

УДК 351

DOI: <https://doi.org/10.32886/instzak.2019.04.12>

Дороніна Ірина Ігорівна,
кандидат економічних наук,
доцент кафедри міжнародних фінансів
ДВНЗ «Київський національний економічний
університет імені Вадима Гетьмана»
ORCID 0000-0002-7032-644X
k-irri@ukr.net

ТРАНСФОРМАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ ЄС ТА УКРАЇНИ: ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Анотація

Стаття висвітлює проблеми, що спонукають країни Європейського Союзу та Україну переходити на відновлювані джерела енергії. У наш час відбувається поступова зміна світового технологічного укладу, в основі якого лежить використання традиційної енергетики, що базується на викопних ресурсах, вичерпних та екологічновиснажливих. Відповідно, швидко розгортаються технології «чистої» енергетики, що займають передові позиції у світі.

***Метою статті** є аналіз сучасного стану енергетичного сектору країн ЄС та України, з'ясування причин трансформації їхнього енергетичного сектору.*

***Наукова новизна статті** полягає у визначенні, на основі європейського досвіду, ключових факторів розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні.*

***Висновки.** У світі актуальними стають проблеми, пов'язані з використанням енергоресурсів через збільшення цін на них при великій частці енергоємних галузей у внутрішньому валовому продукті. Перед нашою державою постало важливе завдання щодо скорочення споживання енергії шляхом застосування енергозберігаючих технологій та перехід на використання відновлюваних джерел енергії. Однак, основним недоліком використання останніх є стохастичність енергетичних потоків, а саме: періодичність надходження та змінність енергетичного потенціалу, що до сьогодні спричиняло значні ускладнення в багатьох випадках їх використання та не відповідало сучасним вимогам енергопостачання споживачів. Сучасні технології, які використовуються для отримання відновлюваної енергії, а також механізми раціонального поєднання та використання дозволяють ліквідувати перешкоди щодо їх широкомасштабного впровадження і, тим самим, зумовлюють розвиток відновлюваної енергетики як у світі, так і в Україні. У статті відзначається, що саме водень є енергоносієм майбутнього для вирішення важливих енергетичних та екологічних проблем.*

Стратегія сталого розвитку України до 2030 року орієнтована, насамперед, на людину та поліпшення якості життя у сприятливому соціально-економічному середовищі та в екологічно чистому довкіллі. Україна у своєму розвитку прагне збільшити частку «зеленої» енергії в енергетичному балансі країни та орієнтується на досвід країн світу, зокрема країн ЄС. Ключовими факторами розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні є: необхідність поліпшення екологічної ситуації; міжнародні зобов'язання; вичерпність традиційних паливно-енергетичних ресурсів; нагальна потреба в подоланні залежності від імпорту енергоносіїв.

***Ключові слова:** «зелена» економіка, воднева енергетична галузь, енергетичний сектор, відновлювані джерела енергії, альтернативні джерела енергії.*

Doronina Iryna I.,
PhD, Associate Professor,
department of international finance,
SHEI «Vadym Hetman Kyiv
National Economic University»
ORCID 0000-0002-7032-644X
k-irri@ukr.net

**TRANSFORMATION OF THE ENERGY SECTORS OF EU AND UKRAINE:
RENEWABLE ENERGY SOURCES****Abstract**

The article highlights the problems that encourage the European Union and Ukraine to move towards renewable energy sources. Nowadays, there is a gradual change in the world technological structure based on the use of traditional energy based on fossil resources that are exhaustive. Accordingly, the rapid deployment of «clean» energy technologies occupies leading positions in the world.

The purpose of the article is to analyze the current state of the energy sector of the EU countries and Ukraine, to find out the reasons for the transformation of their energy sector.

The scientific novelty of the article is to identify, based on European experience, key factors for the development of renewable energy sources in Ukraine.

