

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-70-46>

УДК 338.2:504.75

ІМПЕРАТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ІННОВАЦІЙ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

IMPERATIVES FOR INTRODUCTION OF LOW-CARBON ENERGY INNOVATIONS AT ENTERPRISES

Брич Богдан Васильовичдоктор філософії, старший викладач,
Західноукраїнський національний університет
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6868-1979>**Вовчук Дмитро Миколайович**аспірант,
Західноукраїнський національний університет
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0392-6951>**Ткач Микола Євгенович**аспірант,
Західноукраїнський національний університет
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6723-6522>**Brych Bohdan, Vovchuk Dmytro, Tkach Mykola**
West Ukrainian National University

Зміна клімату вимагає консолідації підприємницьких рішень для її попередження. У статті систематизовано положення про імперативність впровадження низьковуглецевих енергетичних інновацій на підприємствах. Відзначено систему кліматичного фінансування і систему збирання, переробки та зберігання вуглекислого газу як складових акселерації впровадження низьковуглецевих енергетичних інновацій на підприємствах. Визначено можливі ризики впровадження низьковуглецевих енергетичних інновацій на підприємствах та підкреслено важливість таких інновацій для повоєнного зеленого відновлення енергетичних підприємств. Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні нових технологій та інновацій у сфері відновлювальної енергетики, які можуть забезпечити стійкість функціонування енергетичних підприємств в умовах війни та повоєнного відновлення України.

Ключові слова: зміна клімату, енергетичні підприємства, енергоефективність, відновлювальні джерела енергії, сталий розвиток, енергетична безпека, екологічна безпека.

Climate change requires consolidation of business solutions to prevent it. The article systematizes the provisions on the imperative of introducing low-carbon energy innovations at enterprises. The authors emphasizes the climate finance system and the system of carbon capture, utilization and storage as components of accelerating the introduction of low-carbon energy innovations at enterprises. The phase-out of fossil fuels, taking into account the different levels of economic development of countries, involves the development and implementation of an action plan to gradually reduce the production and use of natural fossil fuels by implementing or financing nature-based solutions. Given the strategic nature of the task of ensuring the transition to climate neutrality in various areas, it is of particular importance to implement measures to monitor carbon dioxide emissions and develop and implement technologies for carbon capture, utilisation and storage carbon dioxide (CCUS). Systematisation of the risks of implementing energy transmission technologies, energy efficient and resource-saving technologies, development of renewable energy sources, cleaner production and environmental protection technologies will further allow to choose the best methods of their minimisation and form the conceptual basis of a risk management strategy for energy companies that have switched to the use of renewable energy sources. Possible risks of introducing low-carbon energy innovations at enterprises are identified and the importance of such innovations for the post-war green recovery of energy enterprises is emphasized. A strategy to minimise the risks of low-carbon energy technologies should be based on a comprehensive approach that includes diversification of energy sources, energy

efficiency, enhanced environmental protection and bioresource restoration, energy infrastructure security, planning and response, international cooperation, education and training. Prospects for further research are to study new technologies and innovations in the field of renewable energy that can ensure the resilience of energy enterprises in the conditions of war and post-war recovery of Ukraine.

Keywords: climate change, energy companies, energy efficiency, renewable energy sources, sustainable development, energy security, environmental safety.

Постановка проблеми. На сучасному етапі трансформація енергетичної системи на засадах вуглецевої нейтральності має комплексний характер і включає процеси, що мають інноваційну, економічну, соціальну, політичну та екологічні складові. Її змістом є диверсифікація відновлювальних джерел енергії та розширення можливостей їхньої інтеграції в енергетичну мережу, впровадження енергетичних інновацій на засадах цифровізації управлінських рішень енергопостачання для розбудови розподільчих мереж, розробка стратегій реалізації зеленого переходу енергетичних підприємств та дорожніх карт з їхньої реалізації, забезпечення конкурентоспроможності на ринку малих підприємств з відновлювальної енергетики, формування лояльності фінансових установ та зацікавленості інвесторів у підтримці кліматичних проєктів в енергетиці, забезпечення позитивного сприйняття суспільства використання відновлювальної енергії, створення робочих місць у секторі відновлювальної енергетики.

