

С. В. Войтко,  
д. е. н., професор, професор кафедри міжнародної економіки,  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені  
Ігоря Сікорського"  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2488-3210>  
І. П. Гайдучкий,  
д. е. н., доцент кафедри міжнародної економіки, Національний технічний університет  
України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4689-1665>

DOI: 10.32702/2306-6814.2023.6.7

# ЕНЕРГЕТИЧНІ КРИЗИ: ПРИЧИНИ ТА РЕАКЦІЇ СУСПІЛЬНИХ ІНСТИТУЦІЙ

S. Voitko,  
Doctor of Economic Sciences, Professor, Head of the Department of International Economics,  
National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky KPI  
I. Gaidutskiy,  
Doctor of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of International Economics,  
National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky KPI

## ENERGY CRISES: CAUSES AND REACTIONS OF SOCIAL INSTITUTIONS

**Розглянуто кризові явища в енергетиці. Виявлено підвищення інтересу до "зеленої" енергетики під час криз. Знайдено аналогічні підходи до вирішення проблем у енергетиці під час енергетичної кризи сьогодні та 50 років тому. Зосереджено увагу на необхідності використовувати в енергетиці стратегічний підхід, засади Індустрії 4.0, положення сталого розвитку, планування стратегічних змін, декарбонізацію, трансформацію енергетичної сфери з огляду впливу на ноосферу. Наголошено на необхідність врахування результатів прогнозування і передбачення розвитку енергетики для України на середньостроковому (до 2025 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах. Відзначено політичне визнання ядерної енергії "зеленою" енергетикою за для послаблення негативних явищ від енергетичної кризи. Наголошено на необхідність врахування положень Паризької кліматичної угоди. Зазначено, що використання відновлюваних джерел енергії позитивно впливає на економічне зростання країн.**

**The article examines crisis phenomena in energy and describes the principles of their mitigation. An increase in interest in "green" energy during crises has been revealed. The significance of the Global Sustainable Development Goals is highlighted, in particular Goal 7 "Renewable energy" and Goal 13 "Combating climate change". We have found similar approaches to solving energy problems during the energy crisis today and 50 years ago. This decision was made at the political level. Precisely in 2023, according to the decision of the European Parliament, nuclear energy became the kind that corresponds to the principles of sustainable development, the "green" economy. Attention is focused on the need to use a strategic approach in the energy sector, planning strategic changes, decarbonization, and transformation of the energy sector. All this must be coordinated and take into account the impact on the noosphere. The article also states that it is important to use the principles of Industry 4.0, the provisions of sustainable development of society in terms of the quality and safety**

*of human life. A high level of activity in the development of energy technologies has been revealed: of the 10 most important technologies for humanity every year, 1-2 technologies relate to the energy sector (according to the Massachusetts Institute of Technology). It is emphasized the need to take into account the results of forecasting and prediction of the development of energy for Ukraine in the medium-term (until 2025) and long-term (until 2030) time horizons. It was noted that the recognition of nuclear energy as "green" is a political decision aimed at alleviating the negative effects of the energy crisis in Europe. It was also emphasized the need to take into account the provisions of the Paris Climate Agreement and their implementation in practice. Scientific novelty is defined as the identification of the relationship between the activation of the development of "green" energy during energy crises and the use of political solutions to reduce the impact of these crises on the economies of countries. It is noted that the use of renewable energy sources has a positive effect on the economic growth of countries. The results of scientific research can ensure the sustainability of energy supply to consumers in industrial and commercial activities.*

*Ключові слова: енергетична криза, "зелена" енергетика, технологія, сталий розвиток, декарбонізація.*

*Key words: energy crisis, "green" energy, technology, sustainable development, decarbonization.*