Conclusions. Issues related to the use of energy resources are becoming more urgent in the world due to the increase in prices for them with a large share of energy-intensive industries in the gross domestic product. Our country faces the important task of reducing energy consumption through the use of energy-saving technologies and the transition to the use of renewable energy sources. However, the main disadvantage of using the latter is the stochasticity of energy flows, namely, the frequency of arrival and variability of energy potential, which to date has caused significant complications in many cases of their use and did not meet the current requirements of energy supply to consumers. The current technologies used for renewable energy, as well as the mechanisms of rational combination and use, have eliminated obstacles to their large-scale implementation and, thus, lead to the development of renewable energy both in the world and in Ukraine. The article notes that hydrogen is the energy carrier of the future for solving important energy and environmental problems.

The Sustainable Development Strategy of Ukraine up to 2030 is primarily human-oriented and improving the quality of life in a favorable socio-economic environment and in an environmentally friendly environment. Ukraine, in its development, seeks to increase the share of «green» energy in the energy balance of the country and is guided by the experience of the countries of the world, in particular by the EU countries.

The key factors for the development of renewable energy sources in Ukraine are: the need to improve the environmental state; international obligations; exhaustion of traditional fuel and energy resources; an urgent need to overcome the dependence on energy importation.

Key words: «green» economy, hydrogen energy industry, energy sector, renewable energy sources, alternative energy sources.

Постановка проблеми. Сучасна світоглядна парадигма зосереджена на задоволенні потреб сьогодення без шкоди для майбутніх поколінь та зорієнтована на досягнення оптимального балансу між трьома складовими розвитку – економічною, соціальною та екологічною. У Стратегії сталого розвитку України до 2030 року виписані такі вектори, як: забезпечення сталого розвитку країни; проведення структурних реформ; забезпечення економічного зростання екологічно невиснажливим способом; створення сприятливих умов для ведення господарської діяльності [1]. Стратегією передбачено, що економічне зростання України буде пов'язане не з експлуатацією природних ресурсів, а із широким застосуванням моделей «зе-

леної» економіки. Завдяки заходам із енергозбереження та застосуванню енергоефективних практик повинна суттєво знизитися енергоемність валового внутрішнього продукту. Заплановано, що частка виробництва екологічно чистої енергії неухильно зростатиме, витісняючи перш за все традиційні карбонові технології, що дозволить суттєво зменшити викиди парникових газів та інших забруднюючих речовин в атмосферу. А це стане внеском у протидію зміні клімату та сприятиме поліпшенню якості довкілля і здоров'я населення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На даний час дослідження у сфері альтернативної енергетики проводяться у переважній більшості в економічному та

технічному аспектах. Зокрема, основна увага у даному напрямку приділена науковцями: Інституту відновлюваної енергетики НАН України (Кудря С. О., Морозов Ю. П., Кузнєцов М. П.), Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Войтко С. В., Трофименко О. О.), а також експертами Енергетичної Асоціації «Українська воднева рада».

Енергетична галузь є однією зі складових, що визначає рівень розвитку економіки країни, статус держави на міжнародній арені та її привабливість як партнера. Однак, розвинутий енергетичний сектор економіки неминує призводити до забруднення навколишнього середовища, саме тому розвиток альтернативної енергетики є пріоритетом для багатьох країн світу. Україна не стоїть осторонь цих проблем, отже постає важливе завдання, що передбачає скорочення споживання енергії шляхом застосування енергозберігаючих технологій та перехід на використання альтернативних джерел енергії, зокрема: сонячної, вітрової, геотермальної та гідроенергії.

Відтак, **метою статті** є визначити причини трансформації енергетичного сектору країн Європейського Союзу та України.

Виклад основного матеріалу. Світ дедалі активніше бореться із забрудненням навколишнього середовища. У центрі уваги – викиди парникових газів і пов'язане з ними катастрофічне для Землі підвищення глобальної температури. Нова угода в межах Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (UNFCCC) щодо регулювання заходів зі зменшення викидів діоксиду вуглецю до 2020 року, підписана в Парижі 12 грудня 2015 року, має на меті спрямовувати зусилля на обмеження зростання температури на рівні 1,5°C від доіндустріальних показників. На відміну від Кіотського протоколу, Паризька кліматична угода передбачає, що зобов'язання зі скорочення шкідливих викидів в атмосферу беруть на себе всі держави, незалежно від ступеня їхнього економічного розвитку.