Перехід до кліматичної нейтральності передбачає внесення радикальних змін у систему ресурсного забезпечення, виробництва і політики збуту підприємств, що полягає у мінімізації та відмові від процесів, що формують вуглецевий слід. Як спосіб вирішення цього питання в енергетичній сфері розглядається диверсифікація відновлювальних джерел енергії у результаті відмови від природних викопних видів палива (перехід до сонячної та вітрової енергії, розширення діапазону сфер переходу до споживання електроенергії, розвиток біоенергетики, водневих технологій, виробництво газу за рахунок технологій уловлювання, утилізації та зберігання вуглецю (CCUS), електрифікація технологій виробництва тепла та ін.). Усе це свідчить про зосередження уваги на імперативах впровадження низьковуглецевих енергетичних технологій на підприємствах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання зеленого переходу енергетичних підприємств, впровадження кліматично-нейтральних технологій є предметом дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених. Зокрема, у працях [1–4] відзначають

особливе значення для енергетичних підприємств застосування заходів з кліматичної нейтральності як стратегічного вектору розвитку. Окрема увага звернена на забезпечення інтеграції цифрових технологій [5] як способу досягнення глобальної стратегічної цілі переходу до низьковуглецевого розвитку енергетичного сектору економіки [6–7], врахування рівня взаємозв'язку між показниками зеленої економіки, ESG, охорони довкілля і чистою енергією [8].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Проведений огляд наукового доробку свідчить про актуальність питання щодо переходу енергетичних підприємств до низьковуглецевого розвитку і зумовлює необхідність деталізації імперативів такого переходу для забезпечення послідовної та системної трансформації стратегічного управління.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета статті є систематизація положень про імперативність впровадження низьковуглецевих енергетичних інновацій на підприємствах, ідентифікація можливих ризиків їхнього впровадження, підкреслення їхньої ролі для повоєнного зеленого відновлення енергетичних підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження. Забезпечення системності низьковуглецевої трансформації економічного розвитку, з однієї сторони, і дуалізм економічного зростання і збереження довкілля - з іншої, зумовлює на урядовому рівні і на рівні підприємств застосування компромісних природоорієнтованих рішень для попередження та пом'якшення зміни клімату. "Енергетичний перехід знаходиться на ранніх стадіях, і до 2050 року в більшості регіонів буде досягнуто близько 10 відсотків необхідного впровадження технологій з низьким рівнем викидів. Сучасна енергетична система, оптимізована протягом століть, має багато переваг, але на виробництво та споживання енергії припадає понад 85 відсотків світових викидів вуглекислого газу (CO₂)" [9]. У цьому контексті, поетапна відмова від викопних видів палива, враховуючи різний рівень економічного розвитку країн, передбачає розробку та запро-

вадження плану заходів щодо поступового зменшення видобутку та використання природних викопних видів палива за рахунок впровадження або фінансування природоорієнтованих рішень. Наприклад, в Аргентині дозволено продовжувати видобуток викопних видів палива (нафти), водночас наукова і громадська спільноти проводять моніторинг впливу видобутку на навколишнє середовище [10].

Щодо країн Європейського Союзу, то запроваджено систему кліматичного фінансування через створення вуглецевих ринків як перехідний етап до кліматичної нейтральності для підприємств, що полягає у сплаті підприємствами вуглецевого мита за результати власної діяльності (постачання сировини, виробництва, збереження, транспортування і збуту готової продукції чи надання послуги), що зумовили формування вуглецевого мита. Виручені кошти у формі вуглецевого мита перенаправляються на впровадження природоорієнтованих рішень та підтримку проєктів щодо розробки кліматично-нейтральних інновацій, що зможуть замінити діючі технології, які формують вуглецевий слід.

