

**РИЗИКИ ЕНЕРГЕТИЧНІЙ БЕЗПЕЦІ. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ\***©2024 **ГУБАРЄВА І. О., ХАУСТОВ М. М.**

УДК 338.2

JEL Classification: Q48

**Губарєва І. О., Хаустов М. М.****Ризики енергетичної безпеки. Візуалізація наукових досліджень**

Метою статті є визначення тенденцій та ключових напрямків дослідження ризиків енергетичної безпеки шляхом проведення структурно-трендового та бібліометричного аналізу наукових публікацій. Для проведення дослідження використано аналітичні інструменти наукометричних баз даних Scopus, Web of Science, Google Trends і VOSviewer версії 1.6.20. Проведений трендовий аналіз, з використанням інструментарію Google Trends, показав певну дивергентність трендів наукового та користувачького інтересу до питань енергетичної безпеки. З метою виявлення тенденцій у дослідженні ризиків енергетичної безпеки із використанням інструментів аналізу, що надаються базами даних Scopus та Web of Science, було проаналізовано динаміку кількості проіндексованих публікацій за досліджуваною тематикою, приналежність до країни, галузеву структуру публікацій, виокремлено внесок окремих дослідників у сфері ризиків енергетичної безпеки за кількістю цитувань. Найбільш цитовані статті з питань ризиків енергетичної безпеки, що проіндексовані у базах Scopus та Web of Science, присвячені: вирішенню проблем зміни клімату, забруднення довкілля та енергетичної нестабільності; енергетичній інфраструктурі; зв'язку досліджень у сфері енергетики із соціальними науками; географії енергетичного переходу; виробництву етанолу з біомаси; розвитку водневої енергетики; виявленню причинно-наслідкового зв'язку між викидами CO<sub>2</sub>, споживанням ядерної енергії, споживанням відновлюваної енергії та економічним зростанням. Результати дослідження дозволили визначити основні наукові кластери у сфері ризиків енергетичної безпеки. Візуалізація мережевої карти ключових слів дозволила виокремити 8 кластерів, які характеризують ключові напрями досліджень у сфері ризиків енергетичної безпеки: безпека, ризик, енергія, здоров'я людини, кліматичні зміни, відновлювана енергетика, навколишнє середовище. Результати аналізу сприяють визначенню нових напрямків досліджень у сфері ризиків енергетичної безпеки.

**Ключові слова:** енергетика, енергетична безпека, ризики, бібліометричний аналіз, трендовий аналіз.

**DOI:** <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-2-21-30>

**Рис.:** 4. **Табл.:** 3. **Бібл.:** 24.

**Губарєва Ірина Олегівна** – доктор економічних наук, професор, заступник директора Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

**E-mail:** [gubarievairyna@gmail.com](mailto:gubarievairyna@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9002-5564>

**Researcher ID:** <https://www.webofscience.com/wos/author/record/X-8156-2018>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190439486>

**Хаустов Микита Миколайович** – доктор філософії, молодший науковий співробітник сектора енергетичної безпеки та енергозбереження відділу промислової політики та енергетичної безпеки, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

**E-mail:** [khaustov.mkt@gmail.com](mailto:khaustov.mkt@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9889-5989>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57964177800>

UDC 338.2

JEL Classification: Q48

**Hubarieva I. O., Khaustov M. M. Risks to Energy Security. Visualization of Scientific Research**

The aim of the article is to identify trends and key areas of research on energy security risks by conducting a structural-trend and bibliometric analysis of scientific publications. Analytical tools of scientometric databases Scopus, Web of Science, Google Trends and VOSviewer version 1.6.20 were used to conduct the study. The conducted trend analysis, using the Google Trends tools, showed a certain divergence of trends in scientific and user interest in energy security issues. In order to identify trends in the study of energy security risks using the analysis tools provided by the Scopus and Web of Science databases, the dynamics of the number of indexed publications on the subject under study, country affiliation, sectoral structure of publications were analyzed, the contribution of individual researchers in the field of energy security risks by the number of citations was allocated. The most cited articles on energy security risks, indexed in the Scopus and Web of Science databases, are devoted to: solving the problems of climate change, environmental pollution and energy instability; energy infrastructure; linking energy research with the social sciences; geography of energy transition; production of ethanol from biomass; development of hydrogen energy; identifying the causal relationship

\* Статтю підготовлено за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України в рамках реалізації проекту «Створення виробництва синтетичного рідкого палива з вугілля в Україні у воєнний та повоєнний періоди» (реєстраційний номер 2022.01/0061), що виконується за конкурсом «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

between CO<sub>2</sub> emissions, nuclear energy consumption, renewable energy consumption and economic growth. The results of the study made it possible to identify the main scientific clusters in the field of energy security risks. Visualization of the network map of keywords made it possible to identify 8 clusters that characterize the key areas of research in the field of energy security risks: security, risk, energy, human health, climate change, renewable energy, environment. The results of the analysis contribute to the identification of new areas of research in the field of energy security risks.

**Keywords:** energy, energy security, risks, bibliometric analysis, trend analysis.

**Fig.:** 4. **Tabl.:** 3. **Bibl.:** 24.

**Hubarieva Iryna O.** – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Deputy Director of the Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

**E-mail:** gubarievairyana@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9002-5564>

**Researcher ID:** <https://www.webofscience.com/wos/author/record/X-8156-2018>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190439486>

**Khaustov Mykyta M.** – PhD, Junior Researcher of the Sector of Energy Security and Energy Efficiency of Department of Industrial Policy and Energy Security, Research Centre for Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

**E-mail:** khaustov.mkt@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9889-5989>

**Scopus Author ID:** <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57964177800>

**Вступ.** З початком повномасштабного вторгнення росії в Україну зросли ризики енергетичної безпеки не тільки в Україні, але й в усьому світі. Російська агресія проти України вплинула на процес змін у розумінні країнами світу, а особливо країнами ЄС, ризиків і загроз у сфері енергетики.

Відповідно до Стратегії енергетичної безпеки України до 2025 року енергетична безпека – це захищеність національних інтересів у сфері забезпечення доступу до надійних, стійких, доступних і сучасних джерел енергії технічно надійним, безпечним, економічно ефективним та екологічно прийнятним способом в нормальних умовах і в умовах особливого або надзвичайного стану, а ризики у сфері енергетичної безпеки – це можливість переростання викликів енергетичній безпеці у загрози, реалізації загроз енергетичній безпеці або настання інших обставин, що здатні спричинити негативний вплив на стан енергетичної безпеки [1].