Передбачено, що такі цілі буде досягнуто шляхом дотацій країнам, що розвивають використання низьковуглецевих технологій відновлюваної енергетики та скорочення видобутку та використання викопних видів палива [2].

Стратегією розвитку світової енергетики визначено, що у 2020 році 20 % електроенергії буде вироблятися за рахунок використання відновлювальних джерел енергії (далі – ВДЕ) та альтернативних видів палива (далі – АВП), у 2040 році – 50 %, а наприкінці XXI століття частка електроенергії, виробленої з ВДЕ та АВП, може перевищити 85 %. До 2050 року планується довести частку ВДЕ та АВП в загальному паливно-енергетичному балансі Євросоюзу до 50 %.

Цілі України, як одного із учасників цієї угоди, це скорочення викидів CO² на 25 % до 2020 року, на 40 % до 2030 року, амбітна ціль до 2050 року – на 70 % [3].

У країнах Європейського Союзу відбувається перехід на декарбонізовану енергетичну систему. Двадцять вісім держав-членів ЄС відповідно до Паризького протоколу підписали та ратифікували угоду щодо утримання глобального потепління в межах «значно нижче» 2°C, і зобов'язуються докласти зусиль для обмеження підвищення температури навіть до 1,5°C. Перехід до нової моделі енергетики радикально перетворить способи виробництва, передачі, збереження та споживання енергії, що вимагатиме практично вільної від вуглецю генерації енергії, підвищення енергоефективності та глибокої декарбонізації транспорту, будівництва та промисловості.

У даний час у світі енергоносієм майбутнього для вирішення важливих енергетичних та екологічних проблем все більше вважається **водень**. Його використання дає можливість створення як короткострокових, так і довгострокових міжсезонних запасів енергії в енергосистемах на основі відновлюваних джерел енергії. Досягнення енергетичної перебудови в ЄС потребуватиме масштабного використання водневих технологій, адже без них ЄС не зможе досягти означеної мети по декарбонізації [3].

У міжнародному огляді «Global trends and outlook for hydrogen» аргументовано, чому саме водень має надзвичайні перспективи для енергетики [4]. Він є найпоширенішим і найлегшим елементом, який не має запаху і не є токсичним, але має найвищий питомий енергетичний вміст відносно ваги – майже втричі більше, ніж бензин. Проте водень не зустрічається вільним в природі і має бути «видобутий» із різних джерел, та-

ких як: викопні ресурси, відновлювані джерела енергії, атомна енергія та з води шляхом електролізу. Отже, для виробництва чи отримання водню потрібно мати окреме джерело енергії: електрику, тепло або світло.

На електроенергію водень можна перетворити за допомогою електрохімічного пристрою – паливного елемента (або паливна комірка – ПК). На відміну від акумуляторної батареї, паливні елементи працюють безперервно за наявності водню та кисню. Паливні елементи є масштабованими і можуть використовуватися як в малих, так і дуже великих за розмірами системах, побічним продуктом паливних елементів є тепло та вода [5].

Як і електроенергія, водень є енергоносієм, який може використовуватися в повному обсязі в різних секторах економіки, таких як: транспорт, енергетика, промисловість, у будівельній галузі (комунальне господарство). Воднем можна скористатися для міжгалузевого зв'язку шляхом перетворення надлишкової електроенергії для неенергетичних застосувань, а саме: на транспорті, в промисловості та тепловій галузі. Міжгалузеве використання сприяє інтеграції енергетичної системи та залученню інвестицій для розвитку водневої та загалом енергетичної інфраструктури.

Водень можна використовувати для децентралізованого виробництва електроенергії в майбутній енергетичній системі, в основі якої знаходиться розподілене виробництво електроенергії як альтернатива виключно централізованому. Інвестиційний ризик водневої енергетики зменшується, якщо виробництво водню відбувається в децентралізованих системах електролізу, особливо з використанням дешевих відновлюваних джерел.