Зважаючи на стратегічність завдання щодо забезпечення переходу до кліматичної нейтральності у різних сферах особливе значення має реалізація заходів як з моніторингу викидів вуглекислого газу, так і розробки та впровадження технологій для збирання, переробки та зберігання вуглекислого газу (Carbon Capture, Utilisation and Storage (CCUS)). Європейською Комісією розроблено «Методологія Інноваційного фонду щодо викидів парникових газів (the Innovation Fund GHG methodology) та відповідні стандарти ISO та Таксономічний регламент ЄС (the EU Taxonomy Regulation)» [11]. Серед заходів розглядається конверсія вуглекислого газу у паливо. «Нові рішення для перетворення вловленого CO₂ з різних джерел на паливо створять нові ринки для інноваційних промислових секторів і диверсифікують економічну базу в регіонах з інтенсивним викидом вуглецю, а також сприятимуть досягненню циркулярної економіки» [11]. На вирішення цих питань спрямований «Стратегічний план енергетичних технологій» / «Strategic Plan's Key Strategic Orientations (KSO)», що полягає у досягненні таких цілей:

– «перетворення Європи в першу циркулярну, кліматично-нейтральну та сталу економіку з цифровою підтримкою шляхом

трансформації її систем мобільності, енергії, будівництва та виробництва;

– сприяння відкритій стратегічній автономії шляхом керівництва розробкою ключових цифрових, сприятливих і нових технологій, секторів і ланцюжків створення вартості для прискорення та керування цифровим і екологічним переходом за допомогою технологій та інновацій, орієнтованих на людину» [12].

Відповідно до «Fit for 55» серед «цілей досягнення до 2030 року є збільшення частки відновлювальної електроенергії, тепла та палива в енергоспоживанні ЄС (зокрема, 40% відновлювальна енергія загалом, 2,2% сучасне біопаливо та 2,6% відновлюване паливо небіологічного походження)» [12]. Особлива увага у цьому процесі приділяється використанню цифрових технологій.

Враховуючи зумисну агресію ворога на знищення енергетичного комплексу України все більшої актуальності в умовах війни набуває використання відновлювальних джерел енергії. Водночас, реалізація енергоефективних та екологічних проєктів у сфері критичних технологій допомагає не лише вирішити проблему енергетики, але й екологічні проблеми, яких нині в Україні накопичується чимало і, в першу чергу, через масштабні військові дії. Беззаперечно це сприятиме і економії ресурсів, знижуватиме енерговитрати і підвищуватиме прибутковість суб'єктів господарювання, що створить нові можливості для створення робочих місць та стимулює інноваційний розвиток в часі відновлення країни.

У вітчизняній науці нині гостро постає проблема впливу війни на економіку. Численні дослідження останніх років свідчать різносторонність наукових завдань та багатогранність об'єктів досліджень. Зокрема, вченими Інституту регіональних досліджень імені М. І. Долишнього НАН України опубліковано науково-аналітичне видання «Економіка регіонів України в умовах війни: ризики та напрямки забезпечення стійкості» [13], в якому автори ідентифікували та оцінили виклики та загрози соціально-економічному розвитку регіонів України в умовах російської агресії. Конкретизували економічні дослідження воєнного стану та виокремили енергетичну складову вітчизняні вчені Войтко С. В. та Гайдуцький І. П. у публікації «Енергетичні кризи: причини та реакції суспільних інституцій» [14].

У 2023 році Київською школою економіки був опублікований «Звіт про прямі збитки інф-

раструктури від руйнувань внаслідок російської агресії проти України за рік від початку повномасштабного вторгнення» [15]. Із даних представлених аналітиками школи можна виділити кілька позицій, зокрема:

Зростання суми збитків до понад \$18,4 млрд. вже за пів року є вражаючим і свідчить про значний обсяг зруйнованої інфраструктури та пошкоджених об'єктів. Ця цифра ілюструє масштаби руйнувань та спричинені страждання населення.

Збільшення збитків у сфері житлового фонду, зокрема до \$53,6 млрд. у лютому, вказує на тяжкість житлової кризи та потребу в негайних відновлювальних заходах для забезпечення житлових умов для населення.

Збитки в інфраструктурі (\$36,2 млрд) та промисловості (\$11,3 млрд) вказують на серйозну деградацію ключових секторів, що вплине на відновлення економіки та розвиток.

