

УДК 330(045)

DOI 10.47049/2226-1893-2022-1-168-188

РОЗВИТОК ЗЕЛЕНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ ЯК ПОЛІТИКА СВІТОВОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЕРЕДІЛУ

Л.В. Кошарська

к.т.н., доцент кафедри «Технічне обслуговування і ремонт суден»
kosharska@gmail.com

Одеський національний морський університет, Україна, Одеса

В.П. Бредньова

к.т.н., професор кафедри «Нарисна геометрія та інженерна графіка»
vera2008@ukr.net

Одеська державна академія будівництва та архітектури, Україна, Одеса

Ю.О. Нікіфоров

к.т.н., професор, зав. кафедри «Технічне обслуговування і ремонт суден»

Одеський національний морський університет, Україна, Одеса

Анотація. У статті розглядаються види «зеленої» енергетики, досліджуються закономірності та світові тенденції її розвитку, а також технологічні та соціально-економічні особливості поширення. Аналізуються причини світової енергетичної кризи та роль «зеленої» енергетики у її виникненні. У 70-х роках ХХ ст. «зелена» енергетика, заснована на використанні нових технологій виробництва електроенергії з відновлюваних джерел, набула серйозної популярності як частина екологічного руху, що зростає. Але лише на початку ХХІ ст. у цій галузі було зроблено справжній прорив, який, можливо, згодом дозволить цим технологіям витіснити викопне паливо (вугілля, нафту та природний газ) як основного енергоносія. Виробництво електроенергії з ВДЕ зростає в різних країнах світу, і ця тенденція в перспективі збережеться. Одним із шляхів зниження викидів вуглекислого газу в атмосферу є використання технологій відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Авторами визначені передумови і перспективи розвитку відновлюваної енергетики та розглянуто світовий досвід використання відновлюваної енергетики у період нової Четвертої промислової революції, особливістю якої, на відміну від трьох попередніх, є особливий облік антропогенного впливу діяльності на довкілля.

© Кошарська Л.В., Бредньова В.П., Нікіфоров Ю.О., 2022

Показано, що розвиток технологій відновлюваних джерел енергії може бути драйвером інноваційної модернізації економіки та джерелом формування «зеленої» економіки, що характеризується високою технологічністю, енергетичною незалежністю та мінімальним впливом на навколишнє середовище. Основною метою статті є пошук відповіді на питання, наскільки можливо досягти енергопереходу в найближчі терміни, а також проведення критичного аналізу опублікованих результатів і розрахунків потреби людства в енергії у 2050 р., виходячи з необхідності значного скорочення розриву в душевому енергоспоживанні населення розвинених країн. Енергетична проблема сьогодні є однією з найактуальніших для всього людства. Традиційні джерела, такі як нафта, газ та інші копалини, поступово, стають дорожчими і, звичайно ж, завдають величезної шкоди навколишньому середовищу. Саме тому сонячні батареї, вітрові та гідроелектростанції, а також біореактори стають настільки популярними сьогодні. Всі вони відносяться до альтернативних або зелених джерел енергії, про що йтиметься нижче.

Ключові слова: енергетична криза, альтернативна енергетика, «зелена енергетика», енергетичний перехід, промислова революція, відновлювані джерела енергії (ВДЕ)

UDK 378.02

DOI 10.47049/2226-1893-2022-1-168-188

THE ROLE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE MODERN HIGHER EDUCATION SYSTEM

L.V. Kosharska

candidate of engineering sciences

Professor of department of «Technical Service and Repair of Ships»

kosharska@gmail.com

Odessa National Maritime University, Ukraine, Odesa

V.P. Brednyova

candidate of engineering sciences

Professor of department of «Descriptive Geometry and Engineer Graphics»

vera2008@ukr.net

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine, Odesa

Yu.O. Nikiforov

candidate of engineering sciences

Professor of department of «Technical Service and Repair of Ships»

Odessa National Maritime University, Ukraine, Odesa

Abstract. *The article examines types of «green» energy, investigates patterns and global trends of its development, as well as technological and socio-economic features of its spread. The causes of the global energy crisis and the role of «green» energy in its emergence are analyzed. In the 70s of the XX century, «green» energy, based on the use*

of new technologies for the production of electricity from renewable sources, has gained serious popularity as part of the growing environmental movement. But only at the beginning of the 21st century. a real breakthrough has been made in this field, which may eventually allow these technologies to displace fossil fuels (coal, oil, and natural gas) as the primary energy source. The production of electricity from Renewable energy sources (RES) is growing in various countries of the world, and this trend will continue in the future. One of the ways to reduce emissions of carbon dioxide into the atmosphere is the use of technologies of renewable energy sources. The authors determined the prerequisites and prospects for the development of renewable energy and considered the world experience of using renewable energy during the new Fourth Industrial Revolution, the feature of which, unlike the previous three, is a special account of the anthropogenic impact of activities on the environment. It is shown that the development of technologies of renewable energy sources can be a driver of innovative modernization of the economy and a source of formation of a «green» economy, characterized by high technology, energy independence and minimal impact on the environment. The main goal of the article is to find an answer to the question of how far it is possible to achieve the energy transition in the near future, as well as to carry out a critical analysis of published calculations of humanity's need for energy in 2050, based on the need to significantly reduce the gap in the per capita energy consumption of the population of developed countries. Today, the energy problem is one of the most relevant for all mankind. Traditional sources such as oil, gas and other fossils are gradually becoming more expensive and, of course, cause enormous damage to the environment. This is why solar panels, wind and hydroelectric plants, as well as bioreactors are becoming so popular today. All of them refer to alternative or green energy sources, which will be discussed below.

Keywords: *energy crisis, alternative energy, «green energy», energy transition, industrial revolution, renewable energy sources*

Вступ. Сучасне суспільство живе у нестабільному неспокійному світі. ХХІ століття поставило низку складних глобальних проблем, від вирішення яких залежить майбутнє людства. Ці проблеми часто називають викликами ХХІ століття. «Зелена» трансформація світової енергетики справді набула величезної інерції – її вже не зупинити. При цьому «зелена» енергетика використовує невичерпні та відновлювані джерела, насамперед енергію вітру, сонячну енергію та гідроелектроенергію (включаючи енергію морських припливів та відливів). До них також віднесено ядерну енергію (умовно – через небезпеку катастроф). Відновлювана енергія надходить із природних джерел, які практично невичерпні, однак це визначення потребує уточнення. По-перше, відновлювані та невичерпні джерела енергії – це не одне й те саме. По-друге, хоча, наприклад, енергія сонця невичерпна (у межах Землі), але рідкісноземельні метали, що використовуються для створення сонячних панелей, є обмеженими ресурсами, які необхідно видобувати. Крім того, тут не враховується забруднення довкілля від використання *відновлюваних джерел енергії* (ВДЕ). А з цього погляду далеко не всі вони відповідають принципам