Оскільки електричні транспортні засоби на паливних елементах не мають шкідливих викидів, використання водню в транспортному секторі позитивно впливає на якість повітря у містах. Водень може бути використаний також у складних для електрифікації транспортних засобах, які в даний час використовують дизельне паливо. Електрифікація через мережі або за рахунок акумуляторів не завжди є прийнятним рішенням. Важкі транспортні перевезення, неелектрифіковані поїзди та морські перевезення є такими показовими прикладами, де водень може використовуватися як заміник дизельного палива.

У транспортній галузі найбільш перспективним є використання водню для вантажних автомобілів, автобусів, кораблів, поїздів, для яких основними недоліками традиційного живлення є низька щільність енергії, високі початкові витрати та повільна зарядка акумуляторних батарей. Паливні елементи також вимагають значно менше сировини порівняно з двигунами внутрішнього згоряння, оскільки транспортний сегмент становить близько третини викидів CO_2 в країнах ЄС, а його декарбонізація є головним елементом трансформації енергетики.

Енергетичний перехід ЄС передбачає необхідність інтеграції відновлюваних джерел енергії в енергосистему. А водневі технології – єдині, що здатні забезпечити масштабну трансформацію генерованої енергії на придатні для використання форми, зберігати її та направляти до кінцевого користувача для задоволення попиту. Водень дає можливість перевезення на великі відстані енергії в трубопроводах, кораблях та вантажівках у зрідженому стані, або зберігається в інших формах, що коштує значно менше передачі по електропроводах.

Перехід до водню створює переваги та зручності для споживачів, що є важливим, оскільки в іншому випадку навіть екологічні альтернативи, які не відповідають потребам клієнтів, мають труднощі впровадження. Так, на транспорті водень пропонує той же діапазон і швидкість дозаправки, як і двигуни внутрішнього згоряння. Енергетичні компанії можуть змішувати водень або синтетичний метан у газовій мережі з використанням існуючих трубопроводів, не впливаючи на споживачів. Хоча для подальшого переходу до 100 % водню буде потрібно модернізувати прилади та трубопроводи, що не вплине на наявну інфраструктуру опалення всередині будівель.

По всіх зазначених вище галузях потенціал використання водню для генерації електроенергії країнами ЄС складає біля 2250 терават-годин (ТВт-г) на рівні 2050 року, що становить близько чверті загального попиту. Досягнення такого рівня дозволило б країнам ЄС скоротити приблизно на 560 мегатон (Мт) емісію CO_2 , тобто забезпечити третину потрібного обсягу скорочення викидів відповідно до зобов'язань європейських країн, пов'язаних з кліматом. Крім того, це забезпечило би глибоку декарбонізацію енер-

гетичного сектора і, отже, опосередковано зменшило кількість викидів вуглецю. Крім скорочення викидів вуглецю, розгортання технології використання водню та паливних елементів усуне ряд інших негативних впливів: на транспорті можуть бути скорочені викиди; менш забрудненими стануть водойми, сталеплавильні та інші промислові заводи зменшили б викиди пилю та смол, а також знизився би шум від залізничного та автомобільного транспорту. Окрім того, воднева промисловість ЄС може забезпечити зайнятність близько одного мільйону висококваліфікованих працівників до 2030 року, досягнувши п'яти мільйонів на рівні 2050 року [3].

До 2030 року європейська дорожня карта пропонує зосередитися на таких пріоритетних напрямках, як змішування водню з природним газом в газовій галузі та комерційне використання на транспорті, зокрема пасажирському та вантажному (вантажівки, поїзди, кораблі), декарбонізація існуючого виробництва водню [6].

Протягом останніх десятиліть із розвитком глобальної водневої промисловості формувався і відповідний ринок. Водневий ланцюжок вартості складається з низки відносно розвинутих технологій з високим рівнем технологічності, але низьким індексом комерційної готовності. Про це свідчить значна кількість пілотних проектів, які демонструють використання водню в багатьох країнах світу. Хоча існують значні можливості для подальших досліджень і розробок, однак настав час переходу до ринкової активізації. Такий розвиток нещодавно спостерігався у сфері використання сонячної фотоелектричної

енергії. Відповідні ринки стали економічно стабільними, як тільки економічна ефективність виробництва досягла «переломної точки», особливо в Китаї. Сонячні фотоелектричні станції тепер дають можливість отримати привабливі прибутки від інвестицій.

