

СТРАТЕГІЯ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ ШЛЯХОМ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті досліджено стратегічні напрями декарбонізації енергетичного сектору України в умовах сучасних геополітичних та воєнних викликів. Проаналізовано поточну структуру енергобалансу, де значну частку займають вугільна генерація (24–25%) та природний газ (33–34%), що зумовлює високу вуглецеємність та імпорتنу залежність системи. Обґрунтовано необхідність поетапного заміщення викопного палива відновлюваними джерелами енергії (ВДЕ), частка яких у 2024 році сягнула 11%. Визначено потенціал сонячної, вітрової та біоенергетики як фундаменту для розбудови децентралізованої та стійкої енергосистеми. Особливу увагу приділено технологічним аспектам трансформації: модернізації мереж за стандартами Smart Grid, впровадженню систем накопичення енергії (Energy Storage) та розвитку маневрових потужностей. Автор доводить, що декарбонізація є комплексною трансформацією економічної моделі, яка потребує поєднання ринкових стимулів, міжнародних інвестицій та соціальної підтримки регіонів у процесі енергетичного переходу.

Ключові слова: декарбонізація, енергетичний сектор України, відновлювані джерела енергії, енергетична безпека, енергетичний перехід, низьковуглецевий розвиток, енергосистема.

Abstract

The article explores strategic directions for decarbonization of Ukraine's energy sector in the context of modern geopolitical and military challenges. The current structure of the energy balance is analyzed, where a significant share is occupied by coal generation (24–25%) and natural gas (33–34%), which determines the high carbon intensity and import dependence of the system. The need for a phased replacement of fossil fuels with renewable energy sources (RES), the share of which in 2024 reached 11%, is substantiated. The potential of solar, wind and bioenergy as a foundation for the development of a decentralized and sustainable energy system is determined. Particular attention is paid to technological aspects of transformation: modernization of networks according to Smart Grid standards, introduction of energy storage systems (Energy Storage) and development of maneuvering capacities. The author argues that decarbonization is a complex transformation of the economic model, which requires a combination of market incentives, international investments, and social support for regions in the process of energy transition.

Keywords: decarbonization, energy sector of Ukraine, renewable energy sources, energy security, energy transition, low-carbon development, energy system.

Вступ

На сучасному етапі декарбонізація енергетичного сектору України є критично важливою умовою для виконання міжнародних кліматичних зобов'язань та успішної інтеграції до Європейського Союзу. Енергетична система країни історично базувалася на спалюванні викопного палива, що зумовило її високу вуглецеємність та значну залежність від імпортних ресурсів. В умовах повномасштабної війни та руйнування критичної інфраструктури питання модернізації енергетики та зміцнення національної безпеки набувають стратегічного значення. Перехід від традиційної моделі генерації до відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) розглядається не лише як інструмент екологізації, а й як фундамент для побудови децентралізованої, стійкої та інноваційної економіки [1-4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що попри домінування атомної енергетики та вугільної генерації, Україна має суттєвий потенціал для розвитку сонячної, вітрової та біоенергетики. Проте інтеграція змінної генерації в єдину мережу потребує комплексного вирішення технічних та нормативних бар'єрів. Мета статті полягає в обґрунтуванні стратегічних напрямів декарбонізації енергетичної системи України через розвиток відновлюваної генерації, аналізі наявних викликів та визначенні перспектив переходу до низьковуглецевої моделі розвитку в контексті енергетичної безпеки.