зеленої енергетики. Наприклад, традиційні відновлювані органічні матеріали (дрова, торф і т.д.), що спалюються для отримання енергії, не є екологічно чистими («зеленими») джерелами через утворення вуглекислого газу в цьому процесі. До «зелених» енергетичних технологій відносять переробку органічних відходів, оскільки в цьому випадку збитки навколишнього середовища мінімізуються. Таким чином, «зелена» енергетика спирається на використання альтернативних у порівнянні з викопним паливом джерел – невичерпних або відновлюваних, – при виробництві енергії з яких завдається набагато меншої шкоди навколишньому середовищу (виділяється менше парникових газів та інших шкідливих речовин). На користь «зеленої» енергетики свідчать і інші чинники, зокрема можливість здійснювати відносно недорогі локалізовані енергетичні рішення, такі як сонячні «ферми». Крім того, зелені енергоустановки не вимагають значних додаткових витрат енергоресурсів після введення в експлуатацію. Хоча ефективність зеленої енергетики багато в чому визначається географічним розташуванням. Наприклад, у регіонах з інтенсивним сонячним випромінюванням легше та швидше створити ефективне енергетичне підприємство на основі сонячних батарей. Вітрові та сонячні джерела не можуть існувати без субсидій за рахунок традиційної енергетики, тому перехід на ці види енергії в умовах ринкової економіки не можливий у принципі. Та сама Tesla заробляє на продажу екологічних квот більше, ніж на виробництві автомобілів [1, с.14-21; 3; 4]. Наразі 31 країна експлуатує АЕС. Італія стала першою країною, яка закрила взагалі всі АЕС і повністю відмовилася від ядерної енергетики. Бельгія, Німеччина, Іспанія, Швейцарія, Тайвань здійснюють довгострокову політику відмови від ядерної енергетики тощо [5; 8, с.10-20; 10-12; 28, с.102-184; 44 тощо].

Таким чином, «зелена» енергетика – це технології вироблення енергії, за якої мінімізовано забруднення навколишнього середовища, у тому числі відсутні викиди парникових газів в атмосферу.

Постановка проблеми. Технічно зміна клімату – це результат зростання концентрації парникових газів в атмосфері або накопиченого, а не потокового обсягу викидів в атмосферу. Завдання зниження цієї концентрації повинні враховувати можливості природних екосистем депонування вуглецю, догляд і відновлення яких може компенсувати негативні наслідки антропогенних викидів від спалювання викопного палива. *Метою* даного дослідження є аналіз світової енергетичної кризи та енергетичного переділу протягом четвертої промислової революції, виявлення пріоритетних напрямів розвитку альтернативної «зеленої» енергетики та відновлюваних джерел енергії. Авторами використовувалися такі методи дослідження: метод теоретичного аналізу, метод порівняння та узагальнення інформації.

Основний матеріал. Енергія, як відомо, є одним із головних факторів економічного зростання, збільшення продуктивності праці та підвищення якості життя населення. Споживачами енергії є як окремі люди, і різні промислові об'єкти. Внаслідок зростання населення та розвитку промисловості за останні сто років споживання енергії у світі зросло більше, ніж у чотирнадцять разів [6; 7; 12; 15, с.4-6; 16,

с.5-14 тощо]. За прогнозами деяких демографів, населення Землі до середини ХХІ століття досягне 9 млрд. осіб. У зв'язку з цим природно очікується зростання потреб енергії. Пандемія коронавірусу загострила суперечки про необхідність та доцільність якнайшвидшої заміни викопного палива на ВДЕ, а падіння попиту на нафту та газ породило безліч прогнозів про те, що ера вуглеводнів закінчується. Наприклад, у прогнозі французької компанії Total стверджується, що споживання нафти почне падати вже наприкінці поточного десятиліття [11; 26, с.3-8; 49; 52 тощо]. Однак яким чином людство зможе в найближчому майбутньому відмовитися від нафти і газу, незрозуміло. Багато технологій «зеленої» енергетики знаходяться на стадії досвідчених зразків, досі не створено потужних та недорогих накопичувачів енергії. Дослідження в цій галузі ведуться, але рішення поки не знайдено.

Одним із помітних явищ останніх років стала енергетична трансформація, що з розвитком технологій *альтернативної енергетики* поєднує в собі технології *підвищення* енергетичної ефективності та технології *використання* енергії, що виробляється відновлюваними джерелами енергії та дозволяє здійснювати інноваційний розвиток одразу за декількома напрямками [9; 20, с. 8-22; 30, с. 768-794; 31, с. 513-574]. Використання альтернативної енергетики сприяє прискоренню модернізації економіки, підвищує рівень економічної безпеки національних економік, що принципово змінює якість економічного зростання. Альтернативна енергетика зменшує енергетичну залежність національної економіки від викопного палива. Саме тому розвиток технологій альтернативної енергетики можна розглядати як потужний драйвер інноваційного розвитку та основи для формування низьковуглецевої «зеленої» економіки – економіки майбутнього, що відрізняється високою технологічністю, енергетичною безпекою та мінімальним впливом на навколишнє середовище.

Відновлювана енергетика (ВЕ) – це майбутнє нашої планети. Джерела нафти та газу поступово зійдуть нанівець. Отримати відновлювану енергію можна з наступних джерел – сонця, вітру, води, у тому числі стічної, припливів, хвиль природних водних об'єктів, геотермальних джерел, землі, повітря, води, біологічної маси, до якої належать рослини, що вирощені з цією метою, біологічного газу, тобто газу, отриманого внаслідок розпаду товарів виробництва чи сформованого на шахтах при видобутку вугілля. Кількість одержуваної енергії з перелічених вище джерел настільки велика, що за їх допомогою можна покрити всі енергетичні потреби людства. Ряд дослідників вважають, що зниження вартості «зеленої» енергії до рівня, нижчого за традиційну в найближчі 15 років, нереалістичне [19; 22; 25; 36; 41; 47 та ін.]. З метою виконання вимог щодо локалізації інвестори змушені створювати нові машинобудівні підприємства. Таким чином, використання ВДЕ має окупати не лише сам об'єкт генерації, а й створення супутніх виробництв. Однак на шляху поширення «зеленої» енергетики виникає багато проблем, іноді найнесподіваніших. Наприклад, масове розміщення мешканцями Австралії сонячних панелей на даху будинків завдало серйозних збитків постачальникам комунальних послуг. У зв'язку з цим постають завдання узгодження екологічних та економічних аспектів розвитку зеленої енергетики, а також вибору оптимальної

моделі енергопостачання. Для їх вирішення необхідно уявляти, що таке «зелена» економіка і що за нею стоїть. Підкреслимо, що видобуток природного газу (особливо методом гідророзриву) спричиняє невеликі землетруси, зрушення ґрунту тощо. Однак у цей час традиційні джерела енергії відіграють домінуючу роль як у світовому енергобалансі, так і в окремих країнах. Викопне паливо можна легко транспортувати з однієї країни до іншої, а сам цей ринок є високоприбутковим. Однак, у міру того, як доступні ресурси починають вичерпуватись, вартість виробництва цього типу енергії зростає. Навпаки, вартість екологічно чистіших (або альтернативних) джерел енергії падає через масштабні інвестиції в інноваційні технології. Так, за розрахунками Управління енергетичної інформації США (U.S. Energy Information Administration, EIA), в 2020 р. вже 40 % енергії в країні вироблялося на основі джерел палива, що не викопуються. У Європі виробництво сонячної електроенергії в 2020 р. збільшилося на 60 % порівняно з 2019 р. [35; 42; 50 тощо]. У результаті використання вітряних електростанцій Великобританія вже має 67-денний період без використання вугілля і планує до 2025 р. поступово відмовитися від викопного палива, а до 2030 р. заборонити виробництво нових автомобілів з бензиновим та дизельним двигуном.

