

СТАНЬКОВСЬКА Ірина

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

<https://orcid.org/0000-0001-7298-4449>e-mail: stankovskairina@gmail.com

СМАГА Любомир

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

<https://orcid.org/0000-0002-0701-446X>e-mail: liubomyrsmaha@gmail.com

ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

У статті досліджено питання декарбонізації як складової забезпечення якості управління підприємством, оцінювання енергетичної та вуглецевої зрілості підприємства. З цією метою обґрунтовано доцільність застосування декарбонізації на підприємстві; визначено напрями управління процесами декарбонізації; досліджено вплив декарбонізації на якість виробничих процесів та напрями управління підприємством; сформовано матрицю енергетичної зрілості підприємства для впровадження та управління реалізацією стратегії декарбонізації. Виокремлено та охарактеризовано п'ять рівнів енергетичної та вуглецевої зрілості та параметри контролю реалізації кожного рівня. Запропоновано порядок оцінювання енергетичної та вуглецевої зрілості підприємства.

Ключові слова: декарбонізація, сталий розвиток, якість управління, промислові підприємства, конкурентоспроможність

STANKOVSKA Iryna, SMAGA Lubomyr

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

DECARBONIZATION AS A FACTOR FOR IMPROVING THE QUALITY OF MANAGEMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

The topic of the article is "Decarbonization as a factor for improving the quality of management of industrial enterprises".

The purpose of the study is the issue of implementing and evaluating decarbonization as a component of ensuring the quality of enterprise management, assessing the energy and carbon maturity of the enterprise. To achieve the set goal, the methods of analysis and synthesis, theoretical generalization, comparison, and modeling were used. The paper substantiates the feasibility of applying decarbonization at the enterprise; identifies the areas of management of decarbonization processes; investigates the impact of decarbonization on the quality of production processes and areas of enterprise management; forms an energy maturity matrix for the implementation and management of the decarbonization strategy. Five levels of energy and carbon maturity and parameters for controlling the implementation of each level are identified and characterized.

The scientific novelty lies in the application of decarbonization as a factor characterizing the quality of management of an industrial enterprise and the formation of a matrix of energy and carbon maturity of the enterprise.

The identified parameters of control of the energy and carbon maturity of the enterprise have gained practical significance, which makes it possible to assess the state of the organization in the studied period. The identification of such criteria, in turn, will serve as a guide and help develop a plan that must be implemented in order to become a more mature enterprise in the direction of decarbonization.

According to the results of the study, it is substantiated that the implementation of decarbonization indicates the quality of enterprise management; it is proven that the implementation of decarbonization increases the overall maturity in the management of production processes, operational efficiency and cost optimization, which is consistent with the goals of sustainable development and environmental, social and governance criteria (ESG); a model for assessing energy and carbon readiness is proposed, providing enterprises with a comprehensive tool for assessing the current state and identifying areas for further improvement.

Keywords: decarbonization, sustainable development, quality of management, industrial enterprises, competitiveness

Стаття надійшла до редакції / Received 11.04.2025

Прийнята до друку / Accepted 01.05.2025

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Зростаючі виклики у споживанні енергії та постійне зростання цін на енергоносії створили дуже складне та невизначене середовище для виробників, що викликає критичне занепокоєння щодо сталого розвитку та операційних витрат їхнього бізнесу [1]. Загальний рівень споживання енергії продовжує зростати в середньому більш, ніж на 2% щорічно [2].

В свою чергу, енергетичні кризи призводять до порушень ланцюгів постачання енергії особливо у виробників, котрі критично потребують великих об'ємів її використання [3]. Тому важливим завданням є забезпечення енергонезалежності з одночасним формування шляхів використання джерел енергії з нульовим рівнем викидів та енергоефективністю, а відповідно, і управління підприємством на засадах дотримання основних критеріїв сталого розвитку, а саме економічних, екологічних, соціальних, у процесі виробничої діяльності. Саме управління промисловими підприємствами на засадах сталого розвитку з можливістю