Ряд країн, у тому числі декілька членів ЄС, Великобританія та Японія визначили необхідність отримання водню для досягнення більш глибокої декарбонізації в енергетичному та промисловому секторах. Консенсус навколо транспорту як ключового напрямку змусив уряди у всьому світі спільно оголосити про плани щодо будівництва до 2025 року приблизно 2800 водневих автозаправних станцій.

Через низку чітких політичних ініціатив Китай також виступив прихильником водню, виділяючи його використання в рамках свого переходу до розподілених енергетичних систем і декарбонізації транспортного сектору [7]. Цей розвиток матиме істотний вплив на глобальні ланцюги поставок.

На даний час в Японії вже встановлюють цільові показники імпорту водню, які мають зростати протягом наступних десятиліть, це збільшить потенціал для світового ринку експорту водню.

У світлі глобальних зусиль з декарбонізації та нових технологічних тенденцій великі багатонаціональні нафтові, газові та енергетичні компанії, важка промисловість та виробники автомобілів почали приймати водень як нову можливість і диверсифікують портфелі своїх компаній.

Ринок генерації водню, як очікується, зросте до 200 млрд. дол. США в 2023 році [8] (Рис. 1).

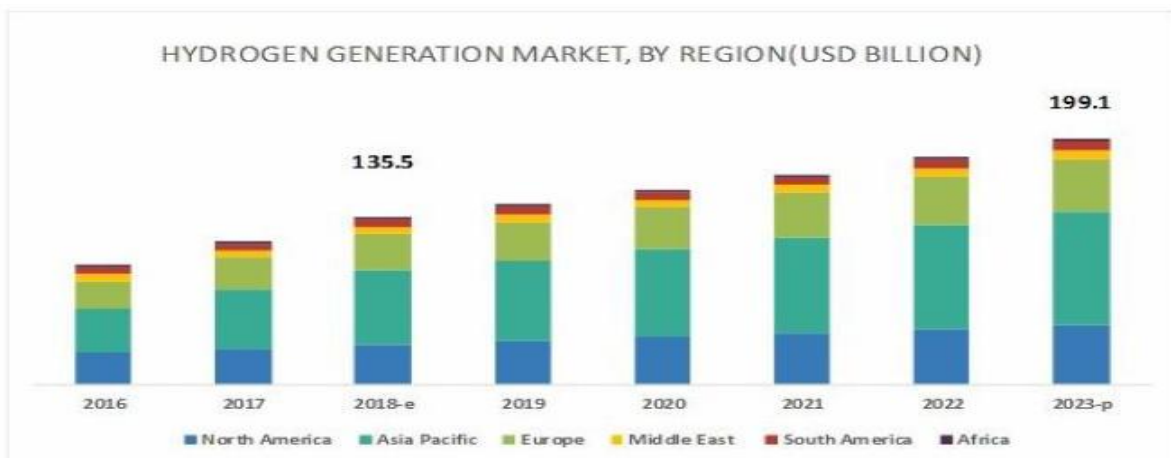


Рис. 1. Ринок генерації водню (\$ млрд.): Північна Америка, Азіатсько-Тихоокеанський регіон, Європа, Близький Схід, Південна Америка і Африка

В Європі з метою прискорення інноваційних розробок в галузі водню створено асоціацію «Воднева Європа», яка об'єднує більше **100** промислових компаній, **68** науково-дослідних організацій, а також **11** національних водневих асоціацій. Щодо наукових досліджень, Воднева Європа тісно співпрацює з Рамковою програмою ЄС «Горизонт 2020», Спільною ініціативою «ПК і Водень». На даний час інвестуються кошти в сумі **2,2** млрд. доларів США щорічно у водневі технології. Раніше інвестиції були значним чином спрямовані на дослідження та розробку, проте зараз члени Водневої Ради Європи планують збільшити інвестиції щонайменше до **3** млрд. доларів США на рік протягом наступних п'яти років і змінити пріоритетність фінансування, щоб зосередитися на впровадженні ринку та його розгортанні. Електромобілі на водневих паливних комірках були визнані номером один автомобільних тенденцій до **2025** року [3].