Вважається, що «зелена» енергетика здатна вирішити проблеми глобальної зміни клімату та є одним із основних напрямків зниження негативного впливу людини на природу. Економічні вигоди включають створення нових робочих місць при будівництві об'єктів «зеленої» енергетики та їх обслуговування. «Зелена» енергетика також може стабілізувати вартість енергії, оскільки її джерела локалізовані на місцевому рівні і мало схильні до коливань цін на біржах або збоях у ланцюжку поставок. Вже зараз у низці країн вони здатні конкурувати з традиційними видами виробництва енергії. Орієнтуючись на викопне паливо, компанії повинні постійно шукати нові родовища, оскільки старі виснажуються. Установки, що спалюють викопне паливо для виробництва електроенергії та тепла, а також на різних видах транспорту сумарно є найбільшим джерелом викидів парникових газів в атмосферу. Також при спалюванні вугілля виділяються токсичні гази, такі як окис вуглецю, в тому числі інші негативні форми впливу на довкілля включають забруднення ґрунту та води, розливи нафти, шкідливі для живих організмів тощо. На вирішення таких проблем намітилися наступні тенденції: *перша* – поступовий перехід до постіндустріального суспільства на основі розвитку та широкого застосування інформаційних технологій, *друга* – підвищення культурного та професійного рівня більшості жителів Землі на основі розвитку та поширення методологічних підходів, засобів та технологій освіти [33; 43; 46 тощо].

Відомо, що сучасний період розвитку суспільства прийнято називати *Четвертою промисловою революцією*, 4.0 [27, с.142-187; 34; 53 тощо], особливістю якої, на відміну від перших трьох, є те, що суспільство стало приділяти особливу увагу проблемам довкілля та екології. Отже, підвищений інтерес у сучасному світі проявляється до активного поширення альтернативних джерел енергії у формі ВДЕ, застосування яких дозволяє суттєво знизити викиди вуглекислого газу в атмосферу.

Це призводить до підвищеного інтересу до відновлюваних джерел енергії та їх активну підтримку практично в усьому світі.

Найпоширенішими видами «зеленої» енергетики, що швидко розвиваються, в даний час є наступні:

- *гідроенергетика* ґрунтується на найбільш широко використовуваному вигляді, містить приблизно 54 % від усіх генеруючих потужностей у світі (нині у виробництві гідроелектроенергії лідирує Китай). Як зрозуміло вже з назви, основним джерелом є вода, а точніше, потенціал її потоку. Причому на сьогоднішній день це найпоширеніший тип зеленої енергії. З одного боку, будівництво гідроелектростанцій є найдорожчим, але з іншого окупаються вони набагато швидше, а собівартість енергії, що генерується ними, істотно нижча порівняно з вітровою або сонячною. Ще одним мінусом гідроелектростанцій можна назвати той факт, що при їхньому будівництві доводиться затоплювати досить великі території. А це, звичайно, впливає, і не завжди сприятливо, на стан навколишнього середовища. Слід зазначити ще й приливні та хвильові станції, у роботі яких безпосередню участь також бере вода. Перші використовують ту обставину, що рівень морів та океанів у деяких місцях Земної кулі змінюється двічі на добу. Для отримання енергії в гирлі річки встановлюється гребля з вмонтованими в неї гідроагрегатами. Другий тип станцій працює за допомогою переробки потенціалу хвиль, що виникають на поверхні океанів;

- *вітроенергетика* посідає друге місце за масштабами виробництва. Технологічні досягнення та застосування нових композитних матеріалів сприяли збільшенню термінів служби та зниженню вартості вітряних турбін. Так, наприклад, берегова вітроенергетика забезпечує вироблення близько 10 % всієї енергії у Великій Британії і є для неї найбільш економічним варіантом альтернативної енергетики. Морські вітряні електростанції постачають електроенергією близько 4,5 мільйонів домогосподарств у цій країні. Енергія вітру ефективно може бути використана на малонаселених територіях, що дозволяє розробляти її освоєння як джерело енергії для великих підприємств. Для здійснення процесу перетворення кінетичного потенціалу повітряних мас потрібно встановлення спеціального вітрового млина. Потужність останньої залежить від загальної площі лопатей, а також у меншій мірі від висоти конструкції. Найчастіше описані агрегати встановлюються у прибережній зоні, яка вважається найбільш перспективною у цій сфері. Цікаво, що вітряки практично не вимагають звичайного палива для своєї роботи. Підраховано, що один генератор потужністю 1 МВт за 20 років своєї роботи економить близько 92 тисячі барелів нафти або близько 29 тисяч тонн кам'яного вугілля [24; 40, с.236-246 тощо]. До речі, у Великій Британії, згідно з дослідженням Массачусетського технологічного інституту, доведеться використовувати половину всієї території острова для встановлення вітряних турбін, якщо країна повністю перейде на вітроенергетику. Зараз у найбільшому наземному вітроенергетичному парку Європи Markbygden, який будується у Швеції, збираються встановити вітряки заввишки 300 м, що порівняно з висотою Ейфелевої вежі. Відновлювана енергетика має бути стабільною – цього поки що немає. Як вважає Білл Гейтс, один із способів упора-

тися з цією проблемою – навчитися краще зберігати енергію, підвищивши ємність батарей раз на двадцять. На жаль, зазначає він, велика ймовірність, що це неможливо;

- *сонячна енергетика* – це найшвидше зростаючий вид «зеленої» енергетики та третій за обсягом виробництва на основі ВДЕ у світі в 2021 р. [39; 51]. Очевидно, що найбільш придатними для використання сонячної енергії в економічних цілях є території, розташовані на екваторі та ближніх до нього широтах. Найбільша сонячна електростанція знаходиться в Об'єднаних Арабських Еміратах і виробляє електроенергію в кількості, достатній для того, щоб зменшити вуглецевий слід, еквівалентний ефекту усунення 200 тис. автомобілів. Але використання джерел сонячної та вітрової енергії не позбавлене недоліків. По-перше, воно сильно залежить від погоди та зміни клімату. Хоча з розвитком технологій ці обмеження можна звести до мінімуму. Прикладом є прогноз сонячної експозиції на основі інформації космічних супутників. По-друге, на відміну від виробництва електроенергії на викопному паливі, потоки сонячної та вітрової енергії не є постійними. Це означає, що фотоелектричні та вітряні турбіни не можуть виробляти електроенергію на запит. Примусовий вибір лише одного способу виробництва з усього спектра доступних став просто неефективним рішенням;

- *біоенергетика* – четвертий за величиною вид «зеленої» енергетики. Виробництво електроенергії та тепла ґрунтується на інноваційному використанні традиційних джерел біомаси, таких як побічні продукти сільського господарства та побутові відходи. Біомаса як джерело енергії – це ліси та лісові місцевості, а також відходи лісопереробного виробництва центрів. Китай, Великобританія та Індія є лідерами у виробництві біоенергії. Бразилія, Німеччина, США та Швеція також активно розвивають ці технології. У цьому випадку енергія, як електрична, і тепла, виробляється з палива органічного походження. Останні поділяють на два покоління: до *першого* з них відносять продукти, одержувані в результаті переробки відходів, і такий варіант вважається найбільш доступним, але й неефективним. До біопалива *другого* покоління відносять продукти, отримані шляхом піролізу, тобто швидкого перетворення маси в рідину. Останню набагато легше транспортувати, а згодом перетворювати на паливо для автомобілів чи електростанцій. Джерелами описаної сировини можуть виступати водорості, а також деякі види культурних рослин, таких як кукурудза, цукрова тростина, ріпак та інші. Критики біоенергетики заявляють, що через високий попит на подібне паливо, фермерські господарства все частіше віддають перевагу вирощуванню паливних культур;