## ВСТУП

Світова економіка, більшою мірою економіка Європи, потерпає від наслідків російсько-української війни, яка розпочалася ще 2014 року. Особливо чутливим сектором економіки виявилася енергетика. Основними причинами вразливості енергетичного сектору стали енергозалежність і політичні рішення керівництва багатьох країн, які виявилися хибними. Поглиблення кризи енергетики на Європейському континенті відбулося на періоді карантинних обмежень COVID-19 і при вже повномасштабній фазі російсько-української війни. На початок 2023 року можна стверджувати, що енергетична криза 20-х років XXI століття поступово переходить від обмежень у споживанні енергії до збалансованості у постачанні. Тобто, певним чином пройдено кризовий стан. Системне аналізування ретроспективи плину цієї новітньої енергетичної кризи надасть можливість теоретикам і практикам зробити відповідні висновки стосовно передумов і наслідків кризового явища. Проте є актуальним здійснити аналіз подібних енергетичних криз на більш тривалі періоди з врахуванням новітніх тенденцій розвитку "зеленої" енергетики.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Перехід до "зеленої" енергетики наразі є пріоритетом у межах реалізації концептуальних засад сталого розвитку та циркулярної економіки, які є трендами. Новітні технології "зеленої" енергетики покликані вирішити Глобальні цілі сталого розвитку, зокрема Ціль 7 "Відновлювана енергія" і Ціль 13 "Боротьба зі зміною клімату" [1]. У роботі [2] розглядається новий порядок

денний ООН у сфері сталого розвитку, зокрема у частині відновлюваної енергетики, використовуючи засади Сьомої Цілі для досягнення енергетичної справедливості. У цій роботі зосереджується увага на довгостроковому, до 2030 року, забезпечення сталої енергетики за рахунок використання відновлюваних джерел енергії. При цьому виокремлюється проблематика соціальної та екологічної складових через призму енергетичної справедливості.

Ще з практичної точки зору слід відзначити роботу [3], де основна увага приділена впливу відновлюваних джерел енергії на економічне зростання, зокрема дослідження демонструє причинно-наслідковий зв'язок між обсягами виробництва енергії з відновлюваних джерел та економічним зростанням. Загальні результати по Азії вказують на те, що споживання відновлюваних джерел енергії має значний внесок в економічне процвітання цих економік.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ, В ЯКИХ ЗАПОЧАТКОВАНО РОЗВ'ЯЗАННЯ ДАНОЇ ПРОБЛЕМИ І НА ЯКІ СПИРАЮТЬСЯ АВТОРИ, ВИДІЛЕННЯ НЕ ВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ ОЗНАЧЕНА СТАТТЯ

Варто розпочати заявлену авторами статті проблематику з роботи ще 1973 року оприлюднення, яку опублікував Джон Фішер (англ. John C. Fisher) "Енергетичні кризи в перспективі" [4], у якій зазначалося про тодішню енергетичну кризу та роздуми про те, що енергетичних корисних копалин у США вистачить на багато століть, зокрема ядерне паливо буде здешевлюватися і



**Рис. 1. Динаміка виробництва електроенергії з відновлюваних джерел (за винятком гідроенергетики) відносно загального обсягу загалом у світі з 1971 по 2015 рр. За даними**

Джерело: [15].

є у достатньому обсягу на тисячоліття. Автор цієї роботи у кризовий період для енергетики зосередив увагу на класичну енергетику того часу. Так, це є доцільним для виведення економічної системи чи її частин з кризового стану, проте довгострокової перспективи цей автор не зазначив. Саме стратегічний підхід, планування стратегічних змін може, на основі аналізу даних енергетичної сфери на тривалому відтинку часу, сформувавши механізм трансформації енергетичної сфери та дотичних до неї сфер діяльності з більш обґрунтованими наслідками для ноосфери (середовища впливу Людини та проживання людства). Корисним у цій роботі та таким, що вже частково використовується як науковцями, так і на практиці, є фінансова політика, яка стимулює зростання екологічно чистого виробництва енергії та, відповідно, її споживання.

У розвиток вищезазначеного варто звернути увагу на працю [5], у якій автор зосереджує увагу на енергетичні кризи 1970-х і 2000-х років у Європі. На рівні політичних рішень Європейського Союзу розгортається дискусія стосовно незахищеності ЄС у частині енергетичної залежності та відносин з постачальниками енергії. Саме тут виокремимо важливість вирішення енергетичної залежності, яка привела до криз 1970-х, 2000-х і початку 2020 років, що у результаті було одним з чинників початку найбільшої війни у світі за останні понад 75 років, невраховуючи, звичайно, Холодної війни. Також виділимо основні моменти у статті, такі як "концепція сек'юритизації" та "екзистенційна загроза".

І на завершення огляду проблематики відзначимо наукові напрацювання [6], які стосуються стійкості під час енергетичних криз, зокрема у частині забезпечення регіональної енергетичної стійкості. Зазначимо про те, що автори зосередили увагу на здатності успішно справлятися з перебоями, пов'язаними з функціонуванням енергетичної сфери, з метою надання суспільству доступних енергетичних послуг. А це, у свою чергу, забезпечує належний рівень якості та безпеки життя Людини і є складовою сталого розвитку суспільства. Загалом, у роботі представлені ознаки енергетичних криз, рамкові умови, що є системним підходом до аналізу кризового явища.

## ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Енергетичні кризи, як об'єктивна реальність, потребують вивчення, систематизації та класифікації з метою знаходження причин та аналізу наслідків. Результати цього наукового пошуку можуть стати основою планування стратегічних змін в енергетичній сфері на тривалі періоди часу. Так, як основним трендом в енергетиці є декарбонізація, яка практично збіглася з поширенням концепції Індустрії 4.0, то важливим у дослідженні є виявлення особливостей цього періоду розвитку енергетики. У зв'язку з вищезазначеним, основною ціллю цього дослідження є аналіз динаміки використання відновлюваних джерел за останнє півстоліття активного поширення вчення про ноосферу та сталий розвиток. Поєднання цих цілей у комплексі розглядає окреслену проблематику на технологічному, суспільному, ресурсному, політичному зрізах.

## ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБґРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Енергетичні кризи зумовили необхідність декарбонізації промислового виробництва, а "зелені" виробництва, декарбонізація, водневі технології [7] та інші технології Індустрії 4.0 [8] на початку третього десятиліття стали домінантами забезпечення високого рівня конкурентоспроможності підприємств. До цього, Шостий технологічний уклад передбачає подальше використання енергозощадливості промислового виробництва та будівництва [9] на основі високоінтелектуальних і екологічно безпечних технологій. Отже, вищезазначене визначило розвиток сфери послуг і промисловості у цьому десятилітті, а енергетична сфера, як така, що забезпечує ресурсами, формується на запитах суспільства у зрізі якості та безпеки життя Людини [10], збереження навколишнього середовища та запобігання зміні клімату Землі [11].

Массачусетський технологічний інститут (MIT) вже близько 20 років проводить аналіз технологій,

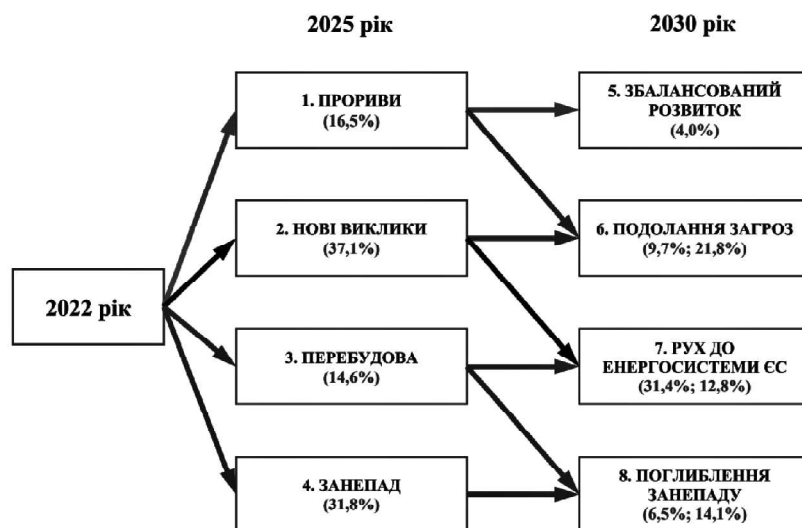


Рис. 2. Сценарії розвитку енергетичного розвитку України

Джерело: запозичено з джерела [16].

що є важливі для суспільства. За 2017—2023 рр. у звіті "10 Breakthrough Technologies MIT Technology Review" [12] наведені проривні технології, що безпосередньо стосуються сфери "зеленої" енергетики: 2017 рік — "гарячі" сонячні елементи; 2018 рік — безвуглецевий природний газ; 2019 рік — ядерна енергетика нової хвилі (New-Wave) і уловлювач вуглекислого газу; 2020 рік — спроможність кліматичних змін; 2021 рік — літій-металеві батареї та "зелений" водень; 2022 рік — довговічний мережевий акумулятор, практичні термо-ядерні реактори, фабрика видалення вуглецю (опосередковано належить до енергетичної сфери); 2023 рік — переробка акумуляторів.

Загалом, маємо 10 технологій "зеленої" енергетики за 7 років з 70, що присутні на сайті Massachusetts Institute of Technology у розділі Technology Review. Цей огляд свідчить про актуальність відновлюваної енергетики для суспільства, а також визначає напрями розвитку сфер енергетики.