досягнення належного рівня декарбонізації може свідчити про якість управління підприємством та його конкурентоспроможність на ринку.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проводячи аналіз вітчизняних публікацій за тематикою дослідження, варто наголосити, що досліджень, які б напругу поєднували декарбонізацію та підвищення якості управління на промислових підприємствах, небагато. Так, науковці Гура та Петрук у своєму дослідженні наголошують на необхідності декарбонізації, проте, в першу чергу, з екологічної перспективи [4]. В свою чергу, Клименко, Кравченко та Ксеніта у своїх дослідженнях проблем та перспектив розвитку інструментів декарбонізації економіки України роблять наголос на необхідності декарбонізації як механізму покращення загальної екологічної ситуації та виконанні Україною своїх міжнародних зобов'язань в рамках Паризької кліматичної угоди [5; 6]. У статті «Управління якістю продукції на промислових підприємствах» Підвищенна Н.В. та Кубишина Н.С. наголошують на необхідності зростання ефективності виробництва [7], частиною чого є процес декарбонізації. Щодо зарубіжних досліджень, слід відзначити, що на противагу до вітчизняних вчених, зарубіжні вже встигли присвятити певну кількість досліджень питанням перетину декарбонізації та її впливу на якість управління підприємством. Зокрема, Вердоліні та інші досліджують основні стратегії декарбонізації такі, як зміна виду палива, електрифікація, ефективність вуглецю, ефективність використання матеріалів, та їхній потенційний вплив на операційну ефективність [8]. В свою чергу, дослідження департаменту енергетики США наводять цілісний підхід до промислової декарбонізації, підкреслюючи важливість інтеграції стратегій декарбонізації в ширші промислові стратегії, частиною якої є ефективне управління якістю, для досягнення чистого нульового викиду парникових газів до 2050 року.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ СТАТТЯ

За результатами аналізу наукових публікацій встановлено, що проблемам управління підприємством на засадах сталого розвитку, питанням декарбонізації, управлінню якістю продукції приділяється значна увага, однак потребують подальших досліджень питання декарбонізації як складової забезпечення якості управління підприємством, оцінювання енергетичної та вуглецевої зрілості підприємства.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

З метою вирішення поставленої проблеми дослідження декарбонізації як фактора, що засвідчує якість управління промисловим підприємством необхідно досягнути таких цілей:

- обґрунтувати доцільність застосування декарбонізації на підприємстві;
- визначити напрями управління процесами декарбонізації;
- дослідити вплив декарбонізації на якість виробничих процесів та напрями управління підприємством;
- сформувати матрицю енергетичної зрілості підприємства;
- сформувати порядок оцінювання енергетичної та вуглецевої зрілості підприємства.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Декарбонізація є процесом зменшення викидів вуглекислого газу (CO_2) в результаті діяльності людини, головним чином шляхом переходу від викопного палива до відновлюваних джерел енергії та підвищення енергоефективності. Цей підхід спрямований на пом'якшення кліматичних змін шляхом зниження концентрації парникових газів в атмосфері [11].

Декарбонізація більше не є просто екологічною ініціативою. Вона стає фундаментальним компонентом забезпечення якості управління стратегічною діяльністю підприємства. Компанії, які інтегрують заходи зі скорочення викидів вуглецю у свою діяльність, часто відчують підвищення ефективності, оптимізації витрат і загальної зрілості управління, покращення управління якістю виробничих процесів [10].

Слідування принципам декарбонізації дозволить знизити залежність від ринку викопного палива (нафти, газу, вугілля), який є нестабільний в силу своєї волатильності та політизованості, шляхом отримання енергії з відновлювальних джерел (сонця, вітру, гідроенергії). Декарбонізація передбачає використання відновлюваних джерел енергії, що може задовольнити зростаючий попит на електроенергію без збільшення викидів вуглецю. Не в останню чергу, серед переваг декарбонізації та використання відновлювальних джерел енергії є факт того, що такі джерела енергії локалізовані та менше залежать від глобальних ринків і транспортування на великі відстані, як це відбувається з нафтою чи газом. Це може знизити ризик перебоїв у ланцюгах постачання енергоресурсів підприємств. Підтвердженням даної гіпотези є енергетична криза в Україні, яка утворилась внаслідок збройної агресії РФ проти України та призвела до значних коливань в наявності та постачанні енергії, що, в свою чергу, має негативний вплив не лише на ланцюги постачання промислових підприємств, а й на якість управління бізнес-процесами цих підприємств.