- *геотермальна енергія* також входить до списку ВДЕ, використання яких зростає швидкими темпами. Геотермальна станція – це вид електричної станції, яка виробляє електричну енергію з теплової енергії підземних джерел (наприклад, гейзерів). Ця енергія є поновлюваним ресурсом. Головною перевагою геотермальної енергії є її практична невичерпність та повна незалежність від умов навколишнього середовища, часу доби та року. Недоліками геотермальної енергії є висока мінералізація термальних вод більшості родовищ та наявність токсичних сполучень і металів, що у більшості випадків виключає скидання термальних вод у природні

водойми. Найбільшим виробником геотермальної електроенергії у світі є Ісландія. Помітні позиції у цій сфері займають Індонезія, Італія, Мексика, Філіппіни та США.

Воднева енергетика – це така галузь, заснована на використанні водню як засобу для зарядки, транспортування, виробництва та споживання енергії. Водень вибраний як найпоширеніший елемент на поверхні землі. Теплота згоряння водню найбільша, а продуктом згоряння у кисні є вода. Воднева енергетика відноситься до альтернативної енергетики. Загальносвітова структура виробництва водню розподілена за трьома основними джерелами: 18 % посідає переробка вугілля, 4,3 % забезпечується за рахунок «зеленого» водню, одержуваного у вигляді відновлюваних джерел енергії води. Зрештою, переважний обсяг, а це 78 % — становить переробку природного газу та нафти. «Зелений» водень надто дорогий і енерговитратний, а масштабування його виробництва вимагатиме колосальної напруги ресурсів усієї економіки. Альтернативою «зеленому» водню є так званий *блакитний* водень, джерелом якого є *природний газ*. Вуглекислий газ, що виділяється при його переробці, не викидається в атмосферу, а вловлюється для *подальшого використання*. Існують і «сірі» технології виробництва водню, що передбачають викиди парникових газів в атмосферу. Щоправда, собівартість «сірого» водню є рекордно низькою – близько 1,85 дол. за кг [23; 48 тощо]. Відродження попиту на енергію після пом'якшення обмежень, зумовлених боротьбою з пандемією коронавірусу, екстремальні погодні умови (безпрецедентні хвилі тепла та затяжна зима), збої в ланцюжку поставок, недостатні масштаби регіонального та глобального накопичення енергоносіїв – все це сприяло виникненню енергетичної кризи в *Європі восени 2021 р.* [14, с.16-17; 18, с.4-19; 32 тощо].

У нашому дослідженні підкреслюється, як і в роботах інших фахівців, що протягом багатьох років світ стоїть на порозі системної кризи і це охоплює як економіку так і енергетику. Сучасна світова енергетика знаходиться «на зламі», тобто у стані, що характеризується необхідністю вирішення таких проблем, які означають серйозні якісні зрушення у її розвитку. Розуміння цих проблем і тих економічних потрясінь, які чекають на людство, а також аналіз причин цих потрясінь, неодноразово обговорювалися та на різних конференціях, самітах та форумах [28; 37; 45; 48 тощо].

Для переходу до повністю стійкого глобального енергетичного ландшафту може знадобитися понад 30 років. У міру того, як на ринку продовжать з'являтися нові інноваційні рішення в галузі ВДЕ, технології їх використання ставатимуть дедалі доступнішими в різних сферах діяльності - від споживчого маркетингу до інфраструктури. Деякі дослідники вважають, що до 2030 року можливе досягнення не менше 80 % світового виробництва енергії з ВДЕ. Основні з них – розширення встановлення фотоелектричних сонячних панелей та берегових вітряних електростанцій, а також введення в експлуатацію двох енергоблоків на одній із найбільших гідроелектричних станцій у Китаї [5; 17, с. 12-19 тощо].

Основні *тенденції* в галузі розвитку екологічно чистої енергетики зводяться до наступного:

1 – активізація розробок у сфері «зеленого» водню. Перехід до цього виду палива дозволяє забезпечити найбільш екологічно чистий ланцюжок вироблення енергії. Однак технології видобутку та зберігання водню ще не до кінця відпрацьовані, а їх значним недоліком є велика потреба у чистій прісній воді. Сама ж продукція виходить дуже дорогою. Хоча з удосконаленням технологій конкурентоспроможність екологічно чистого водню за вартістю зростає. Австралія, Чилі, Європейський Союз, Німеччина, Японія, Саудівська Аравія та США вже зобов'язалися зробити значні інвестиції у його виробництво. Зростання інтересу до «зеленого» водню на противагу традиційній енергетиці порушує питання доцільності використання розгалуженої газової інфраструктури. Деякі компанії вже замислюються над тим, щоб поряд з вітропарками організувати виробництво водню та аміаку;

2 – вдосконалення сучасних технологій *біоенергетики*, що використовує як джерело енергії органічні відходи звалищ та з водойм, відходи сільськогосподарського виробництва і т.ін. За допомогою термохімічних чи біохімічних реакцій переробки біомаси виходить тепло, рідке чи газоподібне біопаливо (етанол, біогаз, біодизель та ін.);

3 – підвищення інтересу до *геотермальної* енергії, яка може стати найнадійнішим і найефективнішим джерелом енергії. На глибині нижче рівня промерзання ґрунту (два-три метри від поверхні землі) температура залишається постійною протягом року і приблизно дорівнює середньорічній температурі зовнішнього повітря. Це можна використовувати як джерело енергії для вироблення електрики або тепла, обігріву або охолодження будівлі. Нині на бізнес все більше покладається відповідальність за наслідки впливу виробничих процесів на довкілля. Одночасно поширюються способи стимулювання його руху у бік енергозбереження та скорочення вуглецевого сліду.

Компанії, які вирішили перейти на стійку енергетику, з більшою ймовірністю завоюють довіру споживачів завдяки своїй прихильності до екологічного майбутнього. Корпоративні гіганти, які прагнуть успіху, розробляють і приступають до реалізації конкретних планів у сфері сталого розвитку. Наприклад, компанія Google не лише пообіцяла досягти стану, «вільного від вуглецю», до 2030 р., а й виклала, як це передбачається зробити. У 2019 р. частка ВДЕ у загальному виробництві електричної потужності в країнах Центральної та Східної Європи (ЦСЕ) коливалася від приблизно 62 % (у Латвії) до 48,5 % (у Румунії) та 39,4 % (у Болгарії). Країни ЦСЕ відрізняються спеціалізацією у структурі виробництва електроенергії, що генерується з ВДЕ. У Латвії, Словенії, Словаччині, Румунії та Болгарії переважає гідроенергетика – від 87 % до 56 %. Вітряна енергетика домінує у Литві та Польщі (64 % та 63 % відповідно). В Угорщині та Чехії відзначається досить висока частка сонячної генерації (59 % та 48 % відповідно). Найбільш високим потенціалом для розвитку «зеленої» енергетики характеризується Румунія (11,2 тис. МВт), Польща та Болгарія (приблизно 4,5 тис. МВт). Обставини, що

склалися, змушують європейські країни відновлювати і розширювати вугільну генерацію, викиди якої сильно забруднюють довкілля, що в цілому гальмує перехід ЄС до «зеленої» енергетики.