Воднева стратегія ЄС спирається на Дорожні карти від **2019** [3] та **2014** років [9], шляхи реалізації яких регулярно оновлюються враховуючи реальний прогрес.

Серед інших програм варто зазначити **Hydrogen from Renewable Power (IRENA, 2018)**, **National Hydrogen Roadmap (CSIRO, Австралія, 2018)**, **Outlines of a Hydrogen Roadmap (TKI Nieuw Gas, Нідерланди, 2018)**, **Hydrogen scaling up. A sustainable pathway for the global energy transition (Hydrogen Council, 2017)**, **Development of Business Cases for Fuel Cells and Hydrogen Applications for Regions and Cities (FCH, 2017)**, **Global trends and outlook for hydrogen (IEA, 2017)**.

Енергетична та транспортна галузі України на сьогодні використовують для своїх потреб переважно традиційні види палива, такі як вугілля, газ, нафту та нафтопродукти, суттєва частка яких імпортується. Однак, одним із найбільш перспективних шляхів диверсифікації джерел виробництва енергоносіїв вважається збільшення у структурі паливно-енергетичного балансу країни частки енергоносіїв, отриманих при використанні енергії відновлюваних джерел. За оцінками експертів Інституту відновлюваної енергетики НАНУ Україна має значний технічно-досяжний потенціал виробництва енергії з відновлюваних джерел, який становить близько **69** млн. т.н.е. на рік. Згідно прогнозу у **2035** році в паливно-енергетичному балан-

сі України можливо досягнути частки енергоносіїв, що виробляються з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива, на рівні понад **22** млн т.н.е. (не враховуючи великі ГЕС) за умови реалізації наявного технічно-досяжного потенціалу [10].

Україна у своєму розвитку орієнтується на досвід країн Європи, враховуючи асоційоване членство, міжурядові угоди в енергетичній галузі. Енергетичною стратегією України до **2035** року передбачено збільшення частки «зеленої» енергії до **25 %** в енергетичному балансі країни, зниження імпортозалежності енергетичної галузі України з **51 %** у **2015** – до **33 %** у **2035** році, а також повноцінна інтеграція з енергетичною системою ЄС. Проте, наразі досягнення цих показників є проблемним. Так, у **2018** році частка електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, складала менше **9 %** від загального її виробництва в Україні з урахуванням великих ГЕС; без їх урахування ця частка не перевищує **2 %**, маючи при цьому досить високу вартість.

Дослідження українських вчених вказує на те, що цільовий показник Національного плану дій з відновлюваної енергетики до **2020** року, встановлений на рівні **11 %** ВДЕ від кінцевого споживання енергії, скоріш за все не буде досягнутий, і прогнозується на рівні **9 %** в **2020** році, але при створенні державою необхідних умов відставання може бути швидко подолане. При цьому електроенергетична галузь України особливо потребує переходу до нових технологій, враховуючи низку таких обставин: залежність від імпорту палива, амортизований стан генеруючих потужностей, нерівномірність розподілу генерації та споживання енергії між регіонами, недостатня гнучкість енергосистеми, складні екологічні умови, що обмежують можливості розвитку енергетики.

Проблемами отримання водню із використанням відновлюваних джерел у якості первинних джерел енергії, зберігання водню в різних формах та використання водню в якості акумулятора енергії та моторного палива науковці Інституту відновлюваної енергетики НАН України займаються з **1980** року. Як приклад впровадження технологій водневої енергетики є створення українськими та данськими вченими першої у Європі вітроводневої станції у Фолькецентрі, що у Данії [2].

Дослідження Інституту відновлюваної енергетики НАН України показали, що у вод-

невій енергетиці найбільш перспективним є використання сонячної, вітрової, геотермальної та гідроенергії в якості первинних енергоджерел [2]. Аналіз досліджень енергосистем з акумулюванням водню на основі цих джерел енергії показав, що вартість генерування електроенергії в даний час ще досить висока, але цілком прийнятна при врахуванні «зеленого тарифу» на електроенергію, вироблену відновлюваними джерелами енергії.