Зрілість організації в її практиках забезпечення якості управління зазвичай оцінюється на основі здатності постійно контролювати, аналізувати та оптимізувати свої бізнес-процеси.

Якість управління бізнес-процесами підприємства тісно пов'язана із процесами управління якістю продукції, що передбачає постійне вдосконалення та оптимізацію процесів для забезпечення високих стандартів продукції та послуг [14]. Декарбонізація буде сприяти забезпеченню стандартів якості, оскільки знижує залежність від викопних ресурсів, стабілізує ціни на енергоносії, допомагає ефективно задовольняти зростаючий попит на електроенергію та робить ланцюги постачання більш стійкими до зовнішніх потрясінь.

Успішність забезпечення якості управління процесами декарбонізації, може виражатися за допомогою вимірювання наступних напрямів.

1. Політики та стратегії – ступінь, до якого принципи енергоефективності та сталого розвитку включені в корпоративну стратегію.
2. Прийняття рішень на основі фактичних даних – ступінь збирання, аналізу та використання даних про споживання енергії та викиди вуглецю для покращення продуктивності.
3. Оптимізації процесів – впровадження енергоефективних технологій і методів зменшення відходів.
4. Відповідності вимогам і стандартам – дотримання екологічних норм і систем звітності про сталий розвиток, таких як ISO 14001 і критерії ESG.
5. Залученістю і культурою співробітників – ступінь, в якому працівники обізнані про ініціативи щодо якості та сталого розвитку та залучені до них.

Декарбонізація вже сьогодні стала трендом та ефективним рішенням, що дозволяє організаціям диверсифікувати ризики енергетичної залежності від третіх сторін. Так, компанія Хенкель (Henkel) в 2021 році відзвітувала про зниження енергетичного споживання на 16% за результатами зібраних даних про економічну активність 2020 року, що дозволило зекономити 8 млн доларів США. Більше того, компанія спостерігає експоненціальний ріст по метриці повернення інвестицій [12].

Варто також наголосити, що спроби впровадження методів декарбонізації здійснюються не лише за ініціативи приватних компаній, а також за допомогою економічного стимулювання урядів різних країн. Спільні проекти між європейськими та японськими компаніями відіграли ключову роль у просуванні зусиль з декарбонізації. Ці ініціативи охоплюють різні регіони, роблять значний внесок в інновації, економічне зростання та глобальне прагнення до вуглецевої нейтральності [13].

Стратегія декарбонізації зосереджена на скороченні викидів вуглецю за рахунок підвищення енергоефективності, що сприяє покращенню якості виробничих процесів та забезпечує зрілість управління підприємством. Сюди відносяться:

1. Оптимізація процесів. Управління споживанням енергії вимагає моніторингу та вдосконалення процесів, що забезпечує якість виробництва.
2. Інноваційні технології. Впровадження нових енергоефективних технологій підвищує ефективність роботи, зокрема, за допомогою забезпечення більше можливостей в збиранні даних про споживання, сприяючи якості прийняття управлінських рішень.
3. Коригування виробництва. Декарбонізація часто вимагає змін у виробничих процесах, що призводить до загального покращення якості управління процесами.

Успішна інтеграція декарбонізації свідчить про високий рівень якості управління шляхом адаптації до нових екологічних і соціальних вимог.

Відправною точкою для впровадження та управління реалізацією стратегії декарбонізації може стати матриця енергетичної та вуглецевої зрілості підприємства (Таблиця 1).

Матриця (Таблиця 1) сформована на підставі виокремлення 5-и рівнів енергетичної та вуглецевої зрілості та параметрів контролю реалізації кожного рівня.