Незважаючи на те, що в безпосередній близькості від Європейського континенту (у Східному Середземномор'ї) були виявлені нові великі родовища природного газу, європейські лідери поступилися тиску активістів природоохоронних рухів і не стали серйозно розглядати можливість їхньої розробки. Через закриття атомних електростанцій у багатьох європейських країнах після аварії на АЕС «Фукусіма» (наприклад, у ФРН – майже повністю) частка в енергобалансі ЄС цього надійного та стабільного джерела чистої енергії різко скоротилася. Енергетична криза 2021 р. стала шоком для багатьох країн, які забули, що енергетична безпека стосується всіх найважливіших сфер суспільного життя (економіки, національної безпеки, охорони навколишнього середовища та охорони здоров'я). Стабільні ціни та постачання енергоресурсів відіграють ключову роль у глобальній економічній конкурентоспроможності. Від динаміки цін на енергоресурси та їх наявності чи дефіциту суттєво залежить зростання національних економік. Нестабільність основних джерел створює проблеми у процесі накопичення енергії. Тому енергетичні системи, які використовують енергію вітру та сонця, мають бути більш гнучкими. Тим більше, що на їхню частку припадає вже більше 20 % від загальної електричної генерації в ЄС. У 2019 р. світове виробництво сонячних панелей оцінювалося приблизно у сумі 57,8 млрд євро, з яких лише 12,8 % припадає на країни ЄС. Більшість із 10 найбільших виробників фотоелементів та модулів розташовується в Азії. Серед численних криз, які на нас насуваються, фахівці називають кризу існуючої моделі ліберальної економічної системи, яка вичерпала свій ресурс, інтелектуальну кризу, цивілізаційну кризу та ін. Сюди слід віднести стрімке зростання забруднення довкілля та знищення біорізноманіття тощо. Аналіз усіх цих процесів і явищ дозволяє зробити висновок, що втіленням поточних і майбутніх трансформацій у глобальній енергетиці якраз і є *енергоперехід*, що передбачає, з метою сталого розвитку та запобігання негативним змінам клімату нашої планети, перехід суспільства до екологічно «чистої» енергетики (і економіки в цілому) [13; 17, с.12-19 тощо]. У першому випадку – це сонячна енергетика, масштабне використання енергії вітру та перші успіхи в галузі створення накопичувачів енергії. У другому — це розвиток електричних транспортних засобів та зростання енергоефективності. У період до 2040-2050 рр. до найважливіших технологій, які забезпечать енергетичний перехід, увійдуть, крім технологій накопичення та зберігання енергії, технології водневої енергетики, впровадження цифрових та інтелектуальних систем в електроенергетиці, технології уловлювання, утилізації та зберігання вуглецю та ін. Найпотужніші у світі системи накопичення та зберігання енергії на основі *літій-іонних акумуляторів* створюються у Каліфорнії, США. Це об'єкт Gateway Energy Storage, що має потужність 250 МВт ємністю, і об'єкт Moss Landing, який матиме досить значну ємність для зберігання та відправки в мережу енергії з максимальною потужністю протягом чотирьох годин у періоди високого попиту [38; 45]. Ще одна проблема – можливий дефіцит різних металів і матеріалів,

необхідних для розвитку відновлюваної енергетики. Згідно з доповіддю Світового банку, попит на деякі з них, такі як мідь, літій, кобальт та графіт, до 2050 року зросте на 500 %. І ринок деяких їх, наприклад, міді, вже близький до дефіциту.

Енергетичний перехід (*Енергоперехід*) – це глобальна трансформація енергосистем, що включає 4 елементи: *енергоефективність, декарбонізацію, цифровізацію, децентралізацію* [8, с.10-20; 17, с.12-19;45]. Енергетичний перехід націлений на вирішення кліматичної проблеми шляхом відмови від вугілля, нафти, природного газу, розширення використання зелених джерел енергії тощо. Аналіз прогностичних оцінок апологетів енергетичного переходу показує, що найважливішою умовою досягнення ними заявлених цілей енергопереходу є збереження енергетичної нерівності між розвиненим і світом, що розвивається. Так, у дослідженні «Energy Transition Outlook 2020» компанії DNV GL передбачається, що в 2050 р. душеве енергоспоживання в країнах Північної Америки буде втричі вищим, ніж у країнах Латинської Америки, в Європі – більш ніж удвічі вищим, ніж в Індії, Пакистані та Бангладеш; в Австралії, Республіці Корея та Японії майже вдвічі вище, ніж у країнах Південно-Східної Азії. Розрив між країнами Північної Америки та країнами Африки на південь від Сахари становитиме 6 разів (не на користь країн Африки. Країни Центральної та Східної Європи (ЦСЕ) через велику соціально-економічну диференціацію демонструють значні відмінності у масштабах та структурі забезпечення енергією. Розвиток «зеленої» енергетики у регіоні активно підтримується державними програмами. Ці дії вже дали відчутні результати. Було зазначено, що «загальним всім цих досліджень є те, що енергетичний перехід трактується як комплекс інноваційних заходів у ході індустріальної трансформації всього суспільства. Це процес, що визначає середньо- та довгострокову еволюцію енергетичних систем на базі значного розширення застосування ВДЕ та відповідного скорочення використання викопного палива, насамперед вугілля та нафти, при одночасному суттєвому зростанні ефективності використання енергоресурсів по всьому ланцюжку від виробництва до кінцевого споживання. Не торкаючись всіх аспектів та проблем енергопереходу це завдання великого спеціального дослідження, а не стислої статті – слід розібратися лише з одним питанням наскільки енергоперехід можна досягти у оголошені терміни і чи реально цього досягти. Для відповіді на це питання слід досліджувати динаміку та оцінку загальної чисельності населення планети до середини XXI століття. Найбільш обґрунтовані прогнозні оцінки такого роду зробив Департамент з економічних та соціальних питань ООН. До середини 2030 року загальна чисельність за прогнозом складе 8548 млн. осіб, а в 2050 – вже більше 9123 млн. осіб. З них 1315 млн. проживатиме в країнах із розвинутою економікою, а решта 8420 млн. осіб – у країнах з перехідною економікою, що розвивається. Передумови до енергетичного переходу сформувала *Паризька угода*, укладена у 2015 р. та відома як *Паризька кліматична угода*. Вона є угодою між лідерами понад 180 країн про скорочення викидів вуглецю до чистого нуля та обмеження зростання глобальної температури до рівня нижче 2° C (3,6 F) порівняно з доіндустріальними рівнями за рік. Важко не погодитись із проф. А. Коноплянком [13], що *зелена революція* – це новий геополітичний переділ сфер впливу у сві-

товій енергетиці. Причому це переділ світу одночасно і технологічний, по лінії «невідновлювані енергоресурси – відновлювані джерела енергії», та корпоративний: від домінування компаній сировинної ренти до корпорацій, націлених на отримання технологічної ренти від використання ВДЕ. Так, за оцінкою британського аналітичного центру Carbon Tracker, до 2040 року внаслідок енергетичного переходу країни-виробники нафти ризикують втратити 13 трлн. доларів [10; 21; 29; 38; 44 тощо].

