

# ОГЛЯД СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СВІТОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ

*Усатий Є. Р., студ. (група ГЕ-31, НН ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

**Анотація.** У статті розглянуто основні тенденції та проблеми розвитку електроенергетики на підставі аналізу, наданому Міжнародним Енергетичним Агентством. Проаналізовано чинники змінення структури електричної генерації та енергоспоживання. Визначено, що впровадження відновлюваних джерел та технологій енергоефективності будуть сприяти скороченню обсягів споживання електричної енергії та викидів шкідливих речовин.

**Ключові слова:** відновлювальні джерела; енергоспоживання

**Abstract.** The main trends and problems of the development of the electric power industry based on the analysis provided by the International Energy Agency have been considered in the article. The factors of changing the structure of electricity generation and energy consumption have been analyzed. It was determined that the introduction of renewable sources and energy efficiency technologies will help to reduce the amount of electricity consumption and emissions of harmful substances.

**Keywords:** renewable sources; energy consumption

**Вступ.** Світова енергетика перебуває в ході масштабних змін – відбувається більш інтенсивне впровадження основних технологій відновлюваної електроенергетики в умовах відповідного зниження їх вартості. Зростає споживання електроенергії в різних галузях промисловості та повільне зниження споживання нафтопродуктів у всьому світу. Реєструють зміни у світовій економічній, паливній та енергетичній сферах, зумовлені уповільненням інтенсивного розвитку економіки Китаю та зростаючого обсягу видобутку сланцевого газу та нафти в США. У контексті цих змін International Energy Agency (Міжнародне Енергетичне Агентство (МЕА)) випустило новий огляд World Energy Outlook – 2023 (WEO-2023) [1] з повним оновленням прогнозів щодо попиту та пропозиції на енергії до 2040 року на підставі окремих шляхів розвитку.

**Мета статті** – огляд та прогнозування основних шляхів розвитку електроенергетики на підставі аналізу сьогодишніх темпів розвитку економік провідних світових країн, структури енергоносіїв та динаміки споживання електроенергії.

**Методики, матеріали і результати досліджень.** Прогноз розвитку енергетичної галузі базується на багаторічних даних щодо виробництва, розподілу, споживання енергетичних ресурсів з урахуванням економічного зростання економік в розвинутих країнах світу. Додатково аналізуються наслідки сучасних енергетичних тенденцій у найважливіших сферах, включаючи інвестиції, торгові потоки, розвиток електрифікації та доступ до енергії. Прогнози супроводжуються докладним аналізом їх впливу на сектор енергетики, включаючи інвестиції, а також наслідки для енергетичної безпеки та довілля з

урахуванням узгоджених Рамковою конвенцією ООН (UNFCCC), яка стосується реалізації положень щодо запобігання змінам клімату в 2021–2030 роки. У документі [1] досліджено напрями розвитку енергетичної галузі відповідно до діючих стратегій та заявлених намірів про необхідність забезпечення загального доступу до дешевих, надійних, стійких і модернізованих систем енергопостачання. У ньому також розглядається, що має обговорюватися на кліматичній конференції COP 28, яка відбудеться у Дубаї, щоб мати можливість досягти мети з підвищення температури менш як на 1,5 °С.

В основу оновленого огляду МЕА до 2040 року WEO-2023 покладено такі базові чинники: середньорічне зростання світової економіки на 2,4%; зростання населення з сьогоднішніх 7,4 млрд чоловік до понад 9 млрд у 2040 році; зростання попиту на енергоресурси. Згідно очікуваним напрямом розвитку на лідируючі позиції виходять природний газ, стрімко зростаюча відновлювана енергетика та заходи з енергоефективності та енергозбереження.

Напрямок розвитку нових стратегій прогнозує, що низьковуглецеві джерела подвоять свою частку в структурі енергетики і в 2040 році досягнуть 40%, у кінцевому енергоспоживанні частка прямого та непрямого використання відновлювальних джерел енергії зросте з сьогоднішніх 9% до 16%. Стрімке зростання відновлювальних джерел енергії в електроенергетиці та вимоги Паризької угоди «наблизять кінець періоду широкого використання вугілля» [1]. Обсяги виробництва електроенергії у 2020 році в окремих країнах та їх розподіл за основними первинними джерелам, за даними МЕА наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Обсяги виробництва електроенергії

Країна	Виробництво, ТВт·год	Первинні джерела енергії				
		Вугілля	Газ	Ядерне паливо	Гідрост.	Вітрові та інші
Німеччина	573	45,2	10,3	16,1	-	20,6
Польща	155	81,3	3,9	-	1,3	3,9
Китай	5 145	71,5	1,8	2,5	20,3	3,9
США	4 244	37,9	29,9	18,7	6,1	7,4
Японія	985	30,3	43,3	3,4	8,1	2,7

За прогнозом орієнтовний обсяг виробництва електроенергії у 2035 році становитиме 19 500 ТВт·год. З них: АЕС –48%; ТЕС, ТЕЦ –32%; ГЕС, ГАЕС –7%; ВЕС, СЕС –13%.