Руйнування та пошкодження освітніх закладів (\$8,9 млрд) та агропромислового сектору (\$8,7 млрд) мають серйозні соціальні та економічні наслідки для майбутнього країни та її населення.

Спричинені російською агресією втрати в енергетичній сфері (\$8,1 млрд) відображаються на можливості країни забезпечувати стабільне енергопостачання та мають вплив на економічну стійкість.

Збільшення кількості пошкоджених об'єктів інфраструктури, житлових об'єктів та інших сфер вказує на нестриману ескалацію військового конфлікту та низьку імовірність швидкого відновлення.

Поряд з цим, «ключове значення з точки зору формування перспективної структури генеруючих потужностей ОЕС України має розвиток відновлюваної енергетики. За даними Інституту відновлюваної енергетики НАН України, загальний потенціал потужності відновлювальних джерел енергії в Україні сягає 874 ГВт, у тому числі, близько 250 ГВт потужності офшорних вітрових електростанцій. При цьому, розвиток відновлювальної енергетики в Україні має здійснюватися з урахуванням економічного потенціалу держави, створенням технологічних передумов для інтеграції відновлювальної енергії та природнокліматичних ресурсів» [16, с. 41].

Впровадження інноваційних технологій в енергетиці, які є важливими для функціонування сучасного суспільства та господарства, включає в себе ризики, які важливо ідентифікувати і застосовувати відповідні заходи щодо їхнього попередження. Для управління цими

ризиками важливо розробляти ефективні стратегії кібербезпеки, диверсифікувати джерела постачання технологій, встановлювати стандарти та регулювання, а також активно вивчати та вирішувати етичні, екологічні та соціальні питання.

Посилює проблематику ідентифікація та мінімізація ризиків впровадження енергетичних інновацій в Україні воєнний стан (табл. 1), що додає специфічних особливостей ризикам та посилює ефект реалізації загроз, а також розширює перелік ймовірних несприятливих обставин, які знижують очікувану економічну ефективність від реалізації критичних технологій.

Ідентифікація ризиків впровадження технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння відновлювальних джерел енергії, технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища в подальшому дозволить перейти на використання відновлювальних джерел.

Умови війни створюють значні ризики для різних галузей економіки, включаючи інновації. Забезпечення впровадження енергетичних інновацій на підприємствах потребує значної уваги в контексті повоєнного зеленого відновлення енергетики, збереження інноваційного потенціалу, що стає можливим лише завдяки ідентифікації ризиків їхнього розвитку, а також напрацюванню концептуальних засад стратегії мінімізації означених ризиків.

Ризики включають в себе можливі перерви у постачанні ресурсів, енергії, атаки на інформаційні системи, екологічні катастрофи, втрати людських життів та інші негативні наслідки, що можливі в процесі воєнних дій.

Висновки. В умовах постійного зростання вартості наукових розробок, уряди країн світу, включаючи найбільш розвинені, концентрують увагу на впровадженні найбільш інноваційних технологій з точки зору еколого-енергетичних, економічних та оборонних аспектів. Не зважаючи на вагомий роль держави у цих процесах, важливим чинником розвитку інноваційних технологій, зокрема у країнах – технологічних лідерах, є підприємницький сектор. Вплив фінансово-економічних інструментів впровадження таких технологій повинен в першу чергу спрямовуватися на створення сприятливих умов для участі приватного сектору у науково-дослідній діяльності в окреслених сферах.

Оскільки Україна знаходиться у стані війни, а тому забезпечення енергетичної безпеки