Результати дослідження та їх обговорення. Крім питань виробництва обладнання та складності експлуатації, використання ВДЕ створює додаткові проблеми, пов'язані з утилізацією техніки, що виробила свій термін експлуатації. 20-річний термін служби фотоелементів означає, що утилізація сонячних панелей, що встановлюються з 2010 р., розпочнеться у 2030 р. При цьому, на думку фахівців, обмеження розвитку енергетики суворо технологічними умовами може призвести до соціальних та економічних потрясінь у довгостроковій перспективі. Це є викликом для економічної політики країн ЦСЄ, невід'ємною частиною якої є перехід до використання ВДЕ. Ще однією проблемою, яка змушує держави виявляти стриманість щодо розвитку енергетики на основі ВДЕ, є захист інтересів підприємств енергетичного машинобудування, що виробляють обладнання для традиційних теплоелектростанцій. ВДЕ можна використовувати не лише для виробництва енергії, але й як безпосередньо енергоносії для транспортних засобів.

Головною складовою сучасної енергетики, як відомо, є ядерна енергетика. Важко уявити енергетику та її майбутнє без термоядерної енергії. Тут виникає безліч питань, наприклад, таке питання, які держави планують ці установки, які складності при цьому виникають і т. ін. Ядерна енергетика має величезний потенціал, порівняно з іншими видами енергії. Вона ґрунтується на атомних електростанціях, які представляють ядерну установку для виробництва енергії в заданих режимах і розташовану у межах певної території, де для здійснення цієї мети використовуються ядерний реактор і комплекс необхідних систем.

Висновки. Сама постановка питання про необхідність переходу до інноваційної, екологічно чистої (стійкої) енергетики цілком закономірна. Більше того, такий перехід до принципово іншої енергетики – енергетики майбутнього – обумовлений необхідністю реагування на низку некліматичних викликів та факторів. Проте оцінювати терміни реалізації енергопереходу слід реалістично. За всіх досягнень і успіхів у галузі нових технологій, зростання енергоефективності та зниження енергоємності економіки, повна реалізація концепції енергетичного переходу до середини поточного століття є малоімовірною, оскільки більшість населення планети відноситься до так званого «світу, що розвивається», який вимагає величезного економічного розвитку і сталого зростання споживання енергії (зокрема електроенергії). Досягнення такої масштабної мети, як забезпечення енергетичного переходу – стабілізації глобальних викидів парникових газів, задоволення майбутнього попиту на енергію та розширення доступу до надійної чистої електроенергії, вимагатиме не лише великих додаткових інвестицій у світову енергетику. Необхідні значні соціально-економічні перетворення на масштабах всього

суспільства, оскільки досягнення цієї мети у межах лише енергетики представляється нереальним. Багато технологій «зеленої» енергетики знаходяться на стадії досвідчених зразків, досі не створено потужних та недорогих накопичувачів енергії. Дослідження в цій галузі ведуться, але рішення поки не знайдено. Перехід до «зеленої» енергетики активно лобіюється Євросоюзом та США. Водночас нині 85 % світового енергобалансу та 75 % у країнах ЄС припадає на вуглеводні. А для одного мільярда людей на землі основним джерелом тепла та паливом для приготування їжі залишаються дрова. Тенденцією розвитку енергетики поки що є прискорене зростання електроенергетики на основі використання викопного палива.

Світовий досвід показує, що «сонячні зайчики» та вітряки не можуть бути і не будуть основою великої енергетики, що переможної «зеленої революції» в енергетиці не буде. Єдиним шляхом вирішення проблеми отримання електроенергії є перехід людства на джерела відновлюваної енергетики з паралельним застосуванням технологій, що сприяють збереженню електроенергії. Перевагою такого переходу буде збереження клімату планети. У найбільш розвинених країнах світу поєднують різні види енергії, поступово відмовляючись від вуглеводнів та атомної енергетики через їхні очевидні недоліки. *Зазначена тенденція*, можливо, колись і зміниться, але розраховувати на те, що «зелена енергетична хвиля» найближчими роками витіснить усіх виробників нафти та газу, не доводиться. Як виявилось, жити без нафти та газу людство поки що не може. Головним плюсом всіх інших джерел енергії є їх екологічність. Інакше кажучи, під час роботи таких станцій немає ніяких шкідливих викидів в навколишню атмосферу. Навіть аварія на вітряній, сонячній чи будь-якій іншій альтернативній електростанції призведе лише до матеріальних втрат її власників, але не стане причиною глобального екологічного лиха, як це може статися, наприклад, з АЕС. Слід зазначити, що встановлення більшості типів станцій не шкодить навколишньому ландшафту. Якщо говорити про вітрові ЕС, то вони займають мінімальні площі. Ще один незаперечний плюс альтернативних джерел енергії – їх невичерпність, тобто встановлення будь-якої станції буде гарантовано забезпечувати необхідною кількістю електроенергії протягом необмеженого часу. Однак, з'ясувалося, що термін служби вітряка – двадцять – тридцять років, а далі його треба кудись подіти. Переробляти – дуже дорого! Сказали, що закопуватимуть. І вже закопують ці 15-метрові лопати у землю – це буде катастрофа для землі. Удар по екології, і це визнають самі європейці, від цих вітрогенераторів буде жахливим.

Таким чином, на сучасному етапі існує, по-перше, *енергетичний* виклик – не за горами виснаження ресурсів традиційних джерел енергії у надрах землі. У той самий час споживання енергії, особливо у індустріально розвинених країн, продовжує зростати. у такій ситуації залишається сподіватися лише на праці вчених, на те, що вченими, з одного боку, будуть відкриті нові поки що невідомі джерела енергії, з іншого боку, розроблено нові енергозберігаючі технології. Другий виклик – *екологічний*. Людство хоч і усвідомило необхідність охорони навколишнього середовища та використання екологічно безпечних технологій, але розробка

природоохоронних заходів та нешкідливих технологій поки що істотно відстає від потреб екосистеми.

У сенсі вище сказаного, обговорення питань альтернативних джерел енергії, підготовка до наукових проектів, науково-дослідних робіт становить великий інтерес, що є досить перспективним напрямом подальших досліджень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Бекулова С.Р. Возобновляемые источники энергии в условиях новой промышленной революции: мировой и отечественный опыт. Мир новой экономики. 2019. № 13(4). С.14-21.*
2. *Белов А. Чем вызван энергетический кризис в ЕС и чего ждать США // Regnum. Foreign Policy. 2021.*
3. *Александров И. Почему Россия ослабляет поддержку «зеленой» энергетики // Eura-sionet. 2021.*
4. *Бобылев С.Н., Захаров В.М. «Зеленая» экономика и модернизация. Эколого-экономические основы устойчивого развития. На пути к устойчивому развитию России. 2012. № 60. С.4-83.*
5. *Виноградов И., Волобуев А. Китай поставил рекорд по вводу ветровых электростанций // Ведомости. 2021.*
6. *Глазьев С. Рывок в будущее: Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах. М.: Книжный мир. 2018. С. 765.*
7. *Дан прогноз по мировому рынку газа через 20 лет // ПРАЙМ. Агентство экономической информации. 2021.*
8. *Дегтярёв К.С., Залиханов А.М., Соловьёв А.А., Соловьёв Д.А. К вопросу об экономике возобновляемых источников энергии. Энергия: экономика, техника, экология. 2016. № 10 С.10-20.*
9. *Дятел Т. Европейская энергетика озеленилась. Коммерсантъ. 2021. № 12.*
10. *Ивановский Б.Г. Проблемы и перспективы перехода к «зелёной» энергетике: опыт разных стран мира. Экономические и социальные проблемы России. 2022. № 1. С.58-78.*
11. *Капица П.Л. Доклад «Энергия и физика» на научной сессии, посвященной 250-летию Академии наук СССР. М.:1975. Вестник АН СССР. 1976. № 1. С.34-43.*
12. *Катков М. Нефть останется главным видом топлива до 2045 года // Ведомости. 2021.*
13. *Конопляник А. Борьба за климат и за новый передел мира. URL: [https:// www.vedomosti.ru/opinion/articles/2021/01/31/856109](https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2021/01/31/856109).*