Питання розвитку енергетики, забезпечення енергетичної безпеки, ризиків у сфері енергетичної безпеки є дуже актуальними напрямками досліджень серед науковців світу. Вивченню зазначеної проблематики присвячено низку праць як зарубіжних, так і українських науковців [2–15]. Багато досліджень аналізованій тематиці присвячено вченими Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку НАН України [14; 16–20], Національного інституту стратегічних досліджень [21; 22].

У наукометричній базі Scopus проіндексовано публікації, назви, анотації та ключові слова яких містять терміни «energy» – 6077599, «risk» – 5707540, а «energy security» – 15773 документи (за даними на травень 2024 р.). Ця проблематика також популярна серед користувачів мережі Інтернет, що підтверджує трендовий аналіз, який було проведено з використанням інструментарію Google Trends. На рис. 1 наведено динаміку зміни частоти пошуку користувачів мережі Інтернет в розрізі дефініцій «energy», «risk», «energy security» в країнах світу та Україні згідно з Google Trends за період 2019–2024 рр.

Як видно з рис. 1, інтерес користувачів мережі Інтернет до визначеної проблематики знаходиться на високому рівні і актуалізується у зв'язку з коливаннями на енергетичному ринку, а особливо під час енергетичних криз. Так, пікове значення пошукової активності в Україні за запитом «energy» припадає на січень 2023 р., що було пов'язано з систематичними обстрілами енергетичної інфраструктури України з боку росії, що призвело до відсутності електропостачання впродовж певних періодів, подачею енергії згідно з графіками, пошуком альтернативних джерел енергії.

Серед аналізованих термінів найвища пошукова активність користувачів мережі Інтернет в країнах світу та Україні спостерігається за запитом «energy». В регіональному розрізі лідером запитів серед країн світу за термінами «energy» є Німеччина, «risk» – Туреччина, а «energy security» – Австралія. Найпопулярнішими темами запитів за напрямом «energy» є: енергетика, сонячна енергія, ціна; за напрямом «risk»: ризик, ризик-менеджмент, високий ризик; за напрямом «energy security»: енергетична безпека, продовольча безпека, нульові викиди. Інтерес користувачів мережі Інтернет за напрямом «energy security» залишається низьким порівняно з досліджуваними дефініціями, як у країнах світу, так і в Україні.

За результатами аналізу динаміки публікацій, проіндексованих наукометричними базами Scopus та Web of Science, спостерігається зростання наукового інтересу до проблеми забезпечення енергетичної безпеки починаючи з 2004 року і по сьогодні. Так, у 2004 р. було проіндексовано 116 публікацій у базі Scopus та 29 публікацій у Web of Science, а у 2023 р. їх кількість зросла до 1659 та 325 публікацій відповідно. Таким чином, можна зазначити певну дивергентність трендів наукового та користувацького інтересу до питань енергетичної безпеки країни.

**Метою** статті є візуалізація, визначення тенденцій та ключових напрямків досліджень ризиків енергетичної безпеки шляхом проведення структурно-трендового та бібліометричного аналізу наукових публікацій.

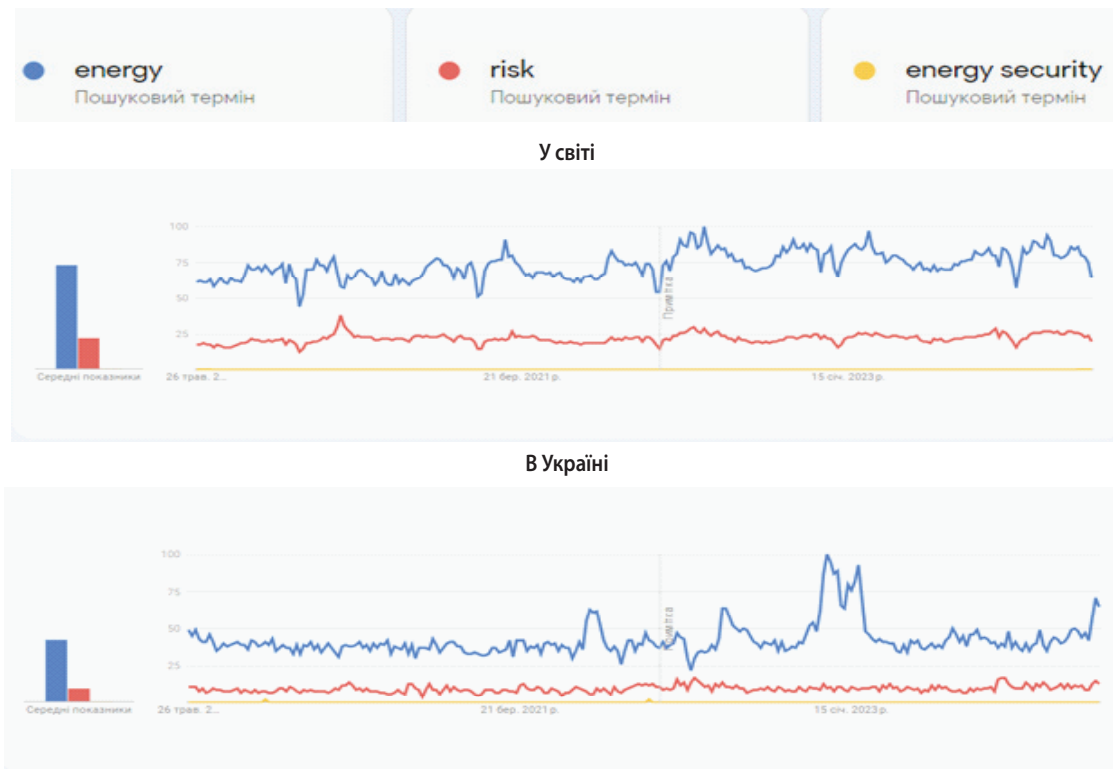


Рис. 1. Динаміка зміни частоти пошуку в розрізі дефініцій «energy», «risk», «energy security» в країнах світу та Україні згідно з Google Trends за період 2019–2024 рр.

Джерело: сформовано авторами

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Проаналізуємо динаміку публікаційної активності та структуру публікацій за напрямом «ризиків енергетичної безпеки» у наукометричних базах Scopus та Web of Science.

Для подальшого аналізу було сформовано пошуковий запит («energy security» AND «risk») із використанням інструменту «» та оператора AND, у TITLE-ABS-KEY, тип публікації – article, що дозволило сформулювати первісну вибірку у базі Scopus з 14670 публікацій, а у базі Web of Science – 4875 публікацій.

З метою виявлення тенденцій в дослідженні ризиків енергетичної безпеки із використанням інструментів аналізу, що надаються базами даних Scopus та Web of Science, було проаналізовано динаміку кількості проіндексованих публікацій за досліджуваною тематикою, приналежність до країни, галузеву структуру публікацій, виокремлено внесок окремих дослідників у сфері ризиків енергетичної безпеки за кількістю цитувань.