Споживання нафти продовжуватиме зростання до 2040 року, але нижчими темпами. Споживання природного газу до 2030 року зростатиме приблизно на 20% і залишиться на цьому рівні до 2040 року, хоча є передумови до зростання споживання природного газу до 45%. У поточному періоді щорічні темпи зростання попиту на природний газ знаходяться на рівні 1,5%. Однак, більш гнучкий глобальний ринок, пов'язаний з подвоєними обсягами торгівлі

зрідженим природним газом (ЗПГ), сприятиме підвищенню долі природного газу в світовому енергобалансі, особливо в умовах введення додаткових потужностей зі ЗПГ, що відбувається в США та Австралії в обсязі 130 млрд м<sup>3</sup>. На сьогодні США є експортером природного газу та нафти, що великою мірою трансформує та переміщує міжнародні ринки нафти та природного газу.

Згідно WEO-2023 нині простежуються тенденції щодо швидкого розгортання технологій чистої енергетики та зниження їх вартості. Розвиток електричної енергії до 2040 року потрібно максимально декарбонізувати через використання відновлювальних джерел енергії та розвитку і запровадження технологій очищення та зберігання вуглецю. 2016 року зростання обсягів встановлених потужностей сонячних електростанцій вже випереджало усі інші види генерації. Зокрема, з 2010 року вартість нових сонячних електростанцій знизилася на 70%, вітрових – на 25%, акумуляторів – на 40%. 2016 року 14% виробництва електроенергії у світі припадало на відновлювані джерела. За напрямом нових стратегій електроенергія стає провідним енергетичним джерелом, «у той час як останні двадцять п'ять років цю роль виконувала нафта». Планується, що електричні джерела будуть забезпечувати до 40 % зростання світового кінцевого енергоспоживання до 2040 року. За прогнозом, на промислові системи з електроприводом припадатиме до третини загальної потреби електроенергії; зростання доходів домогосподарств призводить до більш активного використання електричної побутової техніки (особливо «розумних» взаємопов'язаних пристроїв). Нині на планеті щорічно з'являються в середньому 45 мільйонів нових споживачів електроенергії завдяки розширенню доступу до електричних мереж. Однак таких темпів не достатньо, щоб реалізувати мету загального доступу до 2030 року. Поряд зі зростанням споживання в традиційних галузях, електроенергія приходить у сферу теплопостачання та транспорту.

Підвищення енергоефективності може знизити потребу в зростанні видобутку та виробництва енергії. Наголошується, що без підвищення енергоефективності обсяги кінцевого споживання можуть подвоєтися, оскільки зростання світового попиту обмежується підвищенням енергетичної ефективності в глобальному масштабі. Посилення галузевих ініціатив і державна підтримка, включаючи недавні рішення урядів Франції, Великобританії та Голландії щодо поетапної відмови від продажу транспортних засобів з традиційними бензиновими та дизельними двигунами до 2040 року, призведе до зростання кількості електромобілів з наявних 10 млн одиниць до 280 млн у 2040 році.

Регіональні тенденції суттєвого зростання світового попиту на первинну енергію спричинятиме розвиток економік Китаю, Індії, Бразилії та країн Близького Сходу. Традиційно у світовій енергетичній галузі одним з фундаментальних чинників формування попиту на енергоресурси є зростання валового внутрішнього продукту (ВВП) та впровадження заходів зі зниження його енергоемності завдяки підвищенню енергоефективності та

енергозбереження. Можливі також зміни в структурі споживання палива та скорочення розриву в енергоемності економік між країнами.

Прогнозом МЕА (WEO-2023) до 2040 року передбачено зростання світового ВВП з середньорічним темпом (2,9...3,1)%, що дещо нижче рівня, минулорічного прогнозу. За статистичними даними Enerdata (EnerdataWorldBank, Світова енергетична база даних), у світі впродовж 1990–2020 роках завдяки впровадженню енергоефективних технологій реєструвалася така динаміка змінення базових економічних та енергетичних параметрів: енергомісткість світового ВВП знижено на 31,5%, за щорічного зростання загального обсягу споживання енергії (20%) та майже незмінного споживання енергії на душу населення. У той же час обсяг світового ВВП за 2000–2020 роки зріс на 77%.

Згідно звіту МЕА у 2000–2020 роках у країнах ОЕСР та країнах поза ОЕСР енергоемність стабільно знижувалася в середньому на 1,6% за рік. У країнах ОЕСР енергопопит зменшився на 1% за зростання ВВП на 32%, в інших країнах енергопопит зріс на 80% за зростання ВВП на 150%. За статистичними даними Enerdata, зокрема, за 2000–2020 роки енергоемність ВВП знижено у США – на 37,1%, загалом у країнах ЄС – на 26,5%, у тому числі у Великобританії – на 39,3%, Німеччині – на 22,3% за зростання ВВП на 33%. У Китаї за вказаний період обсяги ВВП зросли в 3,25 рази за зниженні енергоемності на 53%.

**Висновок.** За висновками WEO-2023 відновлювані джерела та енергоефективність – це базові способи переходу до низьковуглецевого розвитку електроенергетики та скорочення викидів забруднюючих шкідливих речовин у довкілля. Відзначено, що задля отримання економічно значущих результатів надзвичайна важлива гармонізація у політиці з ринковими підходами.

*Науковий керівник: Третьякова Л. Д., докт. техн. наук, проф. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

## Література

1. The World Energy Outlook 2023. International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>.