14. Кошарская Л.В., Бреднёва В.П. О проблемах и инвестиционных технологиях преодоления кризисной ситуации в отечественном судоремонте. *Міжнар. наук.-практ. конф. «Антикризове управління розвитком морської галузі України»*. 2019. Батумі. С.16-17.
15. Мастепанов А.М. *Мировая энергетика: ещё раз о новых вызовах. Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом*. 2014. № 11. С.4-6.
16. Мастепанов А.М. *Энергетический переход: к чему готовится мировому нефтегазу. Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. Научно-экономический журнал*. 2019. № 10(178). С.5-14.
17. Мастепанов А.М. *Энергетический переход как генеральное направление развития энергетики будущего. Экологический вестник России*. 2020. № 2. С.10-15.
18. Мастепанов А.М. *Большие циклы и «черные лебеди». Energy policy*. 2020. № 6. Р.4-19.
19. Мастепанов А.М. *Основные движущие силы энергетического перехода и проблемы его достижения*. 2021. № 8(2). С.256-276.
20. Порфирьев Б.Н. *Альтернативная энергетика как фактор снижения рисков и модернизации экономики. Проблемы теории и практики управления*. 2013. № 5. С.8-22.
21. *Программа поддержки ВИЭ-генерации должна быть сохранена в объеме 400 млрд. руб. // Finanz.ru*. 2021.
22. Сафиуллина А. *Зеленая энергия в России вскоре может стать дешевле традиционной // Ведомости*. 2020.
23. Соловьева О. *Зеленый водород угрожает российскому нефтегазу // Независимая газета*. 2021.
24. Сидорович В. *Мировая энергетическая революция: как возобновляемые источники энергии изменят наш мир*. М.: Альпина Паблишер. 2015. С.208.
25. Тихонов С. *Куда ветер дует? Сможет ли «зеленая» энергетика победить нефть и газ // Российская газета*. 2021. № 26(8377).
26. Шафраник Ю.К. *Многополярный энергетический мир современности: состояние и тенденции. Энергетическая политика*. 2016. № 6. С.3-8.
27. Шваб К. *Технологии Четвертой промышленной революции. Пер. с англ. М.: Эксмо*. 2018. С.320.
28. *Энергетика и геополитика/под ред. В.В. Костюка и А.А. Макарова*. Москва: Наука. 2011. С.397.
29. *24/7 by 2030: Realizing a carbon-free future // Google. Sustainability*. 2020.
30. *A review of large-scale wind integration studies / Dowds J., Hines P., William R., Buchanan T., Kirby E., Apt J., Jaramillo P. // Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015. № 49. P. 768-794.

31. *Brouters K., Geisser K., Rothlauf F. Explaining the internationalization of business firms. Springer Link // Journal of International Business Studies. 2016. Vol. 47. P. 513-534.*
32. *Cohen A. Europe's Self-Inflicted Energy Crisis // Forbs. 2021.*
33. *Duch-Brown N., Rossetti F. Digital platforms across the European regional energy markets // Energy Policy. 2020. Vol. 144.*
34. *Eckhous B., Mathis W., Mutaugh D. Ten renewable energy trends to watch in 2021 // World Oil. 2021.*
35. *European Statistical. Recovery Dashboard // Eurostat. 2020.*
36. *Folk E. Renewable energy trends to expect in 2021 // Renewable Energy Magazine. 2021.*
37. *Forbes назвал главную причину энергетического кризиса в Европе // ПРАЙМ. Агентство экономической информации. 2021.*
38. *FP: Европу настиг «энергетический кризис» - теперь он угрожает и США // ИНОТУ. 2021.*
39. *Guide to the federal investment tax credit for commercial solar photovoltaics // US Department of Energy. 2021.*
40. *Huber M., Dimkova D., Yamasher T. Integration of wind and solar power in Europe: Assessment of flexibility requirements // Energy. 2014. Vol. 69. P. 236-246.*
41. *Orlando C. What's the difference between regular and green energy? // CHARIOT energy. 2019.*
42. *Pakulska T. Green energy in Central and Eastern European (CEE) countries: new challenges on the path to sustainable development // Energies. - 2021. № 14(4).*
43. *Pichai G. A basic difference between traditional and green energy sources // About Smart Cities. Cities, Events, Journal. 2018.*
44. *Renewable energy statistics 2020 / International Renewable Energy Agency. 2020. P.391.*
45. *Shaffer B. Is Europe's energy crisis a preview of America's? // Foreign policy. 2021.*
46. *The 5 different kinds of renewable energy sources // CHARIOT Energy. 2020.*
47. *Turk D., Kamiya G. The impact of the Covid-19 crisis on clean energy progress // International Energy Agency (IEA). 2020.*
48. *Why we need green hydrogen // Columbia Climate School. 2021.*
49. *Future of Energy. Global Issue. Co-curated with: Massachusetts Institute of Technology. 2020.*
50. *Energy efficiency 2018. Analysis and outlooks to 2040. OECD/IEA. 2018. P. 174.*

51. *A global and regional forecast to 2050. Energy Transition Outlook. 2020. P. 306.*
52. *Organization of the Petroleum Exporting Countries. World Oil Outlook. 2020. P. 309-332.*
53. *Hook L., Sanderson H. How the race for renewable energy is reshaping global politics. Financial Times. 2021.*

REFERENCES

1. *Bekulova C.R. Renewable energy sources in the context of the new industrial revolution: world and domestic experience. The world of the new economy. 2019. № 13(4). C.14-21 (in Russian).*
2. *Belov A. What caused the energy crisis in the EU and what can the US expect? // Regnum. Foreign Policy. 2021 (in Russian).*
3. *Aleksandrov I. Why is Russia easing its support for «green» energy? // Eurasionet. 2021 (in Russian).*
4. *Bobylev S.N., Zakharov V.M. «Green» economy and modernisation. Ecological and economic foundations of sustainable development. Na puti k ustoichivomu razvitiyu Rossii. 2012. № 60. P.4-83 (in Russian).*
5. *Vinogradov I., Volobuev A. China set a record for the commissioning of wind power plants // Vedomosti. 2021 (in Russian).*
6. *Glazyev S. A charge to the future: Russia in new technological and world economy. Moscow: Book World. 2018. P.765 (in Russian).*
7. *The forecast for the world gas market in 20 years is given // PRIME. Economic Information Agency. 2021 (in Russian).*
8. *Degtyarev K.S., Zalikhanov A.M., Solovyov A.A., Solovyov D.A. On the question of the economics of renewable energy sources. Energy: economics, technology, ecology. 2016. № 10. P.10-20 (in Russian).*
9. *Dyatel T. The European energy sector is greening. Kommersant. 2021. № 12 (in Russian).*
10. *Ivanovsky B.G. Problems and prospects of the transition to «green» energy: the experience of different countries of the world. Economic and social problems of Russia. 2022. № 1. C.58-78 (in Russian).*
11. *Kapitsa P.L. The report «Energy and Physics» at a scientific session dedicated to the 250th anniversary of the USSR Academy of Sciences. Vestnik AN SSSR. M.: 1976. № 1. P.34-43 (in Russian).*
12. *Katkov M. Oil will remain the main type of fuel until 2045 // Vedomosti. 2021 (in Russian).*
13. *Konoplyanik A. Struggle for the climate and for a new redivision of the world. URL:<https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2021/01/31/856109> 2021 (in Russian).*

14. Kosharskaya L.V., Brednyova V.P. *On the problems and investment technologies for overcoming the crisis in the domestic ship repair. International scientific-practical. conf. «Anti-crisis management of the development of the maritime industry in Ukraine».* 2019. Бамумі. С.16-17 (in Russian).
15. Mastepanov A.M. *World energy: once again about new challenges. Problems of Economics and Management of the Oil and Gas Complex.* 2014. № 11. P.4-6 (in Russian).
16. Mastepanov A.M. *Energy transition: what to prepare for the global oil and gas. Problems of Economics and Management of the Oil and Gas Complex.* 2019. № 10(178). P.5-14 (in Russian).
17. Mastepanov A.M. *Energy transition as a general direction for the development of energy of the future. Ecological Bulletin of Russia.* 2020. № 2. P.10-15 (in Russian).
18. Mastepanov A.M. *Big cycles and «black swans». Energy policy.* 2020. № 6. P.4-19 (in Russian).
19. Mastepanov A.M. *Основные движущие силы энергетического перехода и проблемы его достижения.* 2021. № 8(2). С.256-276 (in Russian).
20. Porfiriev B. N. *Alternative energy as a factor in risk reduction and economic modernisation. Problemy teorii i praktiki upravleniya.* 2013. № 5. P.8-22 (in Russian).
21. *The RNW generation support program should be maintained in the amount of 400 billion rubles // Finanz.ru.* 2021 (in Russian).
22. Safiullina A. *Green energy in Russia may soon become cheaper than traditional energy // Vedomosti.* 2020 (in Russian).
23. Solovieva O. *Green hydrogen threatens Russian oil and gas // Nezavisimaya Gazeta.* 2021 (in Russian).
24. Sidorovich V. *The world energy revolution: how renewable energy sources will change our world. Moscow: Alpina Publisher.* 2015. P. 208 (in Russian).
25. Tikhonov S. *Where does the wind blow? Will «green» energy be able to defeat oil and gas // Rossiyskaya Gazeta.* 2021. № 26(8377) (in Russian).
26. Shafranik Yu. K. *The multipolar energy world of our time: the state and trends. Energy policy.* 2016. № 6. P.3-8 (in Russian).
27. Schwab K. *Technologies of the fourth industrial revolution. Transl. from Eng. Moscow: Eksmo,* 2018. P.320 (in Russian).
28. *Energy and geopolitics / ed. V.V. Kostyuk and A.A. Makarov. Moscow: Science.* 2011. P.397 (in Russian).
29. *24/7 by 2030: Realizing a carbon-free future // Google. Sustainability.* 2020.
30. *A review of large-scale wind integration studies / Dowds J., Hines P., William R., Buchanan T., Kirby E., Apt J., Jaramillo P. // Renewable and Sustainable Energy Reviews.* 2015. № 49. P. 768-794.

31. Brouthers K., Geisser K., Rothlauf F. *Explaining the internationalization of ibusiness firms*. Springer Link // *Journal of International Business Studies*. 2016. Vol. 47. P. 513-534.
32. Cohen A. *Europe's Self-Inflicted Energy Crisis* // *Forbs*. 2021.
33. Duch-Brown N., Rossetti F. *Digital platforms across the European regional energy markets* // *Energy Policy*. 2020. Vol. 144.
34. Eckhous B., Mathis W., Mutaugh D. *Ten renewable energy trends to watch in 2021* // *World Oil*. 2021.
35. *European Statistical. Recovery Dashboard* // Eurostat. 2020.
36. Folk E. *Renewable energy trends to expect in 2021* // *Renewable Energy Magazine*. 2021.
37. *Forbes назвал главную причину энергетического кризиса в Европе* // ПРАЙМ. Агентство экономической информации. 2021.
38. *FP: Европе наступил «энергетический кризис» – теперь он угрожает и США* // ИНОТУ. 2021.
39. *Guide to the federal investment tax credit for commercial solar photovoltaics* // US Department of Energy. 2021.
40. Huber M., Dimkova D., Yamasher T. *Integration of wind and solar power in Europe: Assessment of flexibility requirements* // *Energy*. 2014. Vol. 69. P. 236-246.
41. Orlando C. *What's the difference between regular and green energy?* // CHARIOT energy. 2019.
42. Pakulska T. *Green energy in Central and Eastern European (CEE) countries: new challenges on the path to sustainable development* // *Energies*. 2021. № 14(4).
43. Pichai G. *A basic difference between traditional and green energy sources* // *About Smart Cities. Cities, Events, Journal*. 2018.
44. *Renewable energy statistics 2020* / International Renewable Energy Agency. 2020. P.391.
45. Shaffer B. *Is Europe's energy crisis a preview of America's?* // *Foreign policy*. 2021.
46. *The 5 different kinds of renewable energy sources* // CHARIOT Energy. 2020.
47. Turk D., Kamiya G. *The impact of the Covid-19 crisis on clean energy progress* // *International Energy Agency (IEA)*. 2020.
48. *Why we need green hydrogen* // *Columbia Climate School*. 2021.
49. *Future of Energy. Global Issue. Co-curated with: Massachusetts Institute of Technology*. 2020.
50. *Energy efficiency 2018. Analysis and outlooks to 2040*. OECD/IEA. 2018. P. 174.

51. *A global and regional forecast to 2050. Energy Transition Outlook. 2020. P. 306.*
52. *Organization of the Petroleum Exporting Countries. World Oil Outlook. 2020. P.309-332.*
53. *Hook L., Sanderson H. How the race for renewable energy is reshaping global politics. Financial Times. 2021.*

Стаття надійшла до редакції 29.06.2022

Посилання на статтю: Кошарська Л.В., Бредньова В.П., Нікіфоров Ю.О.

Розвиток зеленої енергетики на сучасному етапі як політика світового енергетичного переділу // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць, 2022. № 1(67). С. 168-188. DOI 10.47049/ 2226-1893-2022-1-168-188.

Article received 29.06.2022

Reference a JournalArtic: Kosharska L.V., Brednyova V.P., Nikiforov Yu.O.

The role of digital technologies in the modern higher education system // Herald of the Odessa national maritime university. 2022. № 1(67). 168-188. DOI 10.47049/ 2226-1893-2022 -1-168-188.