Як показав проведений аналіз, кількість публікацій, проіндексованих у наукометричних базах Scopus та Web of Science, назви, анотації та ключові слова яких містять терміни «energy security» та «risk», має тенденцію до зростання. У 1994–2010 рр. кількість публікацій залишалась на одному рівні (3–4 публікації на рік), а починаючи з 2011 р. кількість публікацій почала зростати помірними темпами і досягла у 2023 р. 4028 публікацій у базі Scopus та 949 публікацій у Web of Science на рік.

Найдавнішою публікацією у базі Scopus за напрямом ризиків енергетичної безпеки є стаття Kahan E. (1982 р.)

[2], що присвячена питанням стимулювання впровадження домашніх сонячних енергетичних систем, а однією з найсвіжіших публікацій з визначеної проблематики є робота Filipovic Sanja та ін. (2022 р.) [3], в якій представлено ключові прогнози та перспективи зеленого переходу в регіоні Центральної Азії (Таджикистан, Туркменістан, Узбекистан, Казахстан і Киргизька Республіка), які є одними з найбільших споживачів енергії в світі і найбільш вразливими до зміни клімату. Авторами визначено фактори, що стимулюють зелений перехід в країнах Центральної Азії: нелібералізований енергетичний ринок; значні субсидії та низькі тарифи на енергоносії, що перешкоджають інвестиціям у відновлювані джерела енергії та ініціативам з енергоефективності; високий рівень корупції; негнучка законодавча та інституційна інфраструктура, а також недостатність капіталу.

Необхідно зазначити, що найстарішою статтею, яка була проіндексована у базі Web of Science, є стаття Maechling E. [4], була опублікована у 1982 р. і присвячена ризикам видобутку та торгівлі енергоносіями країн близького сходу, а найсвіжішою є стаття Kesavan V. T. та ін. (2024 р.) [5], в якій представлено модель безпеки енергосистеми на основі блокчейну (BC-PSSM), яку запропоновано використовувати для посилення заходів безпеки в енергосистемах.

Галузева структура публікацій за напрямом ризику енергетичної безпеки в базах Scopus та Web of Science достатньо диверсифікована. У базі Scopus терміни «energy security» та «risk» найчастіше зустрічаються в публікаціях,

що стосуються таких галузей знань, як: екологічні науки; енергетика; соціальні науки; інженерія; економіка, економетрія та фінанси, а у базі Web of Science: енергетичне паливо, інженерія, екологія, зелений розвиток та технології, комп'ютерні науки.

Аналіз географічної структури афіліації науковців, що мають високу публікаційну активність з питань ризиків енергетичної безпеці, засвідчив, що найбільша кількість робіт з визначеної тематики реалізована вченими з Китаю (4689 публікацій в Scopus; 217 публікацій у Web of Science), США (3498 та 122 публікації відповідно), Великої Британії (2539 та 96 публікацій), Індії (1395 та 36 публікацій), Австралії (1202 та 34 публікацій). Українські науковці зробили значний внесок у дослідження ризиків енергетичної безпеці, у наукометричній базі Scopus проіндексовано 396 публікацій, а у Web of Science 107 публікацій вчених з афіліацією в Україні.

Найбільш цитовані статті з питань ризиків енергетичної безпеці, що проіндексовані у базах Scopus та Web of Science, присвячені: вирішенню проблем зміни клімату; забрудненню довкілля та енергетичній нестабільності; енергетичній інфраструктурі; зв'язку досліджень у сфері енергетики із соціальними науками; географії енергетичного переходу; виробництву етанолу з біомаси; розвитку водневої енергетики; виявленню причинно-наслідкового зв'язку між викидами CO<sub>2</sub>, споживанням ядерної енергії, споживанням відновлюваної енергії та економічним зростанням.

До ТОП-3 статей з найбільшим цитуванням, що проіндексовані у базі Scopus, віднесено:

1. Jacobson M., Delucchi M. (2011) [6], в якій автори аналізують можливість забезпечення енергією для всіх потреб у світі (електроенергія, транспорт, опалення / охолодження тощо) за рахунок енергії вітру, води та сонячного світла. Цю статтю процитовано у 1095 документах.
2. Sovacool B. (2014) [7] (процитована у 1001 документі), яка присвячена виявленню взаємозв'язку між дослідженнями в галузі енергетики та сферою соціальних наук.
3. Bridge G. (2013) [8] (процитована у 948 документах), у роботі наводяться аргументи на користь розгляду енергетичного переходу як географічного процесу, що передбачає реконфігурацію поточних моделей і масштабів економічної та соціальної діяльності.

До ТОП-3 статей з найбільшим цитуванням, що проіндексовані у базі Web of Science, віднесено:

1. Статтю Jacobson MZ (2009) [9] (процитована у 1108 документах), в якій представлено огляд рішень щодо глобального потепління, забруднення повітря та енергетичної безпеки. У цій роботі розглядаються і ранжуються дев'ять джерел електроенергії та два варіанти рідкого палива. Розглянуто дванадцять комбінацій «джерело енергії – тип транспортного засобу» та визначено, що використання вітру, сонячної, геотермальної, приливної, фотоелектричної, хвильової та гідроенергії для забезпечення електроенергією житлового, про-

мислового та комерційного секторів принесе найбільшу вигоду, а поєднання цих технологій слід розвивати як вирішення проблем глобального потепління, забруднення повітря та енергетичної безпеки.

2. Статтю з проблем водневої енергетики Barreto L (2003) [10], яку процитовано у 692 документах. У статті наведено довгостроковий сценарій розвитку світової енергетичної системи на основі водню в якісному та кількісному вираженні, що ілюструє ключову роль водню в довгостроковому переході до чистої та сталої енергетики в майбутньому. Зазначено, що такий шлях розвитку енергетичної системи все ще може бути недостатнім для захисту від ризику високої чутливості до зміни клімату, але технології на основі водню стають гнучкими варіантами для енергетичної системи і, таким чином, можуть стати головними кандидатами для стратегії управління ризиками в умовах невизначеного кліматичного майбутнього.
3. Vachu S (2008) [11] (процитована у 658 документах), в якій досліджуються ризики при використанні технології уловлювання та геологічного зберігання вуглекислого газу.

Рейтинг авторів, які мають найбільшу кількість публікацій з проблеми ризиків енергетичної безпеці в базах Scopus та Web of Science, наведено в табл. 1.

Аналіз публікаційної активності підтвердив, що починаючи з початку 2000-х років спостерігається зростання наукового інтересу до дослідження ризиків енергетичної безпеці. При цьому спостерігається міждисциплінарний характер досліджень, а географія науковців і дослідників, які вивчають цю тематику, є різноманітною.