В Україні залученням країни до водневого європейського енергетичного простору займається Енергетична Асоціація «Українська Воднева Рада», яка у 2018 році стала членом організації «Водень Європи» (**Hydrogen Europe**). Проведено більше 10 міжнародних зустрічей, підписані меморандуми про співпрацю з Німеччиною та Чехією. У травні 2018 року у Києві були організовані один із найбільших водневих енергетичних форумів Європи – «Вітрова та воднева енергетика – 2018» та перша науково-практична конференція «Відновлювана та воднева енергетика 2018».

Висновки. У світі актуальними стають проблеми, пов'язані з використанням енергоресурсів через збільшення цін на них при великій частці енергоємних галузей у внутрішньому валовому продукті. Перед нашою державою постало важливе завдання щодо скорочення споживання енергії шляхом застосування енергозберігаючих технологій та перехід на використання відновлюваних джерел енергії. Однак, основним недоліком використання останніх є стохастичність енергетичних потоків, а саме: періодичність надходження та змінність енергетичного потенціалу, що до сьогодні спричиняло значні ускладнення в багатьох випадках їх використання та не відповідало сучасним вимогам енергопостачання споживачів. Сучасні технології, які використовуються для отримання відновлюваної енергії, а також механізми раціонального поєднання та використання дозволяють ліквідувати перешкоди щодо їх широкомасштабного впровадження і, тим самим, зумовлюють розвиток відновлюваної енергетики як у світі, так і в Україні. Досліджено, що саме водень є енергоносієм майбутнього для вирішення важливих енергетичних та екологічних проблем.

Стратегія сталого розвитку України до 2030 року орієнтована, насамперед, на людину та поліпшення якості життя у сприят-

ливому соціально-економічному середовищі та в екологічно чистому довіллі. Україна у своєму розвитку прагне збільшити частку «зеленої» енергії в енергетичному балансі країни та орієнтується на досвід країн світу, зокрема країн ЄС. Ключовими факторами розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні є: необхідність поліпшення екологічної ситуації; міжнародні зобов'язання; вичерпність традиційних паливно-енергетичних ресурсів; нагальна потреба в подоланні залежності від імпорту енергоносіїв.

Список використаних джерел:

1. Проект Закону «Про стратегію сталого розвитку України до 2030 року» від 7 серпня 2018 р. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/JH6YF00A.html (Дата звернення: 03.05.2019).

2. Adoption of the Paris agreement from December 12, 2015 / United Nations Climate Change Conference Parties. URL: https://unhabitat.org/wp-content/uploads/2015/11/Paris_Climate_Package.pdf (Дата звернення: 03.05.2019).

3. Hydrogen Roadmap Europe: A sustainable pathway for the European Energy Transition, Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking, from February 11, 2019. URL: https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Hydrogen%20Roadmap%20Europe_Report.pdf (Дата звернення: 03.05.2019).

4. Mary-Rose de Valladares. Global Trends and Outlook for Hydrogen / International Energy Agency. December, 2017. URL: http://ieahydrogen.org/pdfs/Global-Outlook-and-Trends-for-Hydrogen_Dec2017_WEB.aspx (Дата звернення: 03.05.2019).

5. Кудря С. О., Морозов Ю. П., Кузнєцов М. П. Особливості застосування відновлюваних джерел енергії для отримання водню. *Відновлювана та воднева енергетика – 2018: матеріали науково-практичної конференції* (м. Київ, 18 травня 2018 р.). К.: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2018. С. 35–41.

6. Кудря С. О., Ткаченко М. А., Яценко Л. В. Акумулювання енергії відновлюваних джерел із застосуванням водню. *Відновлювана та воднева енергетика – 2018: матеріали науково-практичної конференції* (м. Київ, 18 травня 2018 р.). К.: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2018. С. 105–109.

7. World Energy Outlook 2017: China / International Energy Agency. November 14, 2017. URL: <https://www.iea.org/weo/china/> (Дата звернення: 03.05.2019).