Коротко охарактеризуємо кожен рівень енергетичної та вуглецевої зрілості.

1. Незрілість – організації, що знаходяться на даному рівні зазвичай лише звітують регуляторам щодо критичних характеристик, визначених законодавством.
2. Початок – на даному рівні організація вже має спроектоване бачення щодо того, як проводитиметься вимірювання рівня споживання енергії та вуглецевого сліду.
3. Становлення – організація внутрішньо вже визначила, як проводитиметься вимірювання рівня споживання енергії та вуглецевого сліду, і поділилась цією інформацією з усіма працівниками компанії.
4. Розвиток – організація не лише визначила в цілому, як проводитиметься вимірювання рівня споживання енергії та вуглецевого сліду та поділилась цією інформацією з усіма працівниками компанії, а й змогла зрозуміти як це відбуватиметься на рівні ланцюга вартості.
5. Мудрість – організація здійснює вимірювання рівня споживання енергії та вуглецевого сліду, і включила дані методи в свою бізнесову та операційну модель на усіх управлінських рівнях.

На основі застосування матриці енергетичної та вуглецевої зрілості організації доцільно провести оцінювання стану у якому перебуває організація в досліджуваному періоді, що допоможе ідентифікувати ті критерії, яким підприємство наразі не відповідає. Ідентифікація таких критеріїв, в свою чергу, слугуватиме дороговказом та допоможе випрацювати план, який необхідно реалізувати, щоб стати більш зрілим підприємством у напрямі декарбонізації.

Таблиця 1

Матриця енергетичної та вуглецевої зрілості підприємства

Етап зрілості	Перехідний			Високий	
Рівень зрілості	Незрілість	Початок	Становлення	Розвиток	Мудрість
Параметри контролю					
Політика/стратегія щодо енергоефективності	Відсутні	Не завершена версія	Політика затверджена	Політика трансформована в стратегію. Стратегія переглядається на щорічній основі.	Виставляються амбітні цілі щодо енергоефективності. План необхідних змін включено в бізнес стратегію.
Дані щодо споживання енергії	Відсутні	Дані регулярно переглядаються та аналізуються спеціалістом з навколишнього середовища	Дані регулярно переглядаються та аналізуються ширшою аудиторією	Продовжується регулярний аналіз даних щодо споживання енергії. Результати не публічні.	Продовжується регулярний аналіз даних щодо споживання енергії. Результати публічні.
Дані щодо вуглецевого сліду	Відсутні	Не структуровані дані	Дані структуровані та збираються	Встановлено цілі щодо рівня вуглецевого сліду, якого організація прагне досягти	Цілі постійно переглядаються, щоб зробити їх більш амбітними
Моніторинг споживання енергії та вуглецевого сліду	Відсутній	Частковий	Проводиться моніторинг. Визначено керівний комітет.	Моніторинг продовжується, результати внутрішньо аналізуються на найнижчих рівнях організації.	Проводиться ефективний моніторинг. Здійснюється пошук операційних відхилень з ціллю оптимізації енергоефективності
Визнання викидів вуглецю (CO ₂)	Відсутнє	На рівні окремих відділів організації, лише для внутрішнього користування	Бачення щодо зменшення викидів CO ₂ визначено	Бачення та плани публічні. Результати не публічні.	Бачення та плани публічні, зміни до них доносяться своєчасно. Результати публічні.
Впровадження метрик вимірювання енергоефективності	Відсутні	Наявні, але погано структуровані. Розпочинається впровадження окремих не великих проектів	Декілька проектів вже було впроваджено. Результати моніторингу публічні.	Впровадження проектів продовжується та слідує плану. Велика кількість зацікавлених осіб залучені до цих проектів.	Оптимізація енергоефективності включена у відповідальність кожного лідера організації

Джерело: розроблено автором на основі [1, 2, 3, 8, 9, 10]

Для проведення оцінювання енергетичної та вуглецевої зрілості підприємства з метою впровадження стратегії декарбонізації пропонуємо використати такий порядок дій.

