установи здійснюють оцінювання та контроль; громади й працівники беруть участь у соціально-регіональних

зобов'язаннях; покупці знижують ринковий ризик через довгостроковий попит. Сукупні результати механізму мають оцінюватися окремо за екологічним, економічним, інвестиційним, торговельним і соціальним напрямками без механічного підсумовування різнорідних ефектів, що забезпечує достовірність оцінювання та можливість регулярного перегляду партнерського портфеля.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у виданнях, які включено до переліку наукових фахових видань України

1. Зеленін Ю.М. Сталий розвиток та політика розвитку металургії: теоретико-методологічні підходи до встановлення кореляційних зв'язків. Київський економічний науковий журнал. 2024. № 7. С. 79-82.
2. Зеленін Ю.М. Ключові засади формування нової економічної політики розвитку металургії. Інвестиції: практика та досвід. 2024. № 21. С. 109-113.
3. Зеленін Ю.М. Економічний взаємозв'язок між технологічною трансформацією у металургії та природним капіталом. Ефективна економіка. 2024. № 11. URL: <https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/5092/5136>
4. Зеленін Ю.М. Стійкий розвиток металургії у контексті становлення економіки замкнутого циклу. Інвестиції: практика та досвід. 2024. № 22. С. 97-100.
5. Зеленін Ю.М. Нова дескриптивна модель екологічної політики розвитку металургії. Ефективна економіка. 2024. № 12. URL: <https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/5364/5417>
6. Зеленін Ю.М. Методичні підходи до оцінки результативності ресурсної ефективності металургії. Інвестиції: практика та досвід. 2024. № 24. С. 69-72.
7. Зеленін Ю.М. Напрями стратегічного планування у системі підвищення ресурсної ефективності металургії. Ефективна економіка. 2025. № 2. URL: <https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/5795/5850>
8. Зеленін Ю.М. Аналіз проблем та можливостей розвитку металургії. Інвестиції: практика та досвід. 2025. № 4. С. 49-53.
9. Зеленін Ю.М. Аналіз досвіду формування державної політики розвитку металургії у високорозвинених індустріальних країнах. Інвестиції: практика та досвід. 2025. № 5. С. 102-106.
10. Зеленін Ю.М. Сутність та зміст економічної політики розвитку металургії. Наукові праці Міжрегіональної Академії управління персоналом. Економічні науки. 2025. № 1 (77). С. 15-19.
11. Зеленін Ю.М. Концепція економічного розвитку металургії на основі переходу до найкращих доступних технологій. Review of transport economics and management. Дніпро: Український державний університет науки і технологій, 2024. Вип. 12 (28). С. 50-54.

12. Зеленін Ю.М. Пріоритетні напрямки взаємодії України та ЄС в галузі чорної металургії. Ефективна економіка. 2025. № 11. URL: <https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/8166/8298>

13. Зеленін Ю.М. Формування стратегії модернізації металургії. Ефективна економіка. 2025. № 11. URL: <https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/8166/8298>

14. Зеленін Ю.М. Тенденції декарбонізації металургії у контексті сталого розвитку. Інвестиції: практика та досвід. 2025. № 22. С. 232-238.

15. Зеленін Ю.М. Особливості сталого розвитку металургії в умовах енергопереходу. Інвестиції: практика та досвід. 2025. № 22. С. 232-238.

16. Зеленін Ю.М. Індикативні показники питомих викидів парникових газів як основа національної галузевої системи бенчмаркінгу металургії. Social Development and Security. 2026. Vol. 16. № 1. С. 506-517.

17. Зеленін Ю.М. Концептуальні засади механізму регулювання вуглецевої ємності в чорній металургії. Social Development and Security. 2026. Vol. 16. № 2. С. 506-515.

Стаття у науковому періодичному виданні іншої держави із напрямку, з якого підготовлено дисертацію

18. Zelenin Yu. Levels of carbon intensity regulation within the organizational and economic mechanism of metallurgy development. Stredoevropsky vestnik pro vedu vyzkum. 2026. Vol. 1. № 1. P. 120-131.

Статті у виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та Scopus

19. Nataliia Levchenko, Ganna Shyshkanova, Yuriy Zelenin, Prykhodko Volodymyr, Maksym Kovalskyi. Global trend of decarbonization as a determining factor of development of external economic activity of metallurgical enterprises. Rural Sustainability Research. 2022. Vol. 47 (342). P. 61-75. DOI: <https://doi.org/10.2478/plua-2022-0008> (особистий внесок: удосконалено методичний підхід до оцінювання ефекту декаплінгу та обґрунтовано модель визначення інвестиційного забезпечення декарбонізації металургійної галузі в умовах дії CBAM)

20. Valentyna Voronkova, Vitalina Nikitenko, Yevhen Sobol, Roman Oleksenko, Yuriy Zelenin, Olena Kravchenko, Lesia Levchenko, Nataliia Yukhymenko. The Digital Transformation of the Most Dynamic Region in the World (China, Malaysia, India) as a Key Factor in Economic Development within the Context of Industry 5G: Trends, Challenges, and Strategies. Pakistan Journal of Life and Social Sciences. 2024. Vol. 22. № 1. DOI: <https://doi.org/10.57239/PJLSS-2024-22.1.00105> (особистий внесок: обґрунтовано роль цифрової трансформації металургії та технологій 5G у забезпеченні інноваційного розвитку, підвищенні продуктивності, конкурентоспроможності й адаптаційної спроможності економічних систем в умовах глобальної цифровізації)

21. Natalya Metelenko, Valentyna Voronkova, Vitalina Nikitenko, Iryna Tubolets, Yuriy Zelenin, Oksana Marchenko, Natalia Babko, Evgeniy Podakov, Maryna Salnikova. Integration of Environmental Technologies into Industrial Management as a Tool for Ensuring Sustainable Development. Pakistan Journal of Life and Social Sciences. 2025. Vol. 23. № 1. P. 230-237. DOI: <https://doi.org/10.57239/PJLSS-2025-23.1.0020> (особистий внесок: обґрунтовано роль екологічних технологій в управлінні металургійними процесами як чинника підвищення екологічної результативності, ресурсної ефективності та сталого розвитку металургії)

Розділ у колективній монографії

22. Зеленін Ю.М. Методичні підходи до оцінки вуглецеємності для металургії з використанням розроблених індикативних показників питомих викидів парникових газів. Міждисциплінарні дослідження в галузі науки, інновацій та суспільного розвитку / за заг. ред. Є.Г. Карташова. Прага: Publishing house Education and Science s.r.o., 2025. С. 137-182.

Тези наукових доповідей

23. Зеленін Ю.М. Механізм вуглецевого коригування імпорту металопродукції в країни ЄС. Сучасні тенденції та суперечності розвитку світової економіки та бізнесу: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції за міжнародною участю, м. Київ, 25 січня 2022 р. Київ: Міжрегіональна Академія управління персоналом, 2022. С. 138-141.

24. Зеленін Ю.М. Прискорення процесу декарбонізації металургійних підприємств України. Стратегічні пріоритети розвитку підприємництва, торгівлі та біржової діяльності: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, Запоріжжя, 11-12 травня 2022 р. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. С. 308-310.

25. Зеленін Ю.М. Розвиток інституційних підходів в металургії з урахуванням доступу до якісних ресурсів. Інноваційні методи управління економікою в умовах цифровізації бізнесу: збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 10 жовтня 2024 р. Київ: Міжрегіональна Академія управління персоналом, 2024. С. 206-208.

26. Зеленін Ю.М. Негативні фактори впливу на український ринок продукції металургії. Теоретико-практичні засади управління, економіки та природокористування: аспекти реінтеграції Криму в господарський комплекс України: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 14 листопада 2024 р. Одеса: Олді+, 2024. С. 364-367.

27. Зеленін Ю.М. Організаційно-економічний механізм ресурсного забезпечення стійкого розвитку металургії. Сучасні виклики та сталий розвиток економіки і бізнесу: матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Запоріжжя, 10 грудня 2024 р. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. С. 97-99.

28. Zelenin Yu. Sustainable development of metallurgy: resource aspect. GCI 2024: Global Challenges and Innovations: Interdisciplinary Approaches to Modern Scientific Issues. De La Salle Araneta University, Philippines. 2024. P. 80-84.

29. Зеленін Ю.М. Сценарії розвитку металургії в різних інституціональних умовах її діяльності. Національна безпека в умовах війни, післявоєнної відбудови та глобальних викликів XXI століття: збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, 12-13 грудня 2024 р. Житомир: Житомирська політехніка, 2024. С. 81-84.

30. Зеленін Ю.М. Теоретичні основи формування стратегії модернізації металургії регіону. Актуальні проблеми та перспективи соціально-економічного розвитку регіону в умовах сучасних глобальних викликів: матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Кременчук, 30 січня 2025 р. 2025. С. 198-200.

31. Зеленін Ю.М. Формування системи управління корпоративними знаннями в металургії. Публічне управління у сфері цивільного захисту: освіта, наука, практика: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 27 березня 2025 р. Черкаси: НУЦЗУ, 2025. С. 223-225. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/24849/1/TezPUA2025.pdf>

32. Зеленін Ю.М. Механізми оптимізації витрат у металургії. Гуманітарний дискурс суспільних проблем: минуле, сучасне, майбутнє: матеріали XXV Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю, м. Черкаси, 25 квітня 2025 р. Черкаси: НУЦЗ, 2025. С. 419-420.

33. Зеленін Ю.М. Екологізація розвитку металургійного комплексу України. Синергія освіти, науки та бізнесу в епоху глобальних трансформацій: збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції, м. Чернігів, 27 лютого 2025 р. Чернігів: ГО «Науково-освітній інноваційний центр суспільних трансформацій», 2025. С. 157-158.

34. Зеленін Ю.М. Екологізація розвитку металургії. Інноваційне підприємництво: стан та перспективи розвитку: збірник матеріалів X Міжнародної науково-практичної конференції. Київ: КНЕУ, 2025. С. 163-166. URL: https://drive.google.com/file/d/1wX-qZ1GBBevOqD7lr4jY_AF-KpqSHktZ/view?usp=sharing

35. Зеленін Ю.М. Індикативний підхід до оцінки вуглецеємності металургійного виробництва України в умовах декарбонізації. Global Scientific Horizons 2026: International Conference on Research, Innovation and Interdisciplinary Development: Proceedings of International Scientific and Practical Conference, January 21, 2026, Charles University, Prague, Czech Republic. Prague: Publishing house Education and Science s.r.o., 2026. С. 37-43.

АНОТАЦІЯ

Зеленін Ю. М. Управління сталим розвитком металургійної галузі в умовах низьковуглецевої трансформації національної економіки. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук за спеціальністю 08.00.03 – економіка та управління національним господарством. – Приватне акціонерне товариство «Вищий навчальний заклад «Міжрегіональна Академія управління персоналом», Київ, 2026.

У дисертації наведено нове вирішення наукової проблеми формування теоретичних, методичних та організаційно-економічних засад управління сталим розвитком металургійної галузі в умовах низьковуглецевої трансформації національної економіки. Декарбонізацію металургії розглянуто як складову промислової політики, відновлення виробничого потенціалу, збереження експортної стійкості, залучення довгострокового капіталу та забезпечення справедливого переходу металургійних територій.

Уточнено зміст сталого розвитку металургійної галузі як керованого процесу зміни виробничої, технологічної, енергетичної, ресурсної, інвестиційної та соціально-регіональної структури галузі, за якого зростання промислової результативності поєднується зі скороченням питомих і абсолютних викидів парникових газів, ресурсною ефективністю, доказовістю даних та адаптацією до нових правил міжнародної торгівлі. Систематизовано еволюцію наукових підходів від природоохоронного контролю до кліматично сумісної моделі галузевого розвитку.

Розкрито особливості енергопереходу в металургії, що зумовлені технологічною роллю вуглецю у відновленні залізної руди, тривалим строком експлуатації агрегатів, високою капіталомісткістю, залежністю від енергетичної та сировинної інфраструктури. Обґрунтовано необхідність взаємодоповнювального пакета нормативно-правових, економічних, фінансово-інвестиційних, інформаційних, інфраструктурних, ринкових і соціальних інструментів.

Удосконалено методичний підхід до оцінювання економіко-технологічного потенціалу низьковуглецевого розвитку галузі. Потенціал визначено як здатність виробничих, технологічних, енергетичних, сировинних, інвестиційних, інформаційних, інституційних і кадрових складових забезпечувати відновлення випуску за одночасного зниження вуглецеємності та підвищення ринкової стійкості. Розмежовано наявний, мобілізований і реалізований потенціал.

Розроблено методику галузевого зонально-сценарного регулювання вуглецеємності металургії, що поєднує дворівневий індикативний коридор, технологічну сегментацію випуску, визначення часток виробництва у регуляторних зонах, причинну діагностику відхилень, добір диференційованих інструментів та сценарне переоцінювання. Фактична апробація методики засвідчила, що у 2025 році середньогалузева вуглецеємність становила 2,021

тонни вуглекислого газу в еквіваленті на тону сталі, а структура випуску зберігала значну частку високовуглецевих та інформаційно недостатньо розкритих процесів. Доведено, що скорочення абсолютних викидів через воєнне падіння виробництва не є технологічною декарбонізацією. Сформовано окремі контури національної інвентаризації, технологічного бенчмаркінгу та продуктового обліку вбудованих викидів.

Розроблено нормативно-сценарний портфель технологічної модернізації. Запропоновано стейкхолдерно-координовану модель управління та галузеву доказову інфраструктуру за принципом одноразового збирання і багаторазового контрольованого використання даних. Поєднано установчий моніторинг викидів, продуктивний облік вбудованих викидів, звітність зі сталого розвитку, галузевий реєстр і цифровий кліматично-ресурсний паспорт продукції. Це забезпечує зв'язок між вимірюванням, верифікацією, фінансуванням, доступом до ринку та коригуванням галузевої політики.

Удосконалено інституційне та соціально-регіональне забезпечення справедливого переходу через профілювання залежності металургійних територій, оцінювання впливу технологічних сценаріїв на зайнятість, територіальні плани переходу, професійну підготовку під підтверджений попит та соціальний діалог. Сформовано фінансово-інвестиційне забезпечення галузевого портфеля на основі змішаного фінансування. Сценарна потреба у капіталі оцінена у 4,028 мільярда євро до 2030 року та 7,863 мільярда євро до 2035 року, а ефективна середньозважена вартість фінансування знижується з 13,436 до 7,823 відсотка.

Розроблено авторський організаційно-економічний механізм партнерської реалізації низьковуглецевої трансформації. Механізм визначає учасників, ресурси, зобов'язання, відповідальність, правила добору проєктів, структуру багатосторонньої угоди, розподіл технологічних, фінансових, регуляторних, інфраструктурних, соціальних і воєнних ризиків, поєднання державної підтримки, грантів, кредитів міжнародних фінансових організацій, гарантій, власного капіталу та перехідних облігацій. Проєктний цикл завершується перевіркою результатів і коригуванням портфеля.

Практичне значення результатів полягає у можливості використання запропонованих положень органами державної влади, місцевого самоврядування, металургійними підприємствами, фінансовими установами, міжнародними партнерами, закладами освіти та промисловими громадами під час формування програм відновлення, декарбонізації, адаптації експорту, залучення інвестицій і забезпечення соціальної стійкості.

Ключові слова: металургійна галузь, сталий розвиток, низьковуглецева трансформація, вуглецеємність, парникові гази, індикативні показники, технологічна модернізація, бенчмаркінг, справедливий перехід, змішане фінансування, партнерський механізм, національна економіка.

SUMMARY

Zelenin Yu. M. Management of Sustainable Development of the Metallurgical Industry under the Conditions of Low-Carbon Transformation of the National Economy. – Qualification scientific work as a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Economic Sciences in specialty 08.00.03 – Economics and Management of the National Economy. – Private Joint-Stock Company “Higher Educational Institution “Interregional Academy of Personnel Management”, Kyiv, 2026.

The dissertation provides a new solution to the scientific problem of forming theoretical, methodological, organizational and economic foundations for managing the sustainable development of the metallurgical industry under the low-carbon transformation of the national economy. Decarbonisation is considered as an element of industrial recovery, export resilience, access to long-term capital and a just transition for metallurgical regions.

The concept of sustainable development of the metallurgical industry is clarified as a managed transformation of the production, technological, energy, resource, investment and social-regional structure of the sector. Industrial performance is combined with lower specific and absolute greenhouse gas emissions, resource efficiency, reliable data and adaptation to new international trade rules. The evolution of scientific approaches is systematised from pollution control to a climate-compatible sectoral development model.

The specific features of the energy transition in metallurgy are identified. They arise from the technological role of carbon in iron-ore reduction, the long life cycle of assets, high capital intensity and dependence on energy, raw-material and transport infrastructure. A complementary package of legal, economic, financial, informational, infrastructural, market and social instruments is substantiated.

The methodological approach to assessing the economic and technological potential of low-carbon development is improved. Potential is defined as the capacity of production, technology, energy, raw materials, investment, information, institutions and human resources to restore output while reducing carbon intensity and strengthening market resilience. Available, mobilised and realised potential are distinguished.

A methodology for sectoral zonal-scenario regulation of carbon intensity is developed. It combines a two-level indicative corridor, technological segmentation of output, allocation of production among regulatory zones, causal diagnosis of deviations, differentiated policy instruments and scenario reassessment. The motivational benchmark is 1.343 tonnes of carbon-dioxide equivalent per tonne of steel and the restrictive benchmark is 1.460 tonnes.

Empirical application shows that in 2025 the average sectoral carbon intensity was 2.021 tonnes of carbon-dioxide equivalent per tonne of steel. A substantial share of output remained associated with carbon-intensive or insufficiently disclosed processes. The study proves that a decline in absolute emissions caused by wartime production

losses does not constitute technological decarbonisation. National inventory accounting, technological benchmarking and product-level embedded-emission accounting are separated.

A normative scenario portfolio of technological modernisation is developed. Under the transformation pathway, average sectoral carbon intensity declines to 1.375 tonnes in 2030 and 0.9525 tonnes in 2035 while steel output recovers. The portfolio combines best available techniques, scrap-based electric steelmaking, direct reduced iron, hydrogen-ready solutions, low-carbon electricity, digital accounting and shared infrastructure.

A stakeholder-coordinated governance model and an evidence infrastructure based on the principle of collecting data once and using them repeatedly under controlled conditions are proposed. Installation monitoring, product embedded-emission accounting, sustainability reporting, a sectoral register and a digital climate-and-resource product passport are integrated. This creates a direct link between measurement, verification, finance, market access and policy adjustment.

Institutional and social-regional support for a just transition is improved through territorial dependency profiles, assessment of employment impacts, territorial transition plans, demand-driven reskilling and social dialogue. A portfolio-based blended-finance framework is formed. Scenario capital needs amount to EUR 4.028 billion by 2030 and EUR 7.863 billion by 2035, while the effective weighted average financing cost declines from 13.436 to 7.823 per cent.

An original organisational and economic mechanism for partnership implementation is developed. It defines participants, resources, obligations, responsibilities, project selection, the structure of a multilateral agreement, allocation of technological, financial, regulatory, infrastructural, social and war-related risks, and the combination of public support, grants, loans from international financial institutions, guarantees, equity and transition bonds. The project cycle ends with verification and portfolio adjustment.

The practical value of the results lies in their application by public authorities, local governments, metallurgical companies, financial institutions, international partners, educational institutions and industrial communities when preparing recovery, decarbonisation, export adaptation, investment and social-resilience programmes.

Keywords: metallurgical industry, sustainable development, low-carbon transformation, carbon intensity, greenhouse gases, indicative benchmarks, technological modernisation, benchmarking, just transition, blended finance, partnership mechanism, national economy.