Таблиця 1

Ризики для впровадження енергетичних інновацій

Ризики	Характеристика
Технології транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння відновлювальних джерел енергії	
Кібератаки на енергосистеми	Зловмисники можуть здійснювати кібератаки на енергосистеми, які призведуть до перебоїв у постачанні електроенергії.
Залежність від імпорту	У військовий час імпорт енергоносіїв може бути обмеженим, що призведе до дефіциту ресурсів для енергетики.
Руйнування енергоінфраструктури	Військові операції можуть призвести до руйнування електростанцій, трансформаторних підстанцій та електричних мереж.
Екологічні наслідки	В результаті конфлікту може виникнути забруднення довкілля та шкоди для природи внаслідок обстрілів та аварій.
Ресурсозберігаючі технології	В разі втрати доступу до сировини для виробництва енергії може виникнути недостатність ресурсів для роботи таких технологій.
Бойові дії на місцях видобутку	Військові дії можуть вплинути на видобуток та транспортування сировини для виробництва енергії.
Втрати фахівців	Втрати фахівців унаслідок війни можуть призвести до недостатку кваліфікованих працівників для енергетичного сектору.
Технології чистого і безпечного для довкілля виробництва	
Знищення елементів ековиробництва	Ворог може знищити електростанції, які виробляють відновлювальну енергію, що призведе до перебоїв у постачанні електроенергії. Сонячні панелі можуть бути пошкоджені внаслідок бойових дій, що призведе до втрати виробництва сонячної енергії. Знищення енергоефективних систем, що зменшить їх позитивний вплив на навколишнє середовище. Втрати матеріалів та обладнання для реалізації енергоефективних проєктів можуть вплинути на їх реалізацію та рентабельність.
Екологічні збитки	Бойові дії можуть призвести до забруднення навколишнього середовища та втрати природних ресурсів через знищення інфраструктури та промислових підприємств.
Втрати біорізноманітності	Бойові дії можуть призвести до втрати біорізноманітності через знищення заповідних зон і настання екологічних катастроф.

Джерело: сформовано на основі [2–4; 16]

країни належить до національних пріоритетів. Високотехнологічні проєкти можуть забезпечити перевагу в різних галузях, що сприятиме в боротьбі зі збройними загрозами та ворогами, формуючи комплексну стратегію оборони.

За таких умов стратегія мінімізації ризиків впровадження низьковуглецевих енергетичних технологій повинна базуватися на комплексному підході, який включає в себе диверсифікацію джерел енергопостачання, підвищення енергоефективності, посилення

заходів з охорони навколишнього середовища та відтворення біоресурсів, забезпечення безпеки енергетичної інфраструктури, планування та реагування, міжнародне співробітництво, навчання та підготовку персоналу. Серед напрямів подальших наукових досліджень є дослідження нових технологій та інновацій у сфері відновлювальної енергетики, які можуть забезпечити стійкість функціонування енергетичних підприємств в умовах війни та повоєнного відновлення України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Борисяк О. В. Перехід до кліматично-нейтральних інновацій підприємств на енергетичному ринку. *Інфраструктура ринку*. 2022. № 67. С. 92–97. DOI: <https://doi.org/10.32843/infrastruct67-17>
2. Брич В., Борисяк О., Ткач У. Розвиток критичних технологій у контексті зміцнення екологічної, енергетичної та продовольчої безпеки. *Економічний аналіз*. 2022. № 32(4). С. 279–288. DOI: <http://dx.doi.org/10.35774/econa2022.04.279>

3. Kyzym M., Khaustova V., Horal L., Shpilevskiy V., Zinchenko V. Structural changes in Ukraine's electricity generation and their impact on the reduction of CO₂ emissions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023. Vol. 1150(1), 012018. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1150/1/012018>
4. Кузнецова І. Низьковуглецевий розвиток як стратегічний вектор підприємства. *Економічний аналіз*. 2024. Вип. 34 (3). С. 54–63. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2024.03.054>
5. Maslak O., Grishko N., Yakovenko Ya., Maslak M., Buchashvili K. Energy security and energy innovations in the conditions of intelligent systems development and digitalisation. *International Journal of Environment and Sustainable Development*. 2024. Vol. 23. No. 4. P. 414–433. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJESD.2024.141835>
6. Shu Zhang, Yubo Ma, Xinzhu Zheng, Qianting Zhu, Xu Tang. Reconstruction and Implications of Energy Security Assessment System in the Context of Green and Low-Carbon Transition. *Strategic Study of CAE*. 2024. Vol. 26. Issue (4). P. 28–39. DOI: <https://doi.org/10.15302/J-SSCAE-2024.04.016>
7. Gouda K. C., Thirumalai Raja R. The benefits of a net-zero emission policy for the environment, energy security, and energy equity (3Es) in developing nations. *Journal of Nonlinear Analysis and Optimization*. 2022. Vol. 13. Issue 2. No. 2. URL: <https://www.jnao-nu.com/Vol.%2013,%20Issue.%2002,%20July-December%20%2022/45.2.pdf>
8. Šević A., Nerantzidis M., Tampakoudis I., Tzeremes P. Sustainability indices nexus : Green economy, ESG, environment and clean energy. *International Review of Financial Analysis*. 2024. Vol. 96. Part A. 103615. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103615>
9. The energy transition is a physical transformation in its early stages. What challenges lie ahead? URL: <https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/the-hard-stuff-navigating-the-physical-realities-of-the-energy-transition>
10. Forni L., Gómez R. D., Mautner M., Gonzalez A., Roca J. C., Davies C., Orrego L., Frabotta A. Balancing energy security and a healthy environment SEI brief, December 2024. URL: <https://www.sei.org/wp-content/uploads/pdfs/183788/balancing-energy-security-and-a-healthy-environment.pdf>
11. CCU for the production of fuels. HORIZON-CL5-2024-D3-02-11. URL: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/HORIZON-CL5-2024-D3-02-11?order=DESC&pageNumber=2&pageSize=50&sortBy=startDate&isExactMatch=true&status=31094501,31094502&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43108390>
12. Market Uptake Measures of renewable energy systems. HORIZON-CL5-2024-D3-02-10. URL: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/HORIZON-CL5-2024-D3-02-10?isExactMatch=true&status=31094501,31094502&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43108390&order=DESC&pageNumber=2&pageSize=50&sortBy=startDate>
13. Економіка регіонів України в умовах війни : ризики та напрямки забезпечення стійкості : науково-аналітичне видання / наук. ред. Сторонянська І. З. Львів, ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долишнього НАН України». 2022. 70 с.
14. Войтко С. В., Гайдуцький І. П. Енергетичні кризи : причини та реакції суспільних інституцій. *Інвестиції: практика та досвід*. № 6. 2023. С. 7–12.
15. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії росії проти України за рік від початку повномасштабного вторгнення. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2023/03/UKR_Feb23_FINAL_Damages-Report-1.pdf
16. План відновлення України : Енергетика. Національна рада з відновлення України від наслідків війни. Липень 2022. 150 с. URL: https://uploads-ssl.webflow.com/625d81ec8313622a52e2f031/62c1b0a10bab-d54a8ec49184_%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B-D%D0%B0%20%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0.pdf

REFERENCES:

1. Borysiak O. V. (2022) Perekhid do klimatychno-neitralnykh innovatsii pidpriemstv na enerhetychnomu rynku [Transition to climate neutral innovations of enterprises in the energy market]. *Infrastruktura rynku – Market infrastructure*, № 67, pp. 92–97. DOI: <https://doi.org/10.32843/infrastruct67-17>
2. Brych V., Borysiak O., Tkach U. (2022) Rozvytok krytychnykh tekhnolohii u konteksti zmitsnennia ekolohichnoi, enerhetychnoi ta prodovolchoi bezpeky [Development of critical technologies in the context of strengthening environmental, energy and food security]. *Ekonomichnyi analiz – Economic analysis*, № 32(4), pp. 279–288. Available at: <http://dx.doi.org/10.35774/econa2022.04.279>
3. Kyzym M., Khaustova V., Horal L., Shpilevskiy V., Zinchenko V. (2023) Structural changes in Ukraine's electricity generation and their impact on the reduction of CO₂ emissions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 1150(1), 012018. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1150/1/012018>

4. Kuznetsova I. (2024) Nyzkovuhletsevyi rozvytok yak stratehichnyi vektor pidpriemstva [Low-carbon development as a strategic vector of the enterprise]. *Ekonomichnyi analiz – Economic analysis*, vol. 34 (3), pp. 54–63. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2024.03.054>
5. Maslak O., Grishko N., Yakovenko Ya., Maslak M., Buchashvili K. (2024) Energy security and energy innovations in the conditions of intelligent systems development and digitalisation. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, vol. 23, no. 4, pp. 414–433. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJESD.2024.141835>
6. Shu Zhang, Yubo Ma, Xinzhu Zheng, Qianting Zhu, Xu Tang (2024) Reconstruction and Implications of Energy Security Assessment System in the Context of Green and Low-Carbon Transition. *Strategic Study of CAE*, Vol. 26, Issue (4), pp. 28–39. DOI: <https://doi.org/10.15302/J-SSCAE-2024.04.016>
7. Gouda K.C., Thirumalai Raja R. (2022) The benefits of a net-zero emission policy for the environment, energy security, and energy equity (3Es) in developing nations. *Journal of Nonlinear Analysis and Optimization*, vol. 13, Issue 2, no. 2. Available at: <https://www.jnao-nu.com/Vol.%2013,%20Issue.%2002,%20July-December%20:%202022/45.2.pdf>
8. Šević A., Nerantzidis M., Tampakoudis I., Tzeremes P. (2024) Sustainability indices nexus: Green economy, ESG, environment and clean energy. *International Review of Financial Analysis*, vol. 96, Part A, 103615. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103615>
9. The energy transition is a physical transformation in its early stages. What challenges lie ahead? Available at: <https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/the-hard-stuff-navigating-the-physical-realities-of-the-energy-transition>
10. Forni L., Gómez R. D., Mautner M., Gonzalez A., Roca J. C., Davies C., Orrego L., Frabotta A. (2024) Balancing energy security and a healthy environment SEI brief. Available at: <https://www.sei.org/wp-content/uploads/pdfs/183788/balancing-energy-security-and-a-healthy-environment.pdf>
11. CCU for the production of fuels. HORIZON-CL5-2024-D3-02-11. Available at: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/HORIZON-CL5-2024-D3-02-11?order=DESC&pageNumber=2&pageSize=50&sortBy=startDate&isExactMatch=true&status=31094501,31094502&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43108390>
12. Market Uptake Measures of renewable energy systems. HORIZON-CL5-2024-D3-02-10. Available at: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/HORIZON-CL5-2024-D3-02-10?isExactMatch=true&status=31094501,31094502&programmePeriod=2021%20-%202027&frameworkProgramme=43108390&order=DESC&pageNumber=2&pageSize=50&sortBy=startDate>
13. *Ekonomika rehioniv Ukrainy v ymovax viiny: ryzyky ta napriamky zabezpechennia ctiikocti : naykovo-analitychne vydannia [Economy of the regions of Ukraine in the time of war: risks and directions of ensuring sustainability: a research and analytical publication]*. ed. Storonianska I. Lviv: DU «Inctytyt rehionalnyx doclidzhen imeni M. I. Dolishnoho HAH Ukrainy», 2022. 70 p.
14. Voitko S. V., Haidutskyi I. P. (2023) Enerhetychni kryzy: prychny tareaktsii suspilnykh instytuttsii [Energy crises: causes and responses of public institutions]. *Investytsii: praktyka ta dosvid – Investments: practice and experience*, № 6, pp. 7–12.
15. Zvit pro priami zbytky infrastruktury vid ruinuvan vnaslidok viiskovoi ahresii rosii proty Ukrainy za rik vid pochatku povnomasshtabnoho vtornnennia [Report on direct infrastructure damage from the destruction caused by Russia's military aggression against Ukraine one year after the start of the full-scale invasion.]. Available at: https://kse.ua/wp-content/uploads/2023/03/UKR_Feb23_FINAL_Damages-Report-1.pdf
16. Plan vidnovlennia Ukrainy: Enerhetyka [Ukraine's recovery plan: Energy]. Natsionalna rada z vidnovlennia Ukrainy vid naslidkiv viiny - National Council for the Reconstruction of Ukraine from the Consequences of War. July 2022. 150 p. Available at: https://uploads-ssl.webflow.com/625d81ec8313622a52e2f031/62c1b0a10bab-d54a8ec49184_%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B%D0%B0%20%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0.pdf