1. Закласти підґрунтя для збору даних.
2. Забезпечити збір даних.
3. Провести аналіз даних та їхній подальший моніторинг.
4. Прогнозувати споживання.
5. Оптимізувати споживання.
6. Забезпечити генерацію даних.
7. Забезпечити симуляцію (підхід «що якщо», змішування потоків енергії тощо) генерації та споживання.

Реалізація стратегії декарбонізації забезпечить узгодження цілей діяльності підприємства з цілями екологічної стійкості та критеріями ESG, що підвищить якість управління промисловим підприємством.

Оцінювання рівня екологічних, соціальних та управлінських ризиків діяльності підприємства доцільно проводити за критерії ESG, які включають групи показників за трьома категоріями:

- E - Environment (довкілля) – оцінює вплив підприємства на забруднення навколишнього середовища, агресивність використання природних ресурсів, рівень впливу на зміну клімату, вирубування лісів та інше;
- S - Social (суспільство) – оцінює соціальну складову в діяльності підприємства: стан охорони праці та безпеки персоналу, гендер, відсутність усіх форм дискримінації, взаємодію зі спільнотами;
- G - Governance (корпоративне управління) – оцінює управлінську складову діяльності підприємства.

Оцінювання рівня відповідності діяльності підприємства зазначеним критеріям дає можливість зробити висновки про якість управління підприємством на засадах сталого розвитку, зокрема, декарбонізації, забезпечить його інвестиційну привабливість та конкурентоспроможність. Декарбонізація більше не є просто екологічною ініціативою, а стала важливою частиною стратегічного управління якістю. Компанії, які

впроваджують заходи зі скорочення викидів вуглецю, повідомляють про підвищену операційну ефективність, оптимізацію витрат і підвищення загальної зрілості в управлінні виробничими процесами. Ця зміна узгоджується з ширшими цілями сталого розвитку та екологічними, соціальними та управлінськими критеріями (ESG), які стають все більш важливими для корпоративної репутації та конкурентоспроможності підприємства на ринку.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Зростаючі проблеми у споживанні енергії в поєднанні з безперервним зростанням цін на енергоносії створили невизначене середовище для промисловості, що викликає занепокоєння щодо сталого розвитку та операційних витрат. Зростаючий попит на енергію посилює енергетичні кризи, порушуючи ланцюжки поставок, особливо в галузях, які сильно залежать від великих обсягів енергії. Ця ситуація підкреслила актуальність розробки ефективних стратегій управління енергоспоживанням та сталого розвитку.

За результатами аналізу як вітчизняних, так і міжнародних досліджень зроблено висновок, що хоча зусилля з декарбонізації широко визнані, їхній прямий зв'язок із підвищенням якості управління промисловим підприємством та його зрілостю залишається недостатньо вивченим. Однак глобальні дослідження підкреслюють інтеграцію декарбонізації з операційною ефективністю, включаючи її вплив на якість діяльності підприємства.

У результаті дослідження доведено, на прикладі іноземних компаній, що застосування декарбонізації свідчить про якість управління підприємством та підвищення загальної зрілості в управлінні виробничими процесами, підвищену операційну ефективність та оптимізацію витрат, що узгоджується з ширшими цілями сталого розвитку та екологічними, соціальними та управлінськими критеріями (ESG), які стають все більш важливими для корпоративної репутації та конкурентоспроможності підприємства на ринку.

Запропонована модель для оцінки енергетичної та вуглецевої готовності надає підприємствам комплексний інструмент для оцінки поточного стану та визначення напрямів для подальшого покращення. Визначивши п'ять рівнів енергетичної та вуглецевої зрілості, від «Незрілості» до «Мудрості», підприємства можуть краще зрозуміти свою готовність до впровадження стратегій декарбонізації та відповідно скорегувати свою діяльність.

Інтеграція декарбонізації в процеси управління діяльністю підприємства, такі як моніторинг споживання енергії, зменшення відходів і впровадження енергоефективних технологій, сприяє постійному вдосконаленню виробничих процесів. Це, у свою чергу, підвищує загальну ефективність організації та узгоджується з цілями сталого розвитку.