Основи теорії ноосфери сформовані науковцем В. І. Вернадський [13], який об'єднав, класифікував і систематизував еволюційні процеси, що відбуваються на планеті Земля, а саме фізико-хімічні процеси, закономірності розвитку живої природи та суспільства. На основі його вчення науковцями сформовано концептуальні засади сталого розвитку, які належним чином вже розвиваються понад 50 років. Саме енергозбереження надає шанс людству залишити прийдешнім поколінням природні ресурси, у тому числі й енергетичні ресурси, для забезпечення належного рівня якості та безпеки життя Людини.

На рис. 1 наведено динаміку виробництва електроенергії з відновлюваних джерел (дані надано за винятком гідроенергетики) у співвідношенні до загального обсягу виробництва електричної енергії у світі. Ця проблематика вже досліджувалася співавторами цієї статті [14].

Аналіз цієї динаміки за обсягами виробництва електроенергії з відновлюваних джерел надав нам можливість стверджувати про те, що за останнє півстоліття упродовж лише шести років спостерігалася незначне

зменшення темпів виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії. Цими роками, чи близько до них, й були кризові періоди у енергетичній сфері. Більш розгорнуто зазначене пояснюється у попередній статті [14] авторів цієї наукової роботи.

Частина подій для цих років безпосередньо не стосуються сфери енергетики, а значною мірою вплинула на промисловість. Як зазначалося вище, це могли бути хибні політичні рішення чи прорахунки економістів. Проте, вже опосередковано промисловість впливала на коливання значень показників, що наведені на рисунку.

Стосовно прогнозування та передбачення розвитку енергетики на середньостроковому (до 2025 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах, то варто відзначити роботу [16]. За інформацією з цього джерела маємо таку структуру ринку електроенергетики України: атомні електростанції — 51 %; теплоелектростанції — 27 %; теплоелектроцентралі — 9 %; гідроелектростанції та гідроакумулюючі електростанції — 5 %; сонячні електростанції — 5 %; вітрові електростанції — 2 %; біостанції — 1 %. Отже, на 2021 рік "зелена" енергетика становила до війни близько 13 %. Зазначимо, що у 2022 році Європарламент визнав інвестиції в ядерну енергетику такими, що відповідають засадам сталого розвитку. Ці положення набули чинності з 2023 року. У такому разі можна вважати, що вже понад половини електроенергетики України опосередковано можна віднести до "зеленої". Вважаємо, що реакцією на енергетичну кризу 20-х років XXI століття стало політичне рішення й надалі розвивати використання ядерної енергії для генерації електроенергії в Європі. Наведемо один з рисунків з цієї роботи для ілюстрації можливих сценаріїв розвитку енергетики України.

Фахівці на основі розрахунків і методів експертного оцінювання сформували бачення характеристик майбутньої енергетичної сфери економіки України та побудували форсайт розвитку на часових горизонтах до 2025 і до 2030 років. Зазначене дає підстави для прийняття управлінських рішень і їхню реалізацію на середньо- та довгострокову перспективу.

І на завершення, доцільним глобальним рішенням сучасності є підтримка переважною кількістю країн положень Паризької кліматичної угоди [17]. Саме Паризька угода натеper формує порядок денний на третє десятиліття XXI століття у сфері "зеленої" енергетики.

## ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

На підставі критичного аналізу та обробки статистичних даних сфери енергетики у зрізі кризових явищ виявлено підвищення інтересу саме до "зеленої" енергетики під час криз. Зазначене відповідає Глобальним цілям сталого розвитку, зокрема Цілі 7 "Відновлювана енергія" та Цілі 13 "Боротьба зі зміною клімату". Наголосимо, що проблематика криз в енергетиці на індустріальному етапі розвитку суспільства була актуальною ще у 1973 році (Дж. Фішер "Енергетичні кризи в перспективі"). Особливого значення мало зосередження уваги цим фахівцем на ядерне паливо, яке стало у 2023 році за рішенням Європарламенту такими, що відповідає засадам сталого розвитку, а значить "зелений" економіці. Автори зосереджують увагу суспільства на необхідності використовувати стратегічний підхід, планування стратегічних змін, декарбонізацію, трансформацію енергетичної сфери з врахуванням впливу на ноосферу. Додамо, що доцільним є використання засад Індустрії 4.0, які є основою розвитку технологій другого та третього десятиліття XXI століття. Не стали осторонь й засади сталого розвитку суспільства у зрізі якості та безпеки життя Людини. За звітами Массачусетського технологічного інституту виявлено, що 10 із 70 заявлених у звітах технологій стосуються сфери "зеленої" енергетики. Це засвідчує про актуальність відновлюваної енергетики на поточному етапі розвитку для суспільства. Особливої уваги заслуговують результати прогнозування і передбачення розвитку енергетики для України на середньостроковому (до 2025 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах. На підставі даних про структуру електрогенерації в Україні та рішення Парламенту ЄС можна вважати, що ми маємо понад половини "зеленої" енергетики. Відзначимо, що визнання ядерної енергії "зеленою" є політичним рішенням з метою послабити негативні явища від енергетичної кризи в Європі. Звичайно, надважливим рішенням на глобальному рівні натеper є підтримка переважною кількістю країн положень Паризької кліматичної угоди та реалізація цих положень на практиці.