У статті використано метод бібліометричного аналізу для виявлення тенденцій і ключових напрямів досліджень у сфері ризиків енергетичної безпеці.

Бібліометричний аналіз надає вченим потужний інструмент для вивчення конкретної наукової галузі, аналізуючи цитування, географічний розподіл, співавторство та ключові слова [23; 24]. Методи, що використовуються для проведення цього аналізу, наведені у табл. 2.

Інформаційною базою дослідження були обрані дані про наукові публікації, які індексуються в наукометричних базах даних Scopus та Web of Science.

Подальша обробка та аналіз бібліографічних даних здійснювалася за допомогою програмного забезпечення VOSviewer. Даний програмний продукт дозволяє будувати мережеві карти зв'язків між ключовими словами, візуалізувати зв'язки між дослідниками з різних країн, а також будувати мережеві карти зв'язків між ключовими словами в хронологічному порядку.

За допомогою програми VOSviewer було побудовано мережеву карту зв'язків між ключовими словами на основі бібліографічних записів з баз даних Scopus та Web of Science. Для проведення більш детального аналізу було встановлено обмеження, згідно з яким термін повинен зустрічатися не менше п'яти разів.

Візуальні результати отриманої бібліометричної карти мережі наведені на рис. 2.



Таблиця 1

**Рейтинг авторів, які мають щонайменше 5 публікацій з проблеми ризиків енергетичної безпеки у базах Scopus та Web of Science**

Автор	Кількість публікацій всього	Кількість публікацій за напрямом	Афіліція	h-індекс в базі
Scopus				
Sovacool B.	593	124	Aarhus Universitet (Данія)	99
Lee CC	458	73	Adnan Kassar School of Business (Ліван)	78
Taghizabeh-Hesary F.	305	56	Tokai University (Японія)	54
Pimonenko T.	107	48	Sumy State University (Україна)	40
Kwilinski A.	96	46	WSB University (Польща)	50
Web of Science				
Huang Guole	1084	18	University of Regina (Канада) Beijing Normal University (Китай)	2
Sovacool B.	567	17	University of Sussex (Великобританія)	91
Jianping Li	434	10	Institute of policy and management (В'єтнам), Chinese Academy of Sciences (Китай)	37
Fernando Dellano-Paz	19	10	Universidad da Coruña (Іспанія)	5
Al-Ansari Tareq	217	10	Hamad Bin Khalifa University-Qatar (Катар)	41

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 2

**Бібліометричні методи, використані для аналізу**

Завдання / інструменти	Мета	Питання	Метод бібліометрії	Аналіз
Еволюційний аналіз публікаційної активності: інструменти бази даних Scopus, Web of Science	1. Визначити тенденції в дослідженні ризиків енергетичної безпеки	1.1. Історична еволюція публікацій 1.2. Найбільш продуктивні автори 1.3. Найбільш значущі журнали 1.4. Найбільш цитовані публікації	<i>Measures of productivity Impact metrics</i>	Історична еволюція публікацій; структура публікацій за авторами, журналами, галузями знань; аналіз цитування
Кластеризація публікацій, мапування: VOS Viewer	2. Кластеризація публікацій; визначення детермінант розвитку	2.1. Основні документи, що оказали найбільший вплив; 2.2. Кластери публікацій та напрями розвитку досліджень	<i>Co-citation Co-occurrence</i>	Аналіз цитування за публікаціями та авторами; аналіз ключових слів

Джерело: сформовано авторами за даними [12; 13]

Як видно на рис. 2, за допомогою програми VOSviewer ключові слова були згруповані у 8 кластерів. Узагальнену характеристику кластерів ключових словосполучень у наукових дослідженнях за напрямом ризику енергетичної безпеки наведено у табл. 3.

Як видно з табл. 3, кожен із кластерів поєднує публікації, за якими є можливість визначити напрямок наукових досліджень. Проаналізуємо кожен з кластерів.

Найбільший кластер (червоний) містить 95 ключових слів. Найуживаніший термін – безпека. Згруповані ключові

слова в цьому кластері вказують на те, що науковці акцентують увагу на забезпеченні безпеки енергетичної системи. Виділяється окрема група ключових слів, що пов'язані з кібербезпекою, розумними мережами, блокчейном, кібератаками.

Другий за величиною кластер (зелений) складається з 66 ключових слів. Найуживаніший термін – ризик. До кластера увійшли публікації, в яких досліджуються питання оцінки ризиків енергетичної системи, визначення індикаторів ризику, оцінки рівня ризику окремих видів енергії

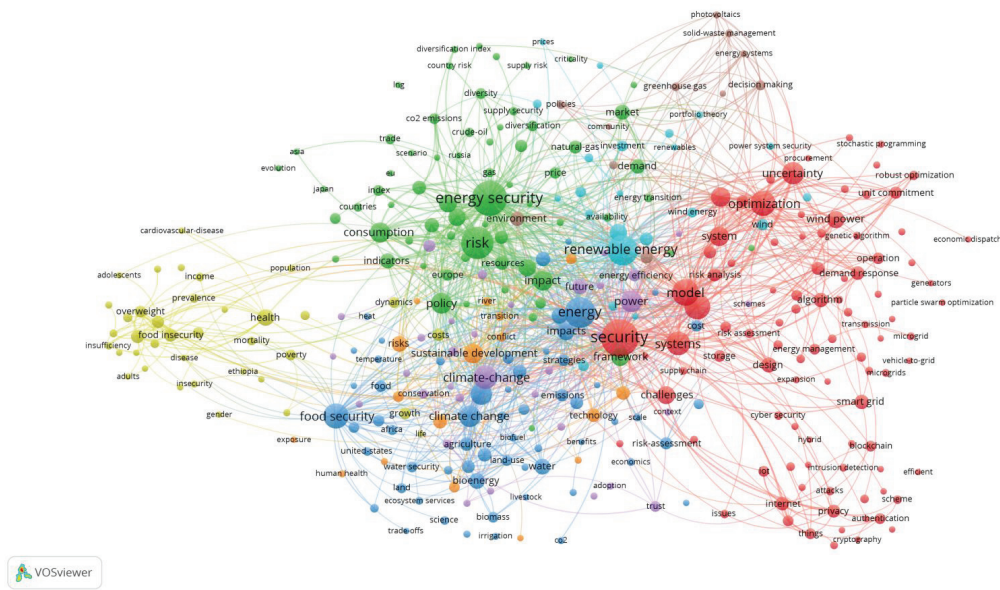


Рис. 2. Мережева карта зв'язків між ключовими словами

Джерело: побудовано авторами на основі баз даних Scopus та Web of Science за допомогою програми VOSviewer