Впровадження декарбонізації на підприємстві засвідчить якість та зрілість управлінських процесів на промислових підприємствах, про що засвідчить узгодження з екологічною стійкістю та критеріями ESG, що простимулює не лише екологічні та експлуатаційні покращення, а й управлінські.

Управління підприємством із застосуванням декарбонізації, включаючи інноваційні технології та оптимізацію процесів, стане відображенням прагнення до безперервного вдосконалення, забезпечення вищих стандартів якості управління та зрілості управління підприємством.

Література

1. World Energy Transitions Outlook 2023, International Renewable Energy Agency, 2023. <https://www.irena.org/Digital-Report/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>
2. Electricity Mid-Year Update, International Energy Agency, July 2024. https://iea.blob.core.windows.net/assets/234d0d22-6f5b-4dc4-9f08-2485f0c5ec24/ElectricityMid-YearUpdate_July2024.pdf
3. Supply Chain Disruption and Energy. Supply Shocks: Impact on Euro-Area Output and Prices, Roberto A. De Santis, European Central Bank, April 2024. <https://www.ijcb.org/journal/ijcb24q2a5.pdf>
4. К. Ю. Гупа і В. Г. Петрук, «АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ТА ЕКОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ І СВІТУ», Вісник ВПІ, вип. 5, с. 19–26, Жовт. 2021.
5. Клименко, М. (2022). Проблеми та перспективи розвитку інструментів декарбонізації економіки України. Bulletin of Sumy National Agrarian University, (1 (91), 47-57. <https://doi.org/10.32782/bsnau.2022.1.7>
6. Kravchenko, M., & Ksenita, M. (2019). ТЕОРЕТИЧНО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОДУКЦІЇ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ. Вісник Приазовського Державного Технічного Університету. Серія: Економічні науки, (37), 14–20. <https://doi.org/10.31498/2225-6725.37.2019.186988>
7. Підвищення Н. В. Управління якістю продукції на промислових підприємствах / Підвищення Н. В., Кубишина Н. С. // Актуальні проблеми економіки та управління : збірник наукових праць молодих вчених. – Електронні текстові дані (1 файл: 334 Кбайт). – 2013.

8. Industrial Deep Decarbonization: Modeling Approaches and Data Challenges / E. Verdolini et al. Washington, DC : Resources for the Future, 2023. 74 p. URL: https://media.rff.org/documents/Report_23-10v4.pdf (date of access: 03.03.2025).
9. Transforming Industry: Strategies for Decarbonization Workshop Pre-read. Arlington, VA : U.S. Department of Energy, OFFICE OF ENERGY EFFICIENCY & RENEWABLE ENERGY, INDUSTRIAL EFFICIENCY & DECARBONIZATION OFFICE, 2024. 17 p.
10. Operations and Supply Chain Decarbonization: Lower Emissions, Higher Performance / T. Lichtenau et al. Bain & Company, 2023. URL: https://www.bain.com/insights/operations-and-supply-chain-decarbonization-lower-emissions-higher-performance-ceo-sustainability-guide-2023/?utm_source=chatgpt.com (date of access: 09.01.2025).
11. Tabor N., Rafferty J. P. Decarbonization | Processes, Technologies, & Facts | Britannica. Encyclopedia Britannica. URL: <https://www.britannica.com/technology/decarbonization> (date of access: 04.03.2025).
12. Henkel. AVEVA Group plc and its subsidiaries, 2022. 6 p. URL: <https://www.industrialdecarbonizationnetwork.com/sustainable-operations/case-studies/case-study-henkels-journey-to-be-3x-more-energy-and-resource-efficient-by-2030?m-membership-existing=true&m-posts-registration-existing=true> (date of access: 03.02.2025).
13. Decarbonization strategies in energy-intensive industries: Cases from Canada, USA, and Africa / O. Chidolue et al. International Journal of Science and Research Archive. 2024. P. 361–370. URL: <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.11.1.0065> (date of access: 01.01.2025).
14. Quality management: The path to continuous improvement. ISO. URL: <https://www.iso.org/quality-management> (date of access: 12.12.2024).