Науковою новизною статті є виявлення взаємозв'язку активації розвитку "зеленої" енергетики під час енергетичних криз з використанням політичних рішень для зменшення впливу цих криз на економіки країн.

Подальших наукових досліджень потребує аналітична обробка статистичних даних з метою відслідковування розвитку енергетичної сфери на засадах форсайту для України після перемоги над російськими агресорами.

### Література:

1. Sustainable Development Goals United Nations Development Programme. 2023. URL: <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html>

2. Villavicencio C. P. The UN's new sustainable development agenda and renewable energy: the challenge to reach SDG7 while achieving energy justice / P. Villavicencio Calzadilla, R. Mauger // *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 2018. — № 36 (2). — С. 233—254.

3. Wang G. The dynamic association between different strategies of renewable energy sources and sustainable economic growth under SDGs / G. Wang, M. Sadiq, T. Bashir, V. Jain, S. A. Ali, M. S. Shabbir // *Energy Strategy Reviews*, 2022. — 42, 100886.

4. Fisher J. C. Energy crises in perspective / John C. Fisher // *Physics Today* 26, № 12, 40. URL: <https://doi.org/10.1063/1.3128361>

5. McGowan F. Putting energy insecurity into historical context: European responses to the energy crises of the 1970s and 2000s / F. McGowan // *Geopolitics*, 2011. № 16 (3). — P. 486—511.

6. Erker S. Resilience in the light of energy crises — Part I: A framework to conceptualise regional energy resilience / S. Erker, R. Stangl, G. Stoeglehner // *Journal of Cleaner Production*, 2017. — № 164. — P. 420—433.

7. Thomas J. M. Decarbonising energy: The developing international activity in hydrogen technologies and fuel cells / J. M. Thomas, P. P. Edwards, P. J. Dobson, G. P. Owen // *Journal of Energy Chemistry*, 2020. — № 51. — P. 405—415.

8. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. URL: <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>

9. Shubenkov M. V. The sixth technological revolution in construction industry: Noospheric paths / M. V. Shubenkov, S. D. Mityagin, Z. A. Gaevskaya // *Advances in Energy and Environment Research*, 2017. — P. 129—134.

10. Pandey M. D. Life quality index for the estimation of societal willingness-to-pay for safety / M. D. Pandey, J. S. Nathwani // *Structural Safety*, 2004. — № 26 (2), P. 181—199.

11. Pinner D. Addressing climate change in a post-pandemic world / D. Pinner, M. Rogers, H. Samandari // *McKinsey Quarterly*, 2020. April. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/addressing-climate-change-in-a-post-pandemic-world>

12. Ten Breakthrough Technologies Massachusetts Institute of Technology. URL: <https://www.technologyreview.com/2023/01/09/1066394/10-breakthrough-technologies-2023/>

13. Вернадский В. И. Несколько слов о ноосфере / В. И. Вернадский // *Успехи современной биологии*, 1944. — № 18, вып. 2. — С. 113—120.

14. Войтко С. В. Динаміка розвитку відновлюваної енергетики на початку третього десятиліття XXI століття / С. В. Войтко, І. П. Гайдуцький, Н. В. Караєва // *Електр. журнал "Ефективна економіка"*, 2021. № 4. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4\\_2021/13.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2021/13.pdf)

15. Statistical Review of World Energy British Petroleum Corp. URL: <https://www.bp.com/en/global/>

corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/downloads.html

16. Форсайт: виклики енергетичній незалежності країн і регіонів на середньостроковому (до 2025 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах / М. З. Згуровський та ін. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, видавництво "Політехніка", 2021. — 188 с.

17. United Nations Framework Convention on Climate Change, "The Paris Agreement", 2015. URL: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.

## References:

1. United Nations Development Programme (2023), "Sustainable Development Goals United Nations Development Programme", available at: <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html> (Accessed 10 March 2023).

2. Villavicencio Calzadilla, P., & Mauger, R. (2018), "The UN's new sustainable development agenda and renewable energy: the challenge to reach SDG7 while achieving energy justice", Journal of Energy & Natural Resources Law, vol. 36 (2), pp. 233—254.

3. Wang, G., Sadiq, M., Bashir, T., Jain, V., Ali, S. A., & Shabbir, M. S. (2022), "The dynamic association between different strategies of renewable energy sources and sustainable economic growth under SDGs", Energy Strategy Reviews, vol. 42, 100886.

4. Fisher, J. C. (1973), "Energy crises in perspective", Physics Today, vol. 26, 12, 40, available at: <https://doi.org/10.1063/1.3128361> (Accessed 10 March 2023).

5. McGowan, F. (2011), "Putting energy insecurity into historical context: European responses to the energy crises of the 1970s and 2000s", Geopolitics, vol. 16 (3), pp. 486—511.

6. Erker, S., Stangl, R., & Stoeglehner, G. (2017), "Resilience in the light of energy crises — Part I: A framework to conceptualise regional energy resilience", Journal of Cleaner Production, vol. 164, pp. 420—433.

7. Thomas, J. M., Edwards, P. P., Dobson, P. J., & Owen, G. P. (2020), "Decarbonising energy: The developing international activity in hydrogen technologies and fuel cells", Journal of Energy Chemistry, vol. 51, pp. 405—415.

8. Schwab, K. (2015), "The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond", Foreign Affairs, available at: <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution> (Accessed 10 March 2023).

9. Shubenkov, M. V., Mityagin, S. D., & Gaevskaya, Z. A. (2017), "The sixth technological revolution in construction industry: Noospheric paths", Advances in Energy and Environment Research, pp. 129—134.

10. Pandey, M. D., & Nathwani, J. S. (2004), "Life quality index for the estimation of societal willingness-to-pay for safety", Structural Safety, vol. 26 (2), pp. 181—199.

11. Pinner, D., Rogers, M., & Samandari, H. (2020), "Addressing climate change in a post-pandemic world", McKinsey Quarterly, April, available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/addressing-climate-change-in-a-post-pandemic-world> (Accessed 10 March 2023).

12. Massachusetts Institute of Technology (2023), "Ten Breakthrough Technologies Massachusetts Institute of Technology", available at: <https://www.technologyreview.com/2023/01/09/1066394/10-breakthrough-technologies-2023/> (Accessed 10 March 2023).

13. Vernadsky, V. I. (1944), "A few words about the noosphere", Successes of modern biology, vol. 18, issue 2, pp. 113—120.

14. Voitko, S. V., Gayuduky, I. P. and Karaeva, N. V. (2021), "The dynamics of the development of renewable energy at the beginning of the third decade of the 21st century", Effective Economy, vol. 4, available at: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4\\_2021/13.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2021/13.pdf) (Accessed 10 March 2023).

15. British Petroleum Corp. (2023), "Statistical Review of World Energy British Petroleum Corp", available at: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/downloads.html> (Accessed 10 March 2023).

16. Zгуровський, М. З. et al (2021), Форсайт: виклики енергетичній незалежності країн і регіонів на середньостроковому (до 2025 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах [Foresight: challenges to the energy independence of countries and regions in the medium-term (up to 2025) and long-term (up to 2030) time horizons], КПІ ім. Ігоря Сікорського, видавництво "Політехніка", Київ, Україна.

17. United Nations Framework Convention on Climate Change (2015), "The Paris Agreement", available at: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> (Accessed 10 March 2023).

Стаття надійшла до редакції 12.03.2023 р.

[www.economy.nayka.com.ua](http://www.economy.nayka.com.ua)

Електронне фахове видання

Ефективна  
ЕКОНОМІКА

**Виходить 12 разів на рік**

**Журнал включено до переліку наукових фахових видань України з ЕКОНОМІЧНИХ НАУК (Категорія «Б»)  
Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292**

e-mail: [economy\\_2008@ukr.net](mailto:economy_2008@ukr.net)

тел.: (044) 223-26-28

(044) 458-10-73