8. Hydrogen Generation Market by Generation, Application (Petroleum Refinery, Ammonia Production, Methanol Production, Transportation, Power Generation), Technology (Steam Reforming, Water Electrolysis, & Others), Storage, and Region – Global Forecast to 2023. URL: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/hydrogen-generation-market-494.html?gclid=EAIaIQobChMIhdTsjGI4wIVTKWaCh2sPgvceAAAYAAEgIMu_D_BwE (Дата звернення: 03.05.2019).

9. Fuel Cell and Hydrogen technologies in Europe, Financial and technology outlook on the European sector ambition 2014 – 2020. URL: https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/111026%20FCH%20technologies%20in%20Europe%20-%20Financial%20and%20technology%20outlook%202014%20-%202020_0.pdf (Дата звернення: 03.05.2019).

10. Кудря С. О. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні (за матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 7 жовтня 2015 р.). *Вісник Національної академії наук України*. 2015. № 12. С. 19–26.

References:

1. Verkhovna Rada of Ukraine. (2018). *On the Strategy of Sustainable Development of Ukraine until 2030: Draft Law from August 7, 2018*. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/JH6YF00A.html (Last accessed: 03.05.2019) [in Ukrainian].

2. United Nations Climate Change Conference Parties. (2015). *Adoption of the Paris agreement from December 12, 2015*. URL: https://unhabitat.org/wp-content/uploads/2015/11/Paris_Climate_Package.pdf URL: https://unhabitat.org/wp-content/uploads/2015/11/Paris_Climate_Package.pdf (Last accessed: 03.05.2019).

3. Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking. (2019). *Hydrogen Roadmap Europe: A sustainable pathway for the European Energy Transition*, from February 11, 2019. URL: https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Hydrogen%20Roadmap%20Europe_Report.pdf (Last accessed: 03.05.2019).

4. Mary-Rose de Valladares. (2017). *Global Trends and Outlook for Hydrogen* / International Energy Agency. URL: http://ieahydrogen.org/pdfs/Global-Outlook-and-Trends-for-Hydrogen_Dec2017_WEB.aspx (Last accessed: 03.05.2019).

5. Kudria, S. O., Morozov, Yu. P., Kuznetsov, M. P. (2018). Features of the use of renewable energy sources for hydrogen production. *Vidnovliuvana ta vodneva enerhetyka – 2018: materialy naukovo-praktychnoi konferentsii (Kyiv, May 18, 2018)*, p. 35–41. Kyiv: Instytut vidnovliuvanoi enerhetyky NANU [in Ukrainian].

6. Kudria, S. O. (2018). Accumulation of energy from renewable sources using hydrogen. *Vidnovliuvana ta vodneva enerhetyka – 2018: materialy naukovo-praktychnoi konferentsii (Kyiv, May 18, 2018)*, p. 105–109. Kyiv: Instytut vidnovliuvanoi enerhetyky NANU [in Ukrainian].

7. International Energy Agency. (2017). *World Energy Outlook 2017: China*. URL: <https://www.iea.org/weo/china/> (Last accessed: 03.05.2019).

8. *Hydrogen Generation Market by Generation, Application (Petroleum Refinery, Ammonia Production, Methanol Production, Transportation, Power Generation), Technology (Steam Reforming, Water Electrolysis, & Others), Storage, and Region – Global Forecast to 2023*. (2018). URL: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/hydrogen-generation-market-494.html?gclid=EAIaIQobChMIhdTsjGI4wIVTKWaCh2sPgvceAAAYAAEgIMu_D_BwE (Last accessed: 03.05.2019).

9. *Fuel Cell and Hydrogen technologies in Europe, Financial and technology outlook on the European sector ambition 2014 – 2020*. URL: https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/111026%20FCH%20technologies%20in%20Europe%20-%20Financial%20and%20technology%20outlook%202014%20-%202020_0.pdf (Last accessed: 03.05.2019).

10. Kudria, S. O. (2015). Status and Prospects for Renewable Energy Development in Ukraine (based on the scientific report at the meeting of the Presidium of the NAS of Ukraine, October 7, 2015). *Visnyk Natsional'noi akademii nauk Ukrainy*, vol. 12, 19–26 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 15 липня 2019 р.