References

1. World Energy Transitions Outlook 2023, International Renewable Energy Agency, 2023. <https://www.irena.org/Digital-Report/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>
2. Electricity Mid-Year Update, International Energy Agency, July 2024. https://iea.blob.core.windows.net/assets/234d0d22-6f5b-4dc4-9f08-2485f0c5ec24/ElectricityMid-YearUpdate_July2024.pdf
3. Supply Chain Disruption and Energy. Supply Shocks: Impact on Euro-Area Output and Prices, Roberto A. De Santis, European Central Bank, April 2024. <https://www.ijcb.org/journal/ijcb24q2a5.pdf>
4. K.U. Gura and V.H. Petruk, “Analiz Suchasnykh Tendencij Dekarbonizatsii ta ekomodernizatsii enerhetyky Ukrainy i Svit”, Visnyk VPI, vyp. 5, s. 19-26, Zhovt. 2021.
5. Klymenko, M (2022). Problemy ta perspektyvy rozvytku instrumentiv dekarbonizatsii ekonomiky Ukrainy. Bulletin of Sumy National Agrarian University, (1 (91), 47-57. <https://doi.org/10.32782/bsnau.2022.1.7>
6. Kravchenko, M., & Ksenita, M. (2019). Teoretychno-metodolohichni osnovy upravlinnia yakistiu produktsii na promyslovykh pidpriemstvakh. Visnyk Pryazovs'koho Derzhavnoho Tekhnichnoho Universytetu. Seria: Ekonomichni nauky, (37), 14-20. <https://doi.org/10.31498/2225-6725.37.2019.186988>
7. Pidvishenna N. V. Upravlinnia yakistiu produktsii na promyslovykh pidpriemstvakh / Pidvishenna N. V., Kubyshyna N. S. // Aktual'ni problemy ekonomiky ta upravlinnia: zbirnyk naukovykh prac' molodykh vchenykh. – Elektronni tekstovi dani (1 fail: 334 KBait). – 2013.
8. Industrial Deep Decarbonization: Modeling Approaches and Data Challenges / E. Verdolini et al. Washington, DC : Resources for the Future, 2023. 74 p. URL: https://media.rff.org/documents/Report_23-10v4.pdf (date of access: 03.03.2025).
9. Transforming Industry: Strategies for Decarbonization Workshop Pre-read. Arlington, VA : U.S. Department of Energy, OFFICE OF ENERGY EFFICIENCY & RENEWABLE ENERGY, INDUSTRIAL EFFICIENCY & DECARBONIZATION OFFICE, 2024. 17 p.
10. Operations and Supply Chain Decarbonization: Lower Emissions, Higher Performance / T. Lichtenau et al. Bain & Company, 2023. URL: https://www.bain.com/insights/operations-and-supply-chain-decarbonization-lower-emissions-higher-performance-ceo-sustainability-guide-2023/?utm_source=chatgpt.com (date of access: 09.01.2025).
11. Tabor N., Rafferty J. P. Decarbonization | Processes, Technologies, & Facts | Britannica. Encyclopedia Britannica. URL: <https://www.britannica.com/technology/decarbonization> (date of access: 04.03.2025).
12. Henkel. AVEVA Group plc and its subsidiaries, 2022. 6 p. URL: <https://www.industrialdecarbonizationnetwork.com/sustainable-operations/case-studies/case-study-henkels-journey-to-be-3x-more-energy-and-resource-efficient-by-2030?m-membership-existing=true&m-posts-registration-existing=true> (date of access: 03.02.2025).
13. Decarbonization strategies in energy-intensive industries: Cases from Canada, USA, and Africa / O. Chidolue et al. International Journal of Science and Research Archive. 2024. P. 361–370. URL: <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.11.1.0065> (date of access: 01.01.2025).
14. Quality management: The path to continuous improvement. ISO. URL: <https://www.iso.org/quality-management> (date of access: 12.12.2024).