Таблиця 3

**Характеристика кластерів ключових словосполучень у наукових дослідженнях з ризиків енергетичної безпеки**

Кластер	Найуживаніший термін	Найуживаніші ключові слова
1 (червоний)	Безпека	Менеджмент, модель, система, оптимізація, генерація, блокчейн, інтернет, виклики, невизначеність, інтеграція, ризик менеджмент
2 (зелений)	Ризик	Енергетична безпека, регулювання, індикатор, споживання, ринок, газ, нафта, ціна, ризик країни, структура, безпека постачання, диверсифікація, етанол, енергія сонця, вітру
3 (синій)	Енергія	Продовольча безпека, стійкість, кліматичні зміни, вразливість, біоенергетика, біопаливо, вода, циркулярна економіка, екосистема, життєвий цикл
4 (жовтий)	Здоров'я	Людина, голод, маса індексу тіла, дитина, незахищеність
5 (фіолетовий)	Кліматичні зміни	Потужність, енергетична ефективність, бар'єри, майбутнє, ядерна енергетика, вуглець, аварії
6 (блакитний)	Відновлювана енергетика	Електроенергія, технологія, електрична генерація
7 (помаранчевий)	Сталий розвиток	Зв'язок, резильєнтність, ризик, інфраструктура
8 (коричневий)	Навколишнє середовище	Зелений дім, відходи, управління відходами, прийняття рішень, симуляція

Джерело: сформовано авторами

або країни, диверсифікації енергетичного ринку, регулювання ризиків.

Третій кластер (синій), який об'єднує 60 ключових слів, вказує на дослідження взаємозв'язку енергетики, продовольчої безпеки та кліматичних змін. Найуживаніший термін – енергія. До цього кластера увійшли публікації, що пов'язані з розвитком біоенергетики.

Четвертий кластер (жовтий) – 37 ключових слів – об'єднав публікації у сфері здоров'я людини, забезпечення енергією з продуктів харчування, ризику виникнення голоду.

Цей кластер віддалений від центру і пов'язаний з такими ключовими словами, як: енергія, ризик, продовольча безпека.

П'ятий кластер (фіолетовий) включає 33 ключових слова. Кластер вказує на те, що науковці приділяють значну увагу визначенню шляхів протистояння кліматичним змінам, впровадженню інновацій, забезпеченню енергетичної ефективності, а також запобіганню впливу на екологію. Так, у фокусі авторів, публікації яких потрапили до цього кластера, – проблеми з екологією у зв'язку з аваріями на атомних електростанціях в Чорнобилі та Фукусімі.

Ключові слова шостого кластера (голубий) свідчать про те, що науковці приділяли увагу дослідженню відновлюваній енергетиці, а також сталій енергетиці, зеленій енергетиці, електричній енергії, енергії вітру, безпеці енергетичної системи.

Сьомий кластер (помаранчевий) – 17 ключових слів. Основними напрямками публікацій цього кластера є сталий розвиток та резильєнтність в енергетиці.

Восьмий кластер поєднав публікації, в яких досліджуються питання впровадження зелених технологій у сфері енергетики та управління відходами.

Серед аналізованих ключових слів, пов'язаних з ризиками енергетичної безпеки, найбільш вживаними є поняття: безпека (загальна кількість посилань – 840), енергетична безпека (641 посилання), відновлювана енергетика (564 посилання), ризик (546 посилань), енергія (509 посилань).

Для візуалізації взаємодії між країнами за критерієм співтворства між науковцями за допомогою програмного забезпечення VOSviewer було побудовано мережеву карту (рис. 3). Обмежувальним критерієм для однієї країни було обрано мінімальну кількість у 5 публікацій.

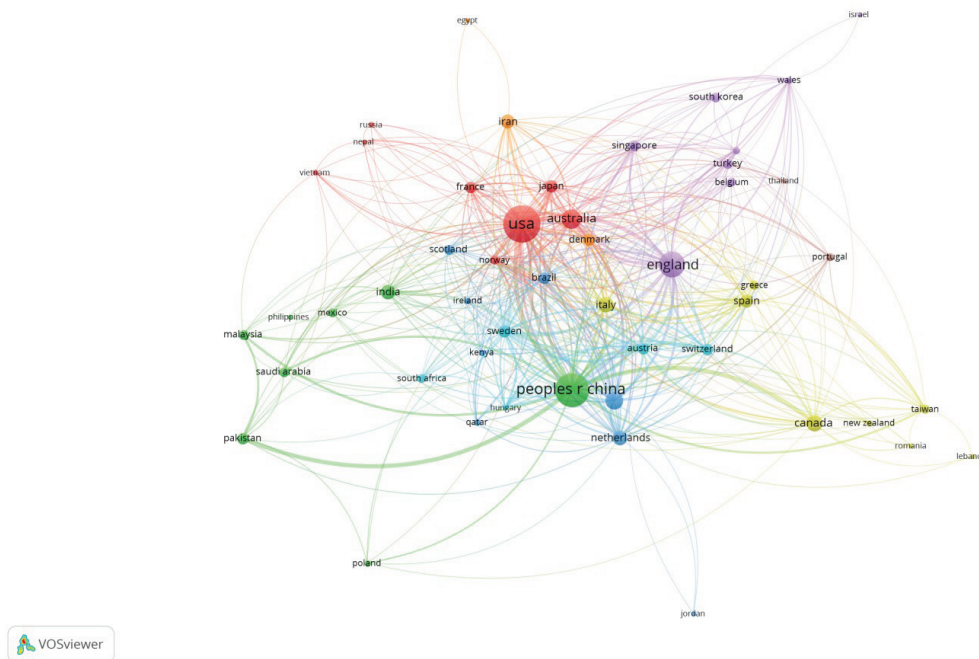


Рис. 3. Мережева карта зв'язків між науковцями з різних країн

Джерело: побудовано авторами на основі бази даних Scopus та Web of Science за допомогою програми VOSviewer

Як бачимо, найвищу публікаційну активність мають науковці з Китаю, США, Великої Британії, Канади, Австралії, Німеччини.

Найбільшу кількість публікацій за напрямом ризику енергетичної безпеки мають науковці в базі Scopus з афіліцією: Chinese Academy of Science – 455 публікацій, Ministry of Education of the Peoples Republic of China – 277, University of Chinese Academy of Science – 218, а в базі Web of Science: United States Department of Energy DOE – 199 публікацій, Chinese Academy of Science – 169, Indian Institute of Technology System – 126.

Найбільшу кількість статей за досліджуваною тематикою опубліковано у високорейтингових журналах: Energy Policy, Energies, Renewable And Sustainable, Energy, Sustainability.

На основі баз даних Scopus та Web of Science, програмного забезпечення VOSviewer було побудовано мережеву карту для візуалізації хронологічного розподілу ключових слів у публікаціях за темою ризиків енергетичної безпеки. (рис. 4). Мережева карта показує зв'язки між

ключовими словами та класифікує їх за допомогою часової шкали. Залежно від періоду публікації ключові слова мають різний колір – від темно-синього до жовтого (середнє значення для кластера). Це дає змогу вивчати тенденції в публікаційній активності науковців у певний період.

Результати бібліометричного аналізу за хронологічним виміром свідчать, що інтенсивний розвиток наукових досліджень з питань ризиків енергетичної безпеки відбувався у 2014–2020 роках. На початкових етапах дослідження фокусувалися на аналізі ринку, формуванні системи індикаторів енергетичної безпеки, оцінці ризиків. У 2016–2018 рр. набули популярності теми: сталий розвиток, кліматичні зміни, біоенергетика, безпека енергетичної системи, управління ризиками. В останні роки (жовті ключові слова) з'явилися дослідження, які переважно пов'язані з нульовими викидами, блокчейном, кібербезпекою, COVID-19, циркулярною економікою.

Висновки. Результати цієї роботи дозволили візуалізувати тенденції та ключові напрями досліджень у сфері ризиків енергетичної безпеки. Для проведення досліджен-



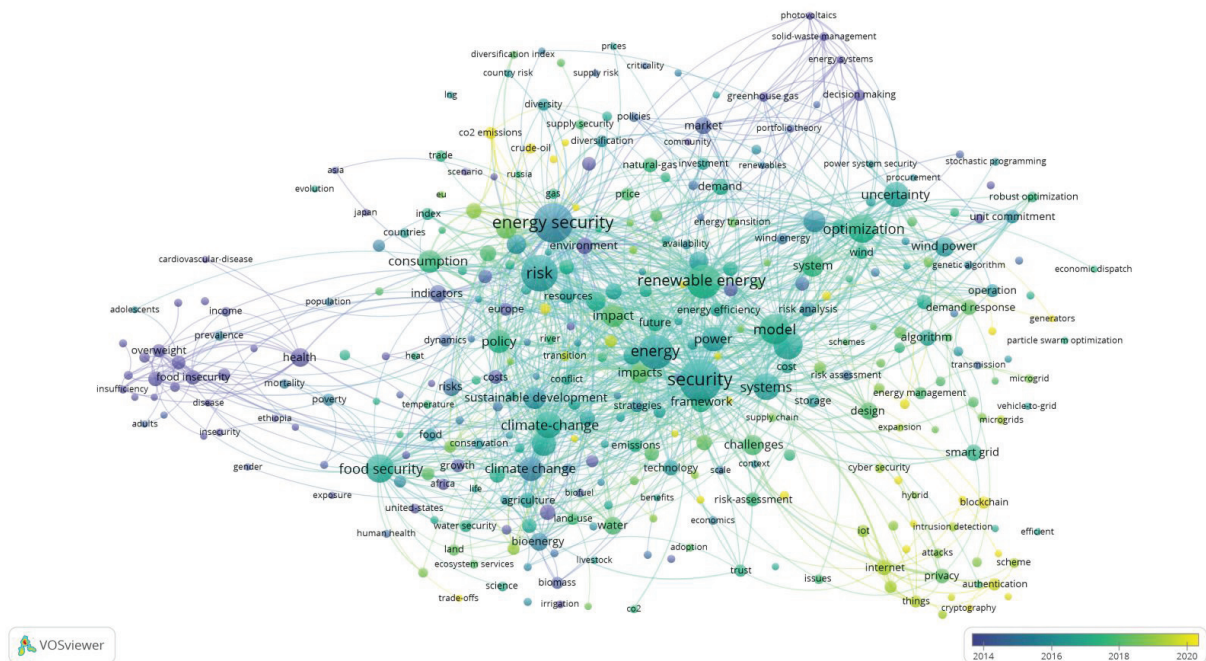


Рис. 4. Мережева карта зв'язків між ключовими словами в хронологічному порядку

Джерело: побудовано авторами на основі баз даних Scopus та Web of Science за допомогою програми VOSviewer

ня використано програмне забезпечення – аналітичні інструменти наукометричних баз даних Scopus, Web of Science, Google Trends і VOSviewer версії 1.6.20. Трендовий аналіз, який було проведено з використанням інструментарію Google Trends, показав певну дивергентність трендів наукового та користувачького інтересу до питань енергетичної безпеки країни. Кількість публікацій, що індексуються в Scopus та Web of Science, назви, анотації та ключові слова яких містять поняття «ризик енергетичної безпеки», з кожним роком зростає помірними темпами. Галузева структура публікацій достатньо диверсифікована, ризики енергетичної безпеки представлені в публікаціях з інженерії, медицини, екології, менеджменту, комп'ютерних науках. Візуалізація мережевої карти ключових слів дозволила виокремити 8 кластерів, які характеризують ключові напрями досліджень у сфері ризиків енергетичної безпеки: безпека, ризик, енергія, здоров'я людини, кліматичні зміни, відновлювана енергетика, навколишнє середовище. Лідерами за кількістю публікацій, що індексуються в наукометричних базах за напрямом ризиків енергетичної безпеки, є Китай, США, Велика Британія, Індія, Австралія. Результати бібліометричного аналізу за хронологічним виміром показали, що інтенсивний розвиток наукових досліджень з питань ризиків енергетичної безпеки відбувався у 2014–2020 роках. В останні роки з'явилися дослідження, які переважно пов'язані з нульовими викидами, блокчейном, кібербезпекою, COVID-19, циркулярною економікою.

Таким чином, проведений аналіз показав, що для зниження ризиків енергетичної безпеки в першу чергу, як для України так і для країн світу, необхідно забезпечити стабільність енергетичної системи, диверсифікації енергетичного ринку та розвитку альтернативних джерел енергії.

В Україні до пріоритетних напрямів у сфері зниження ризиків енергетичної безпеки необхідно віднести: розвиток власних енергетичних ресурсів (газ, вугілля) та технологій для їх видобутку та використання (наприклад, створення національного високотехнологічного виробництва моторного біопалива [14]); розвиток відновлюваних джерел енергії, біоенергетики; забезпечення стійкості енергетичної системи (відновлення, розвиток і модернізація енергетичної інфраструктури); підвищення енергоефективності у різних секторах економіки; створення конкурентоспроможного, стабільного та прозорого енергетичного ринку; протидія кіберзагрозам.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Стратегія енергетичної безпеки : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 04.08.2021 № 907 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/907-2021-p#Text>
2. Kahan E. Regulatory options for solar incentives offered by public utilities. *Energy*. 1982. Vol. 7 (1). P. 113–123. DOI: 10.1016/0360-5442(82)90069-X
3. Filipovic S., Orlov A., Panic A. A. Key forecasts and prospects for green transition in the region of Central Asia beyond 2022. *Energy, Sustainability and Society*. 2023. Vol. 14 (1). 25. DOI: 10.1186/s13705-024-00457-0
4. Maechling E. Security risks to energy production and trade – the problems of the middle-east. *Energy Policy*. 1982. Vol. 10 (2). P. 120–130. DOI: 10.1016/0301-4215(82)90024-6
5. Kesavan V. T., Danalakshmi D., Gopi R., Venkatesan R. A decentralized framework for enhancing security in power systems through blockchain technology and trading system. *Energy Sources*



part A-Recovery Utilization and Environmental Effects. 2024. Vol. 46 (1). P. 3454–3475.

DOI: 10.1080/15567036.2024.2318010

6. Jacobson M., Delucchi M. Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. *Energy Policy*. 2011. Vol. 39 (3). P. 1154–1169.

DOI: 10.1016/j.enpol.2010.11.040

7. Sovacool B. What are we doing here? Analyzing fifteen years of energy scholarship and proposing a social science research agenda. *Energy Research and Social Science*. 2024. Vol. 1. P. 1–29.

DOI: 10.1016/j.erss.2014.02.003

8. Bridge G., Bouzarovski S., Bradshaw M., Eyre N. Geographies of energy transition: Space, place and the low-carbon economy. *Energy Policy*. 2013. Vol. 53. P. 331–340.

DOI: 10.1016/j.enpol.2012.10.066

9. Jacobson M. Z. Review of solutions to global warming, air pollution, and energy security. *Energy & Environmental Science*. 2009. Vol. 2 (2). P. 148–173.

DOI: 10.1039/b809990c

10. Barreto L., Makihira A., Riahi K. The hydrogen economy in the 21st century: a sustainable development scenario. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2003. Vol. 28 (3). P. 267–284.

DOI: 10.1016/S0360-3199(02)00074-5

11. Bachu S. CO<sub>2</sub> storage in geological media: Role, means, status and barriers to deployment. *Progress in Energy and Combustion science*. 2008. Vol. 34 (2). P. 254–273.

DOI: 10.1016/j.peccs.2007.10.001

12. Kvilinski A. Mapping Global Research on Green Energy and Green Investment: A Comprehensive Bibliometric Study. *Energies*. 2024. Vol. 17 (5). 1119.

DOI: 10.3390/en17051119

13. Gallego-Losada M.-J., Montero-Navarro A., García-Abajo E., Gallego-Losada R. Digital financial inclusion. Visualizing the academic literature *Research in International Business and Finance*. 2023. Vol. 64. 101862.

DOI: 10.1016/j.ribaf.2022.101862

14. Khaustova V., Hubarieva I., Kostenko D., Salashenko T., Mykhailenko D. Rationale for the Creation and Characteristics of the National High-Tech Production of Motor Biofuel. *Systems, Decision and Control in Energy*. 2023. Vol. 481. P. 569–583.

DOI: 10.1007/978-3-031-35088-7

15. Лазаренко Д. Ризики в системі енергетичної безпеки України: сєа та перспективи захисту. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2024. № 328 (2). С. 318–323.

DOI: 10.31891/2307-5740-2024-328-39

16. Khaustova V. Y., Salashenko T. I., Lelyuk O. V. Energy security of national economy based on the system approach. *Науковий вісник Полісся*. 2018. № 2 (14). Ч. 1. С. 79–92.

17. Теоретико-прикладні аспекти декарбонізації та розвитку розподіленої електроенергетики України : кол. моногр. / за ред. М. О. Кизима ; авт. кол. : М. О. Кизим, В. Є. Хаустова, В. В. Шпілевський, Є. І. Котляров, Т. І. Салашенко, Є. М. Крячко, Є. С. Колбасін, Д. М. Костенко, О. В. Шпілевський, О. В. Лелюк, Г. В. Мілютин. Харків : ФОРМ Лібуркіна Л. М., 2020. 344 с.

18. Kyzym M., Khaustova V., Horal L., Shpilevskiy V., Zinchenko V. Structural changes in Ukraine's electricity generation and their impact on the reduction of CO<sub>2</sub> emissions. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1150 (2023) 012018.

DOI: 10.1088/1755-1315/1150/1/012018

19. Енергетична модель економічного зростання України : кол. моногр. / за ред. М. О. Кизима, В. В. Шпілевського; авт. кол. : Кизим М. О., Хаустова В. Є., Шпілевський В. В., Губарева І. О.,

Бєлікова Н. В., Решетняк О. І., Зінченко В. А., Котляров Є. І., Салашенко Т. І., Крячко Є. М., Колбасін Є. С., Криванич М. В., Рудика О. В., Шпілевський О. В., Харченко Р. В. Харків : ФОРМ Лібуркіна Л. М., 2021. 340 с.

20. Ilyash O., Rubino A., Khaustova V., Capozza C., Salashenko T., Lippolis S. Analysis of the energy and environmental breakthrough components of the global economic security of the United Euro-Atlantic countries and Ukraine. *3rd International Conference on Sustainable, Circular Management and Environmental Engineering (ISCMEE 2023)*, Turkey, Izmir, 12 July, E3S Web of Conferences 408, 01018 (2023).

DOI: 10.1051/e3sconf/202340801009

21. Енергетична безпека України: перспективна модель управління ризиками : монографія / за ред. О. М. Суходолі. Київ : НІСД, 2023.

DOI: 10.53679/NISS-book.2023.01

22. Енергетична безпека України: методологія системного аналізу та стратегічного планування : аналіт. доп. / [Суходоля О. М., Харашівлі Ю. М., Бобро Д. Г., Сменковський А. Ю., Рябцев Г. Л., Завгородня С. П.] ; за заг. ред. О. М. Суходолі. Київ : НІСД, 2020. 178 с.

23. Губарева І., Хаустова В., Козирєва О., Колодяжна Т., Шуть, О. Податкові пільги: бібліометричний і трендовий аналіз. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2022. № 6 (41). С. 398–409.

DOI: 10.18371/fcapter.v6i41.251468

24. Khaustova V., Kyzym M., Trushkina N., Khaustov M. Digital transformation of energy infrastructure in the conditions of global changes: bibliometric analysis. Proceedings of the 12th International Conference on Applied Innovations in IT (ICAIIIT), March 2024. URL: [https://opendata.uni-halle.de/bitstream/1981185920/117619/1/2\\_10\\_ICAIIIT\\_2024\\_Part\\_4\\_paper\\_7.pdf](https://opendata.uni-halle.de/bitstream/1981185920/117619/1/2_10_ICAIIIT_2024_Part_4_paper_7.pdf)

## REFERENCES

Bachu, S. "CO<sub>2</sub> storage in geological media: Role, means, status and barriers to deployment". *Progress in Energy and Combustion science*, vol. 34 (2) (2008): 254-273 DOI: 10.1016/j.peccs.2007.10.001

Barreto, L., Makihira, A., and Riahi, K. "The hydrogen economy in the 21st century: a sustainable development scenario". *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 28 (3) (2003): 267-284.

DOI: 10.1016/S0360-3199(02)00074-5

Bridge, G. et al. "Geographies of energy transition: Space, place and the low-carbon economy". *Energy Policy*, vol. 53 (2013): 331-340.

DOI: 10.1016/j.enpol.2012.10.066

*Enerhetychna bezpeka Ukrainy: perspektyvna model upravlinnia ryzykamy* [Energy Security of Ukraine: A Perspective Model of Risk Management]. Kyiv: NISD, 2023.

DOI: 10.53679/NISS-book.2023.01

Filipovic, S., Orlov, A., and Panic, A. A. "Key forecasts and prospects for green transition in the region of Central Asia beyond 2022". *Energy, Sustainability and Society*, vol. 14 (1) (2023): 25.

DOI: 10.1186/s13705-024-00457-0

Gallego-Losada, M.-J. et al. "Digital financial inclusion". *Visualizing the academic literature Research in International Business and Finance*, vol. 64 (2023): 101862.

DOI: 10.1016/j.ribaf.2022.101862

Hubarieva, I. et al. "Podatkovi pilhy: bibliometrychni i trendovyi analiz" [Tax Benefits: Bibliometric and Trend Analysis]. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, no. 6(41) (2022): 398-409.

- DOI: 10.18371/fcaptp.v6i41.251468  
 Ilyash, O. et al. "Analysis of the energy and environmental breakthrough components of the global economic security of the United Euro-Atlantic countries and Ukraine". *3rd International Conference on Sustainable, Circular Management and Environmental Engineering (ISCMEE 2023)*. Turkey, Izmir, 12 July, E3S Web of Conferences 408, 01018 (2023).  
 DOI: 10.1051/e3sconf/202340801009  
 Jacobson, M. Z. "Review of solutions to global warming, air pollution, and energy security". *Energy & Environmental Science*, vol. 2 (2) (2009): 148-173.  
 DOI: 10.1039/b809990c  
 Jacobson, M., and Delucchi, M. "Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials". *Energy Policy*, vol. 39 (3) (2011): 1154-1169.  
 DOI: 10.1016/j.enpol.2010.11.040  
 Kahan, E. "Regulatory options for solar incentives offered by public utilities". *Energy*, vol. 7 (1) (1982): 113-123.  
 DOI: 10.1016/0360-5442(82)90069-X  
 Kesavan, V. T. et al. "A decentralized framework for enhancing security in power systems through blockchain technology and trading system". *Energy Sources part A-Recovery Utilization and Environmental Effects*, vol. 46 (1) (2024): 3454-3475.  
 DOI: 10.1080/15567036.2024.2318010  
 Khaustova, V. et al. "Digital transformation of energy infrastructure in the conditions of global changes: bibliometric analysis"ю Proceedings of the 12th International Conference on Applied Innovations in IT (ICAIIIT), March 2024. [https://opendata.uni-halle.de/bitstream/1981185920/117619/1/2\\_10\\_ICAIIIT\\_2024\\_Part\\_4\\_paper\\_7.pdf](https://opendata.uni-halle.de/bitstream/1981185920/117619/1/2_10_ICAIIIT_2024_Part_4_paper_7.pdf)  
 Khaustova, V. et al. "Rationale for the Creation and Characteristics of the National High-Tech Production of Motor Biofuel". *Systems, Decision and Control in Energy*, vol. 481 (2023): 569-583.  
 DOI: 10.1007/978-3-031-35088-7  
 Khaustova, V. Y., Salashenko, T. I., and Lelyuk, O. V. "Energy security of national economy based on the system approach". *Naukovyi visnyk Polissia*, vol. 1, no. 2(14) (2018): 79-92.  
 Kvilinski, A. "Mapping Global Research on Green Energy and Green Investment: A Comprehensive Bibliometric Study". *Energies*, vol. 17 (5) (2024): 1119.  
 DOI: 10.3390/en17051119  
 Kyzym, M. et al. "Structural changes in Ukraine's electricity generation and their impact on the reduction of CO2 emissions". *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1150 (2023): 012018.  
 DOI: 10.1088/1755-1315/1150/1/012018  
 Kyzym, M. et al. *Enerhetychna model ekonomichnoho zrostantia Ukrainy* [Energy Model of Economic Growth of Ukraine]. Kharkiv: FOP Liburkina L. M., 2021.  
 [Legal Act of Ukraine] (2021). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/907-2021-p#Text>  
 Lazarenko, D. "Ryzyky v systemi enerhetychnoi bezpeky Ukrainy: stan ta perspektyvy zakhystu" [Risks in the Energy Security System of Ukraine: State and Prospects of Protection]. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, no. 328(2) (2024): 318-323.  
 DOI: 10.31891/2307-5740-2024-328-39  
 Maechling, E. "Security risks to energy production and trade - the problems of the middle-east". *Energy Policy*, vol. 10 (2) (1982): 120-130.  
 DOI: 10.1016/0301-4215(82)90024-6  
 Sovacool, B. "What are we doing here? Analyzing fifteen years of energy scholarship and proposing a social science research agenda". *Energy Research and Social Science*, vol. 1 (2024): 1-29.  
 DOI: 10.1016/j.erss.2014.02.003  
 Sukhodolia, O. M. et al. *Enerhetychna bezpeka Ukrainy: metodolohiia systemnoho analizu ta stratehichnoho planuvannia : analit. dop.* [Energy Security of Ukraine: Methodology of System Analysis and Strategic Planning: Analytical Report]. Kyiv: NISD, 2020.  
*Teoretyko-prykladni aspekty dekarbonizatsii ta rozvytku rozpodilenoj elektroenerhetyky Ukrainy* [Theoretical and Applied Aspects of Decarbonization and Development of Distributed Electric Power Industry of Ukraine]. Kharkiv: FOP Liburkina L. M., 2020.

Стаття надійшла до редакції 10.05.2024 р.

Статтю прийнято до публікації 31.05.2024 р.