Результати дослідження

Стратегічна трансформація енергетичної системи України в контексті декарбонізації передбачає докорінну перебудову структури генерації, де історично домінуюче вугілля (24–25% балансу) та імпортозалежний природний газ (33–34%) мають бути поетапно замінені низьковуглецевими альтернативами. Цей процес є критично важливим не лише для виконання кліматичних зобов'язань перед ЄС, а й для зміцнення національної безпеки в умовах воєнних викликів, оскільки традиційна централізована модель на базі застарілих ТЕС демонструє високу вразливість до зовнішніх ризиків. Попри стратегічну роль ядерної енергетики, що забезпечує близько 50% електрики з мінімальними викидами, основним вектором розвитку стає нарощування частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), яка у 2024 році вже сягнула 11%. Україна володіє колосальним потенціалом для експансії сонячної енергетики на півдні та в центрі, вітрової генерації в прибережних регіонах, а також біоенергетики, що використовує аграрні залишки для створення децентралізованих вузлів живлення. Проте успішна імplementація стратегії потребує вирішення складних технічних завдань: модернізації застарілих мереж за стандартами Smart Grid, розгортання маневрових потужностей у вигляді гідроакумуляуючих станцій та батарей великої ємності (Energy Storage) для балансування нестабільної генерації. Паралельно із технічним переоснащенням необхідно впроваджувати гнучкі ринкові механізми, як-от перехід від фіксованих тарифів до конкурентних аукціонів, що сприятиме залученню міжнародних інвестицій та зниженню вартості «зеленого» кіловата. Особлива увага має бути приділена соціальному аспекту — розробці програм перекваліфікації персоналу вугільних регіонів, щоб перехід до чистої енергії супроводжувався економічним розвитком громад, а не їх занепадом. Таким чином, декарбонізація постає не просто як технічний проєкт заміни палива, а як глибока трансформація економічної моделі, що через децентралізацію та інновації забезпечить довгострокову стійкість і кліматичну нейтральність України.

Висновки

Отже, підсумовуючи проведені дослідження, можна стверджувати, що декарбонізація енергетичного сектору України є невідворотним і стратегічно необхідним кроком, який визначає не лише екологічне майбутнє, а й економічну стійкість та енергетичну незалежність держави. Успішна реалізація цього переходу вимагає комплексного підходу: від поетапного виведення з експлуатації застарілих вугільних потужностей, що забезпечують до 25% генерації, до активного нарощування частки відновлюваних джерел енергії, яка у 2024 році вже досягла 11%. Ключовими чинниками трансформації мають стати децентралізація енергосистеми, модернізація мереж за цифровими стандартами, розбудова систем накопичення енергії та впровадження конкурентних аукціонних механізмів для стимулювання інвестицій. Водночас критично важливо забезпечити соціальну підтримку регіонів, залежних від традиційної енергетики, та поглибити співпрацю з міжнародними партнерами для залучення необхідного фінансування й експертизи. У підсумку, формування низьковуглецевої моделі енергетики дозволить Україні зміцнити національну безпеку, підвищити інноваційний потенціал промисловості та гарантувати сталий розвиток для майбутніх поколінь у межах європейського енергетичного простору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Петрук В.Г., Кватернюк С.М., Полив'янчук А. П., Петрук Р.В., Гавадза С.В. Аналіз перспективних тонкоплівкових матеріалів для сонячних панелей на основі графену в процесах декарбонізації та циркулярної економіки. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2025. № 5. С. 19–24. doi: 10.31649/1997-9266-2025-182-5-17-24.
2. Петрук В. Г., Полив'янчук А. П., Петрук Р. В., Кватернюк С. М., Гавадза С. В. Аналіз інноваційних технологій сонячної генерації в контексті декарбонізації повоєнної економіки України. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2024. № 3. С. 27–31. doi: 10.31649/1997-9266-2024-174-3-27-31
3. Зінченко А. А., Кватернюк С. М. Переваги використання сонячної енергії над традиційною електроенергією. Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023) [Електронне мережне наукове видання] : матеріали конференції. (м. Вінниця, 22–23 червня 2023 р.). Вінниця, 2023. С. 29–30.
4. Мрищук О.П., Петрук В.Г., Кватернюк С.М., Безусяк Я.І. Перспективи використання сонячних колекторів для покриття частини витрат на енергію заміського комплексу «Butterfly». V-й Всеук-

раїнський з'їзд екологів з міжнародною участю : зб. наук. праць. (м. Вінниця, 23–26 вересня 2015 р.).
Вінниця, 2015. С. 229.

Дідусенко Софія Русланівна — студент групи ТЗД-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sonyadidusenko05@gmail.com.

Кватернюк Сергій Михайлович — д.т.н., професор, професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua.

Didusenko Sofia Ruslanivna — student of group TZD-22b, Faculty of Civil Engineering, Civil and Ecological Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sonyadidusenko05@gmail.com.

Kvaterniuk Serhii Mykhailovych — D.Sc., Professor, Professor of Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua.