

DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2026-59-123>

УДК 620.9:005.22

Михайлишин Христина Володимирівна

аспірантка,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2845-1965>**Полянська Алла Степанівна**

доктор економічних наук, професор,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5169-1866>**Khrystyna Mykhailyshyn, Alla Polyanska**

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЕРЕХОДУ

ENERGY EFFICIENCY AS A TOOL FOR ACHIEVING ENERGY TRANSITION GOALS

Анотація. У статті розглянуто поняття енергоефективності як інструменту забезпечення енергетичного переходу. Узагальнено та систематизовано підходи міжнародних організацій до трактування поняття «енергоефективність», що дало змогу виявити концептуальні відмінності між інтерпретаціями визначень. Сформувано узагальнене визначення енергетичної ефективності, яке відображає комплексний, вимірюваний та міждисциплінарний характер даного поняття. Для дослідження динаміки та трансформації наукової активності у сфері енергетичної ефективності здійснено бібліометричне дослідження наукових публікацій, представлених у базі Scopus. Використання спеціалізованого програмного забезпечення VOSviewer дало змогу виокремити ключові наукові кластери та актуальні напрями розвитку досліджень, а також проаналізувати структуру міжнародної наукової кооперації у зазначеній тематиці.

Ключові слова: енергетична ефективність, енергетичний перехід, енергетична трансформація, сталий розвиток, відновлювана енергетика.

Summary. The article examines energy efficiency as a fundamental instrument for supporting the energy transition under conditions of profound transformation of modern energy systems and evolving energy governance models. The study systematizes and critically reviews the approaches proposed by leading international organizations to the interpretation of the concept of “energy efficiency,” which makes it possible to identify substantial differences in definitions, priorities, depending on policy objectives and regulatory contexts. Based on the synthesized results, an integrated author’s definition of energy efficiency is developed. This definition reflects the complex, measurable, and interdisciplinary nature of energy efficiency as a category that simultaneously incorporates energy management practices, optimization of energy use, reduction of losses, environmental responsibility, and technological innovation within energy systems. Energy efficiency is interpreted not only as a technical parameter but also as a strategic mechanism for achieving long-term structural changes in the energy sector. To identify the dynamics and structural transformation of scientific research activity in the field of energy efficiency, a bibliometric analysis of scholarly publications indexed in the Scopus database was conducted. The use of specialized analytical software VOSviewer enabled the identification of dominant thematic clusters, the mapping of key research directions, and the examination of international scientific collaboration networks related to energy efficiency and energy transition issues. The results of the bibliometric analysis reveal current trends in the development of scientific research, highlighting the growing integration of energy efficiency studies with topics related to the reduction of energy intensity, decarbonization pathways, digitalization of energy systems, and the achievement of sustainable development goals within the energy sector. The findings confirm the role of energy efficiency as a cross-cutting and system-forming element of the energy transition that contributes to economic resilience, environmental sustainability, and technological modernization.

Keywords: energy transition, energy transformation, sustainable development, renewable energy, energy policy.

Постановка проблеми. Трансформація сучасної енергетики відбувається під тиском критичних глобальних загроз, серед яких пріоритетними

є зміцнення енергетичної стійкості, мінімізація екологічних ризиків та реалізація стратегій декарбонізації. Фундаментом цих змін є енергетич-

ний перехід, що полягає у докорінній перебудові моделей генерації та використання ресурсів через масове впровадження відновлюваних джерел та оптимізацію енергоспоживання. Центральним елементом цієї парадигми є енергоефективність, яка визнана одним із найбільш рентабельних та оперативних механізмів скорочення антропогенного навантаження на атмосферу. Проте, попри увагу академічної спільноти, у науковому дискурсі досі спостерігається концептуальна розбіжність щодо дефініції «енергоефективності». Наявність різноманіття трактувань цього терміна різними міжнародними інституціями та дослідницькими центрами створює бар'єри для розробки цілісних стратегій і заважає практичній імплементації державних політик. Крім того, важливим завданням є систематизація наявних знань в даній тематиці, оскільки щороку кількість наукових публікацій у сфері енергоефективності зростає. Таким чином, актуальним є теоретико-методологічне обґрунтування змісту поняття «енергетична ефективність», та у поєднанні з аналізом еволюції наукових пріоритетів, ідентифікація новітніх завдань енергоефективності, що виникають під впливом реалізації завдань енергетичного переходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика енергоефективності як ключового інструменту досягнення цілей енергетичного переходу посідає провідне місце в сучасних наукових дослідженнях і положеннях стратегічних документах міжнародних організацій. Зокрема, значний внесок у дослідження енергоефективності зробило Міжнародне енергетичне агентство (IEA), що визначило енергоефективність як «перше паливо» у процесі енергетичного переходу, оскільки вона забезпечує найшвидший і найбільш економічно ефективний спосіб скорочення викидів CO₂ для досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року [8]. Також спостерігається зацікавленість до тематики енергетичної ефективності серед вітчизняних та іноземних науковців, зокрема заслуговує на увагу дослідження Полянської А., Пазиніч Ю., Михайлишин К., Бабець Д., та Тось П. щодо управління енергоефективністю з метою раціоналізації використання енергетичних ресурсів, визначення рівнів управління енергетичною ефективністю, а також виділення особливостей управління енергетичною ефективністю на різних етапах життєвого циклу енергетичних ресурсів [11]. У публікації [10] авторів Михайлишин К., Полянської А., Псюк В. та Антонюк О. розглядається трансформація споживання енергоресурсів з акцентом на енергоефективність у контексті глобального енергетичного переходу, в якій визначено енергетичну ефективність як ключову стратегію для зменшення залежності від викопного палива, скорочення імпорту енергоносіїв та зміцнення стійкості економіки

до зовнішнього тиску. Автори публікації [9] Джавед А., Саїд С. аналізують роль соціального маркетингу у просуванні ініціатив енергоефективності, а автор публікації Алі С.І. [3] розглядає потенціал використання штучного інтелекту (ШІ) для підвищення енергоефективності і прогнозування сонячної генерації.

Однак, попри значну кількість наукових публікацій, проблематика енергоефективності як інструменту енергетичного переходу залишається недостатньо систематизованою. У зв'язку з цим актуалізується потреба в поглибленні та уточненні теоретико-методологічних засад дослідження енергоефективності з урахуванням результатів сучасних наукових досліджень, що дозволить сформувати системну основу для подальших наукових розробок і обґрунтування практичних рішень у сфері енергетичної ефективності для реалізації цілей енергетичного переходу.

Метою статті є дослідження та аналіз поняття енергоефективності як ключового інструменту досягнення цілей енергетичного переходу. Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання: проаналізувати підходи міжнародних організацій до трактування поняття «енергоефективність», виявити відмінності в трактуванні; сформувати узагальнене визначення поняття «енергетична ефективність» за інституційним підходом; провести бібліометричний аналіз наукових публікацій (за базою Scopus) у сфері енергоефективності та виявити ключові тенденції та дослідницькі напрями розвитку енергоефективності у контексті енергетичного переходу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Актуальність проблематики енергетичної трансформації досліджена у статті [1]. З огляду на те, що енергетичний перехід охоплює не лише зміну технологічної структури енергетичного сектору, а й модернізацію підходів до використання енергоресурсів, особливого значення набуває питання енергоефективності. Підвищення ефективності перетворення, розподілу та кінцевого споживання енергії виступає необхідною передумовою реалізації цілей енергетичного переходу, оскільки саме воно забезпечує зменшення енергетичних втрат, оптимізацію навантажень та скорочення антропогенного впливу на довкілля. У цьому контексті доцільним є подальше дослідження поняття «енергоефективності».

Найпоширенішим у вітчизняній практиці є нормативне визначення поняття «енергетична ефективність», закріплене у Законі України «Про енергетичну ефективність». Відповідно до нього, енергетична ефективність – це кількісне співвідношення між роботою, послугами, товарами або енергією на виході та витраченою енергією на вході. У цьому ж законі зазначено, що енергія охоплює всі види палива та енергії, які вико-

ристовуються в національній економіці, зокрема природний газ, вугілля, нафту, нафтопродукти, скраплений газ, відновлювані джерела енергії, теплову та електричну енергію, а також інші форми енергії. [2]

Водночас у наукових дослідженнях і міжнародних документах поняття енергоефективності має низку інших трактувань, що відображає його багатогранний характер. Різноманіття визначень зумовлене тим, що енергоефективність може охоплювати технічні, економічні, екологічні та поведінкові аспекти енергоспоживання. Різні підходи можуть акцентувати увагу на технологічних характеристиках обладнання, на економічній ефективності використання енергії, на впливі на довкілля або на рівні зміни споживчих практик тощо. У таблиці 1 наведено визначення поняття «енергетична ефективність» відповідно до українського законодавства та підходів міжнародних інституцій.

У низці визначень ключовою ми зустрічаємо техніко-кількісну інтерпретацію, відповідно до якої енергоефективність розуміється як співвідношення між корисним результатом і витраченою енергією. Такий підхід характерний для національного законодавства України та міжнародних технічних стандартів: у Законі України «Про енергетичну ефективність» [2] та у стандарті ISO 50001 [7], де енергоефективність визначено

як вимірюване співвідношення між вихідними результатами та обсягом вхідної енергії, що вбудовується у систему енергоменеджменту із застосуванням енергетичних індикаторів, базових ліній і процедур постійного вдосконалення.

Інші джерела акцентують увагу на економічних аспектах, підкреслюючи роль енергоефективності як каталізатора економічного зростання, підвищення продуктивності та оптимізації енергетичних витрат. Такий підхід характерний для Світового банку [13] та Міжнародного енергетичного агентства [8], де енергоефективність розглядається як трансформаційне та недороге рішення, здатне забезпечити швидкий доступ до доступної й безпечної енергії, оптимізувати витрати на інфраструктуру та забезпечити високу віддачу інвестицій. У цьому підході енергоефективність виходить за межі технічного показника та розглядається як ключовий інструмент формування конкурентоспроможної та стійкої економіки.

Окремі джерела підкреслюють екологічний та системний вимір поняття. Так, Європейське агентство з охорони навколишнього середовища [5] наголошує на використанні меншої кількості енергії для досягнення того самого результату та мінімізації втрат енергії, що є критично важливим для реалізації цілей кліматичної нейтральності та зменшення екологічного навантаження. Європейська комісія [6;4] також розглядає енергоефектив-

Таблиця 1 – Підходи до трактування «енергетичної ефективності»

Автор / Автори	Визначення
Закону України «Про енергетичну ефективність» [2]	Енергетична ефективність – це кількісне співвідношення між роботою, послугами, товарами або енергією на виході та витраченою енергією на вході
Світовий банк [13]	Енергоефективність – це трансформаційне, недороге рішення, яке може пришвидшити доступ до недорогої та безпечної енергії та стимулювати економічне зростання
Європейське агентство з охорони навколишнього середовища [5]	Енергоефективність означає використання меншої кількості енергії для досягнення того ж результату або виробництво більшої кількості енергії з тими ж енергетичними витратами, а також мінімізацію втрат енергії. Заходи з енергоефективності мають великий потенціал для запобігання викидам парникових газів та зниження попиту та ціни на цей цінний ресурс
Європейський парламент, Європейська комісія [6; 4]	Енергоефективність означає співвідношення обсягу продуктивності, послуги, товарів або енергії до обсягу енергетичних витрат, іншими словами, практику використання меншої кількості енергії для забезпечення тієї ж кількості корисної продукції від послуги
ISO 50001 (міжнародний стандарт з енергоменеджменту) [7]	Енергоефективність – це співвідношення або інше кількісне співвідношення між результатом діяльності, послугою, товарами, сировиною або енергією та вхідною енергією
Міжнародне енергетичне агентство [8]	Енергоефективність називають «першим паливом» у процесі переходу до чистої енергетики, оскільки вона забезпечує одні з найшвидших і найбільш економічно ефективних способів скорочення викидів CO ₂ , одночасно знижуючи витрати на енергію та зміцнюючи енергетичну безпеку. Енергоефективність є найважливішим заходом для зменшення попиту на енергію у сценарії «Нульові викиди до 2050 року» (Net Zero Emissions by 2050), поряд із тісно пов'язаними заходами, такими як електрифікація, зміна поведінки, цифровізація та ефективне використання матеріалів

Джерело: складено та узасгалнено авторами на основі [2;4-8; 13]

ність як інструмент зниження імпортозалежності, посилення енергетичної безпеки та прискорення декарбонізації економіки, що доповнюється політичним принципом «енергоефективність понад усе» (energy efficiency first).

Попри різноманіття підходів, у більшості визначень можна виокремити спільні характеристики. По-перше, енергетична ефективність трактується як ключовий інструмент оптимізації споживання енергоресурсів через підвищення корисного результату або зменшення енерговитрат, що забезпечує підвищення продуктивності та скорочення втрат у всьому енергетичному ланцюгу. По-друге, енергоефективність розглядається не лише як технічна характеристика обладнання чи процесів, а як елемент комплексної політики розвитку, що охоплює економічні стимули, фінансові механізми, екологічні вимоги, соціальні аспекти та інституційні рамки. По-третє, у значній частині джерел підкреслюється міжсекторальний характер цього поняття: воно охоплює промисловість, транспорт, будівництво, державний сектор та домогосподарства, що свідчить про системність і багатомірність процесів підвищення ефективності. Такий підхід відповідає міжнародній дискусії, у якій енергоефективність розглядається поряд із декарбонізацією, розбудовою відновлюваної енергетики та розвитком систем накопичення енергії як ключовий елемент глобальної енергетичної трансформації.

Підсумовуючи вище зазначене, з точки зору інституційного підходу енергетична ефективність – це вимірювана характеристика енергетичної продуктивності, що відображає співвідношення корисного результату до витраченої енергії та передбачає системне скорочення енергетичних втрат та викидів, забезпечуючи економічну доцільність, екологічну стійкість і ресурсну оптимізацію використання енергії на різних рівнях управління енергетичною ефективністю.

Водночас, наразі вчені з різних регіонів світу намагаються глибше дослідити концепцію «енергетичної ефективності», а також систематизувати результати досліджень в цьому напрямку та узагальнити їх в наукових працях. Таким чином, вважаємо за доцільне здійснити бібліометричний аналіз, оскільки він дозволить поглибити розуміння масштабу та динаміки розвитку наукового дискурсу щодо енергетичної ефективності, а також історичну інтенсивність публікаційної активності, провідні тематичні напрями, структуру наукових мереж і поширені концептуальні підходи. Це забезпечує можливість простежити еволюцію наукових досліджень, визначити ключові центри формування знань і встановити, як глобальні технологічні, економічні та екологічні тенденції впливають на розвиток тематики енергоефективності у контексті енергетичного переходу.

Аналіз проводився шляхом відбору релевантних публікацій за ключовими словами у міжнародній наукометричній базі даних Scopus із подальшою їх класифікацією за роками публікації, тематичними напрямками та географією досліджень. Етапи проведення дослідження відображено на рисунку 1.

Проведений бібліометричний аналіз дозволяє оцінити зміни наукової активності та виявити тенденції розвитку досліджень у сфері енергетичної ефективності. Зокрема, на рисунку 2 відображено динаміку кількості наукових публікацій з ключовим словом «енергетична ефективність» у період з 2005 року до 2025 року, що демонструє не лише щорічне збільшення кількості публікацій, а формування стійкого і довготривалого тренду пріоритетності досліджуваної тематики у світовому науковому дискурсі.

Попри певне зниження у 2020 році кількості публікацій за тематикою «енергетична ефективність», яке може бути пов'язане з загальноосвітніми кризовими процесами, пов'язаними з пандемією COVID-19, у подальші роки знову спостерігається стійке зростання: у 2022 році – 21,9 тис публікацій, у 2023 році – 24,8 тис публікацій. Особливо інтенсивний приріст фіксується у 2025 році, коли обсяг досліджень досягнув 31,9 тис публікацій, що є максимальним значенням за весь досліджуваний період. Така динаміка свідчить про посилення пріоритетності дослідження енергоефективності. Оцінку загальної динаміки публікацій доповнено аналізом географічного розподілу наукової активності за кількістю досліджень у сфері «енергетичної ефективності», що відображено на рисунку 3.

Протягом 2005–2025 років за ключовим словом «енергетична ефективність» було опубліковано понад 387 тис. наукових публікацій, що відображає масштаб наукової активності у цій сфері. При цьому, розподіл інтенсивності публікацій за країнами не є рівномірним, оскільки 5 країн-лідерів (Китай, США, Індія, Велика Британія, Німеччина) формують близько половини загального масиву наукових публікацій, що вказує на значну концентрацію наукової активності у відносно обмеженому колі держав. Найбільшу частку публікацій забезпечує Китай (20,7%), що відображає активну науково-дослідну діяльність країни у сфері трансформації енергетичних систем. Вагомий внесок також здійснюють США (11,4%), Індія (7,9%), Велика Британія (4,2%) та Німеччина (3,7%), які традиційно виступають провідними центрами науки у галузі енергетики, енергетичної політики та декарбонізації.

До групи країн із помітною науковою активністю належать Південна Корея (3,2%), Італія (3,2%), Канада (2,4%), Іспанія (2,1%) та Франція (2,1%), що вказує на стабільну, хоч і менш інтенсивну участь цих країн у дослідженнях у сфері

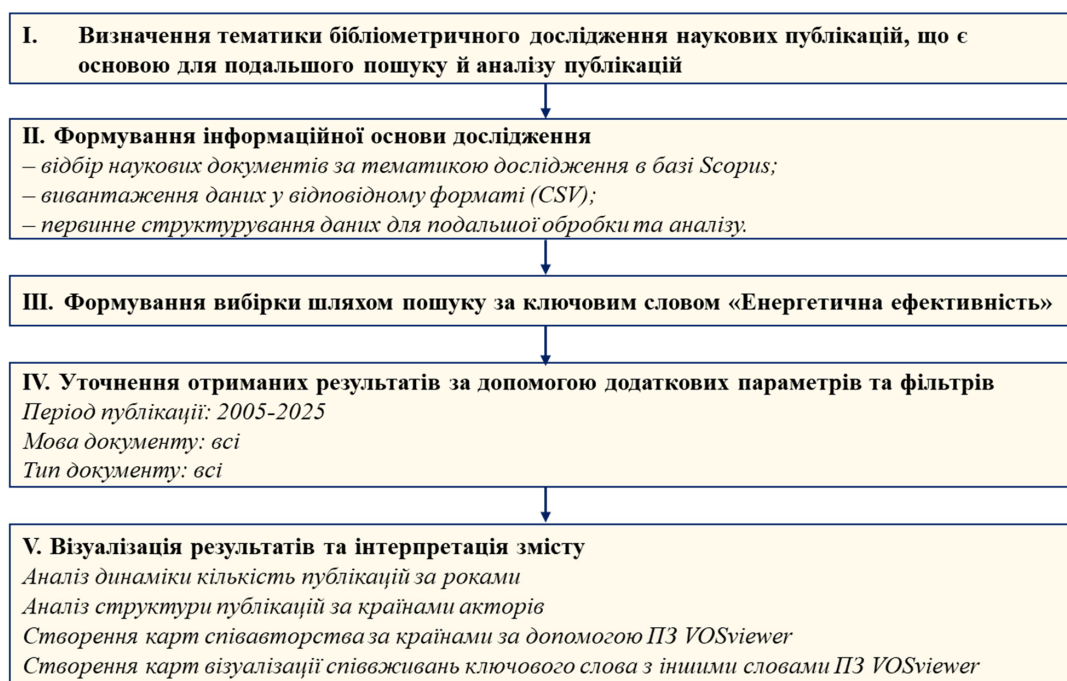


Рисунок 1 – Етапи проведення бібліометричного дослідження наукових публікацій

Джерело: сформовано авторами на основі [1]

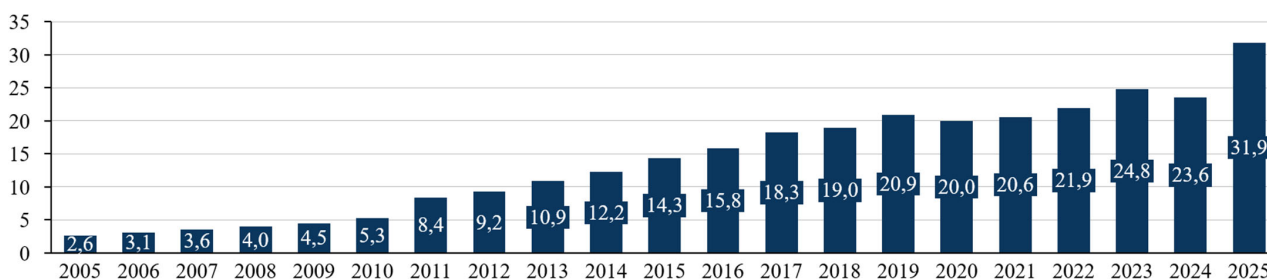


Рисунок 2 – Динаміка кількості наукових публікацій з ключовим словом «енергетична ефективність» за роками, тисяч публікацій

Джерело: сформовано авторами на основі [12]

енергетичної ефективності. Водночас значна частка публікацій (38,6%) припадає на інші країни, що підтверджує глобальний характер наукових досліджень у сфері енергетичної ефективності. Частка України становить 0,4%, що вказує на наявність, але поки що обмежений масштаб представлення національних досліджень у міжнародному науковому просторі з цієї тематики. Така конфігурація загалом відображає асиметрії глобальної наукової системи й водночас підкреслює, що тематика енергоефективності є відкритим полем для розширення співпраці, мобільності дослідників і обміну знаннями.

Мережева візуалізація співпраці у напрямку дослідження енергетичної ефективності за країнами, що відображено на рисунку 4, демонструє багатовузлову, та концентровану структуру з домінуванням великих наукових центрів.

Найбільші за розміром вузли й найгустіші зв'язки формують Китай, Велика Британія, Індія, Німеччина, Італія, Іспанія – вони акумулюють високі обсяги публікацій і мають численні двосторонні та багатосторонні кооперації, що виводить їх у центр глобальної мережі з енергетичної ефективності. Велика Британія, Німеччина, Франція, Іспанія, Італія, Бельгія, Польща, Греція, Норвегія та інші країни формують щільний європейський кластер. В азієцькому напрямі, центральну роль відіграють Японія, Південна Корея, Сінгапур і Гонконг, що також виконують функцію транзитних вузлів між регіонами, зокрема з країнами Близького Сходу (ОАЕ, Саудівська Аравія, Ірак, Оман тощо), що активно розвивають наукові дослідження у сфері енергетичної ефективності. Для України характерне інтегрування в Європейський кластер (з помітними зв'язками на європейському

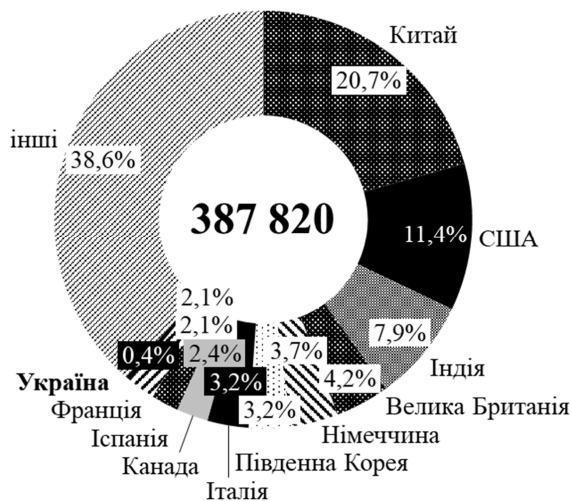


Рисунок 3 – Структура кількості наукових публікацій з ключовим словом «енергетична ефективність» за географічним розподілом авторів у період 2005-2025 рр.*

Примітка: * У представленій структурі окремі публікації можуть бути враховані більше ніж один раз у випадках, коли автори наукових праць є представниками різних країн

Джерело: сформовано авторами на основі [12]

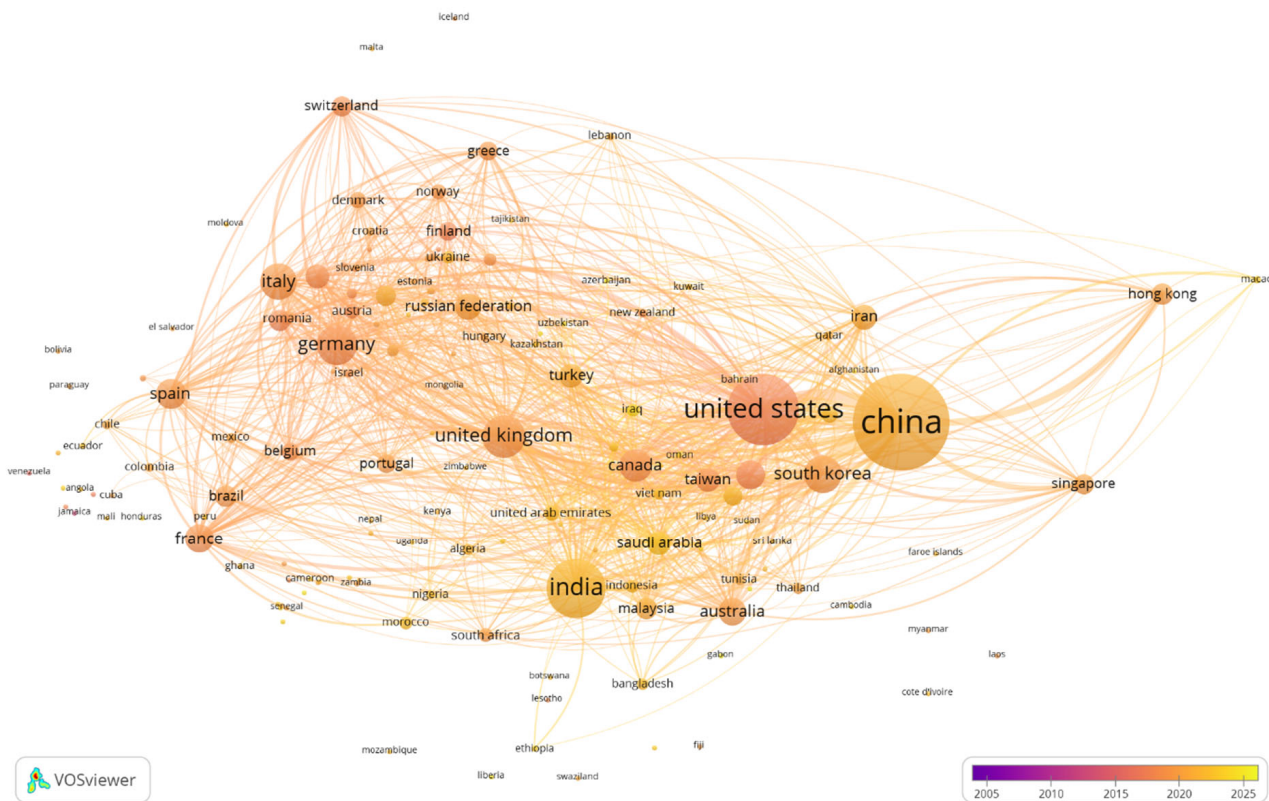


Рисунок 4 – Візуалізація співавторства між науковцями країн у дослідженнях щодо енергетичної ефективності у період 2005-2025 рр.

Джерело: сформовано авторами з використанням ПЗ VOSviewer на основі [12]

напрямі, зокрема через Польщу та Німеччину), що створює підґрунтя для розширення участі в транснаціональних наукових консорціумах.

США є одним із центральних вузлів глобальної мережі співпраці у межах енергетичної ефективності: значний публікаційний внесок поєднується

з розгалуженими трансатлантичними та транстихоокеанськими зв'язками (Велика Британія, Німеччина, Китай, Індія, Канада), завдяки чому США стабільно виконують роль «моста» між європейськими та азійськими кластерами. У мережевій структурі для США характерні високий рівень наукової активності, широка географія партнерств і щільність колабораційних зв'язків, що підтверджує їхнє ключове положення в міжнародних консорціумах і стійку кооперацію з провідними науковими системами в глобальному просторі.

З огляду на часове забарвлення (градієнт від фіолетового до жовтого) у візуалізації простежуються інтенсивніші жовто-оранжеві лінії, що відображають суттєву інтенсивність співпраці саме в період з 2015 до 2025 років. Крім того, основна інтенсивність співпраць формується довкола Китаю, США, Індії та вузлів Східної/Південно-Східної Азії, що свідчить про прискорення кооперації саме в цих підсистемах.

Візуалізація співвикористання ключових слів, що відображено на рисунку 5, демонструє центральну роль терміну енергетична ефективність (energy efficiency) та наявність кількох змістових понять, зокрема понять використання енергії (energy utilization), енергозбереження (energy conservation), сталий розвиток (sustainable development), а також кількох під кластерів поняття енергоефективності. Зокрема, по-перше,

виокремлюється техніко-цифровий кластер, зосереджений на цифровізації керування енергоспоживанням: інтелектуальні енергетичні мережі (smart power grids), бездротові сенсорні мережі (wireless sensor networks), архітектура мережі (network architecture), глибоке навчання (deep learning), нейронні мережі (neural networks), автоматизація (automation) тощо. Часовий градієнт (жовтіші відтінки) свідчить про його прискорений розвиток у 2020-х роках, що узгоджується з поширенням алгоритмічних і аналітично-орієнтованих підходів, що базуються на аналізі даних. По-друге, простежується енергетичний кластер, який охоплює ефективність перетворення (conversion efficiency), сонячні елементи (solar cells), електрокатализатори (electrocatalysts), водень (hydrogen), природний газ (nature gas), викопне паливо (fossil fuel), термальна енергія (thermal energy) тощо. Тут центральним мотивом є підвищення ефективності перетворення та використання енергії у різних технологіях, підвищення корисного виходу на одиницю енерговитрат тощо. По-третє, наявний кластер енергоефективності будівель та урбаністики: будівлі (buildings), житловий будинок (residential building), інтелектуальні будівлі (intelligent buildings), де енергоефективність розглядається як керований результат систем інтегрованого будівництва, автоматизації. По-четверте, еколого-політичний кластер: енергетична полі-

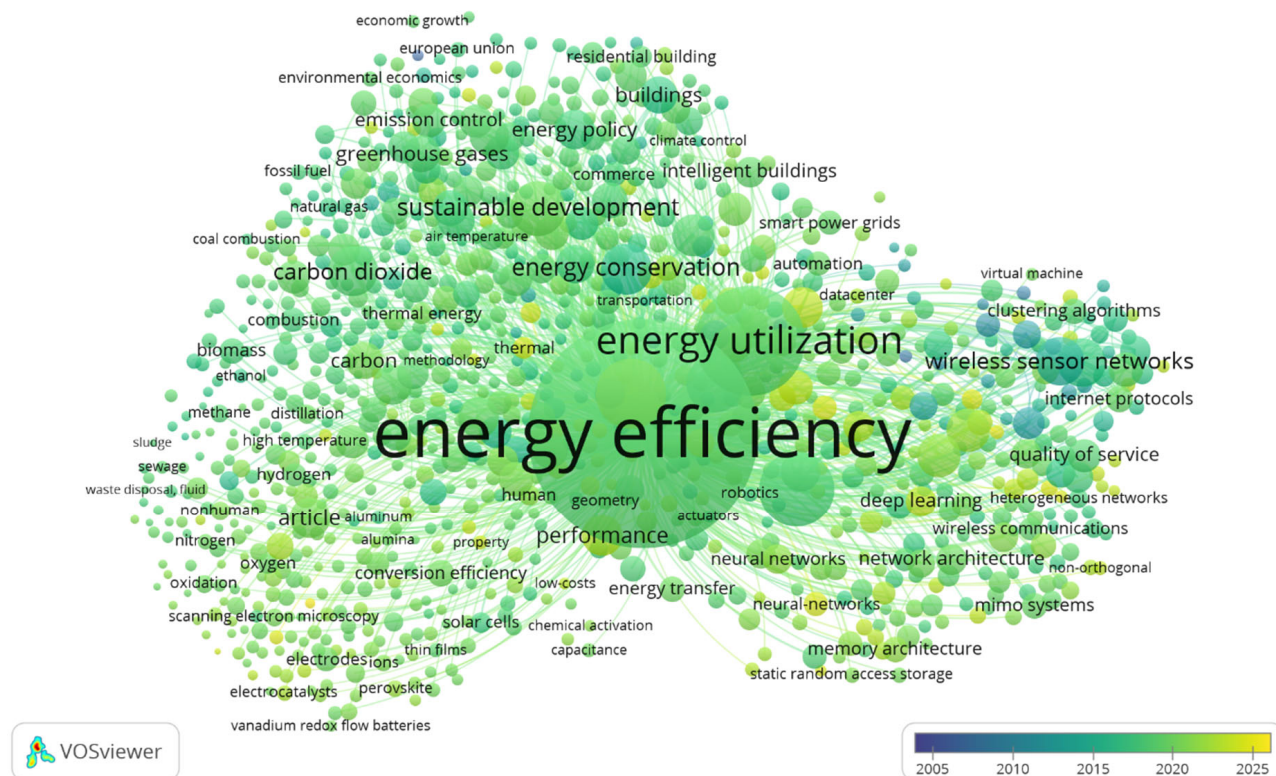


Рисунок 5 – Мережева візуалізація інших ключових слів, що часто використовуються науковцями у дослідження щодо енергетичної ефективності

Джерело: сформовано авторами з використанням ПЗ VOSviewer на основі [12]

тика (energy policy), сталий розвиток (sustainable development), парникові гази (greenhouse gases), вуглекислий газ (carbon dioxide), екологічна економіка (environmental economics), контроль викидів (emission control), що задає макрорівневий контекст, у якому енергоефективність функціонує як інструмент скорочення викидів і підвищення ресурсної продуктивності. Наявність щільних зв'язків між кластерами вказує на міждисциплінарний характер досліджень: наприклад, сталий розвиток (sustainable development) і енергетична політика (energy policy) поєднують технічні напрями з управлінсько-економічними, а енергозбереження (energy conservation) з'єднує дослідження у сфері будівництва та мережевої інфраструктури з екологічними цілями. Часове забарвлення вузлів додатково вказує на еволюцію досліджуваних тематик: від «класичних» термінів (спалювання (combustion), тепла енергія (thermal), біомаса (biomass), вуглекислий газ (carbon dioxide)), де більш зелені/сині відтінки, що репрезентує дослідження 2010-2022 років, до новітніх напрямів з акцентом на цифрові мережі, алгоритмічні методи та центри обробки даних (центр обробки даних (data center), бездротовий зв'язок (wireless communications), глибоке навчання (deep learning)), де переважають жовті відтінки, що репрезентує дослідження 2020-2025 років. Таким чином, узагальнення результатів бібліометричного аналізу дало змогу виокремити найбільш уживані ключові слова в дослідженнях з енергетичної ефективності, що відображено в таблиці 2.

На основі узагальнення найбільш уживаних ключових слів у сучасних наукових досліджен-

нях сформовано науково обґрунтований та практично спрямований підхід до визначення сутності енергетичної ефективності, відповідно до якого: енергетична ефективність – це комплексна характеристика системи енергетичного менеджменту, що відображає ступінь оптимізованого використання енергетичних ресурсів з метою досягнення заданих виробничих, соціально-економічних або технологічних результатів за мінімального рівня споживання енергії та негативного впливу на довкілля. Вона передбачає впровадження енергозберігаючих рішень, використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної, застосування цифрових технологій для моніторингу й оцінки ефективності, а також орієнтацію на скорочення викидів вуглекислого та парникових газів. У стратегічному вимірі енергетична ефективність виступає інструментом сталого розвитку, що поєднує інвестиційну доцільність, технологічну інноваційність та екологічну відповідальність. На основі отриманих результатів дослідження, з точки зору науково-орієнтованого підходу енергетична ефективність – це теоретично обґрунтована та методологічно структурована категорія, що відображає закономірності раціонального використання енергетичних ресурсів шляхом оцінки співвідношення між енергетичними витратами та отриманими виробничими, соціально-економічними або технологічними результатами, при цьому інтегруючи підходи до оптимізації енергоспоживання, зниження втрат і викидів, а також забезпечення економічної, екологічної та технологічної збалансованості розвитку енергетичних систем.

Висновки. У статті досліджено зміст та характеристику поняття «енергетична ефективність»

Таблиця 2 – Перелік найчастіше використаних ключових слів, в наукових дослідженнях з проблематики енергетичної ефективності (2005–2025 рр)

№	Ключове слово (англійською)	Ключове слово (українською)
1	Energy utilization	Використання енергії
2	Optimization	Оптимізація
3	Sustainable development	Сталий розвиток
4	Carbon dioxide	Вуглекислий газ
5	Energy conservation	Енергозбереження
6	Performance assessment	Оцінка ефективності
7	Wireless sensor networks	Бездротові сенсорні мережі
8	Sensor nodes	Сенсорні вузли
9	Solar energy	Сонячна енергія
10	Energy management	Енергетичний менеджмент
11	Green computing	Зелені інформаційні технології
12	Investments	Інвестиції
13	Internet of things	Інтернет речей
14	Greenhouse gases	Парникові гази
15	Energy consumption	Споживання енергії

Джерело: сформовано авторами на основі даних Scopus [12]

на основі бібліографічного аналізу публікацій як важливого інструменту для досягнення цілей енергетичного переходу. Отримані результати дослідження систематизували наукові підходи до трактування даного поняття в сучасному науковому дискурсі. Узагальнення наукових джерел дозволило виділити три основні підходи до визначення поняття «енергетична ефективність». З точки зору інституційного підходу, енергетична ефективність – це вимірювана характеристика енергетичної продуктивності, що відображає співвідношення корисного результату до витраченої енергії та передбачає системне скорочення енергетичних витрат і викидів, забезпечуючи економічну доцільність, екологічну стійкість і ресурсну оптимізацію використання енергії на різних рівнях управління. Згідно з практично спрямованим підходом, енергетична ефективність розглядається як комплексна характеристика системи енергетичного менеджменту, що відображає ступінь оптимізованого використання енергетичних ресурсів з метою досягнення заданих виробничих, соціально-економічних або технологічних результатів за мінімального рівня споживання енергії та негативного впливу на довкілля. Вона передбачає впровадження енергозберігаючих рішень, використання відновлюваних джерел

енергії, зокрема сонячної, застосування цифрових технологій для моніторингу й оцінки ефективності, а також орієнтацію на скорочення викидів вуглекислого та парникових газів. В межах науково обґрунтованого підходу енергетична ефективність визначається як теоретично обґрунтована та методологічно структурована категорія, що відображає закономірності раціонального використання енергетичних ресурсів через співвідношення між енергетичними витратами та досягнутими результатами, інтегруючи принципи оптимізації енергоспоживання, зниження витрат і викидів, а також забезпечення економічної, екологічної та технологічної збалансованості розвитку енергетичних систем. Проведений бібліометричний аналіз наукових публікацій засвідчив зв'язок енергетичної ефективності із ключовими тематичними напрямками, пов'язаними із енергозбереженням, сталим розвитком, цифровізацією енергетичних систем та зменшенням викидів парникових газів, що підтверджує міждисциплінарний характер досліджуваної проблематики. Отримані результати дозволяють узагальнити та систематизувати сучасні підходи до трактування енергетичної ефективності, а також формують теоретико-методологічне підґрунтя для подальших досліджень у сфері енергетичного переходу.

Список використаних джерел:

1. Михайлишин Х., Полянська А. Сучасні підходи до вивчення концепції енергетичного переходу. *Сталий розвиток економіки*. 2026. № 1 (58). С. 945-955. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2026-58-126>
2. Про енергетичну ефективність: Закон України від 21.10.2021 № 1818-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20/ed20230727#Text> (дата звернення: 07.04.2026).
3. Ali S.I. Leveraging AI for Enhanced Solar Energy Efficiency and Prediction. *PUXplore: Multidisciplinary Journal of Engineering*. 2026. Vol 2. No 1. URL: https://www.researchgate.net/publication/403087415_Leveraging_AI_for_Enhanced_Solar_Energy_Efficiency_and_Prediction (дата звернення: 07.04.2026).
4. European Commission. What is energy efficiency? *European Commission*. URL: https://energy-efficient-products.ec.europa.eu/faqs-0/what-energy-efficiency_en (дата звернення: 10.01.2026).
5. European Environment Agency. Energy efficiency. *European Environment Agency*. 2024. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/energy-efficiency> (дата звернення: 10.01.2026).
6. European Parliament. Understanding energy efficiency. *European Parliament*. 2015. URL: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568361/EPRS_BRI\(2015\)568361_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568361/EPRS_BRI(2015)568361_EN.pdf) (дата звернення: 10.01.2026).
7. International Organization for Standardization. ISO 50049:2020 (en) Calculation methods for energy efficiency and energy consumption variations at country, region and city levels. *International Organization for Standardization*. 2020. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:50049:ed-1:v1:en> (дата звернення: 07.04.2026).
8. International Energy Agency. Energy efficiency. *International Energy Agency*. 2022. URL: <https://www.iea.org/energy-system/energy-efficiency-and-demand/energy-efficiency> (дата звернення: 07.04.2026).
9. Javed A., Saeed S. Energy efficiency and social marketing. *Digital Platforms for Sustainable Business. Driving Energy Efficiency through Digital Transformation*. 2026. pp. 309-321. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-29293-4.00001-2>
10. Mykhailyshyn K., Polyanska A., Psyuk V., Antoniuk O. How to achieve the energy transition taking into account the efficiency of energy resources consumption. *E3S Web Conf*. 2024. Vol. 567. No 01026. P. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456701026>
11. Polyanska A., Pazynich Y., Mykhailyshyn K., Babets D., Toś P. Aspects of energy efficiency management for rational energy resource utilization. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*. 2024. Vol. 39. No 3. P. 13-26. DOI: <https://doi.org/10.17794/rgn.2024.3.2>.
12. Scopus. Результати пошуку у наукометричній базі даних. URL: <https://www.scopus.com/pages/home#basic> (дата звернення: 15.02.2026).
13. World Bank. Power More With Less: Scaling Up Energy Efficiency for Growth and Energy Security. *World Bank*. 2025. URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/energy/publication/power-more-with-less> (дата звернення: 10.01.2026).

References:

1. Mykhailyshyn K., Polyanska A. (2026). Suchasni pidkhody do vyvchennia kontseptsii enerhetychnoho perekhodu [Modern approaches to the study of the concept of energy transition]. *Stalyi rozvytok ekonomiky*. № 1 (58). P. 945-955. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2026-58-126> (in Ukrainian)
2. Pro enerhetychnu efektyvnist [About energy efficiency]: Zakon Ukrainy vid 21.10.2021 No. 1818-IX. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20/ed20230727#Text> (in Ukrainian)
3. Ali S.I. (2026). Leveraging AI for Enhanced Solar Energy Efficiency and Prediction. *PUXplore: Multidisciplinary Journal of Engineering*. Vol 2. No 1. Available. at: https://www.researchgate.net/publication/403087415_Leveraging_AI_for_Enhanced_Solar_Energy_Efficiency_and_Prediction
4. European Commission. (n.d.). What is energy efficiency? *European Commission*. Available at: https://energy-efficient-products.ec.europa.eu/faqs-0/what-energy-efficiency_en
5. European Environment Agency. (2024). Energy efficiency. *European Environment Agency*. Available at: <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/energy-efficiency>
6. European Parliament. (2015). Understanding energy efficiency. *European Parliament*. Available at: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568361/EPRS_BRI\(2015\)568361_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568361/EPRS_BRI(2015)568361_EN.pdf)
7. International Organization for Standardization. (2020). ISO 50049:2020(en) Calculation methods for energy efficiency and energy consumption variations at country, region and city levels. *International Organization for Standardization*. Available at: <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:50049:ed-1:v1:en>
8. International Energy Agency. (2022). energy efficiency. *International Energy Agency*. Available at: <https://www.iea.org/energy-system/energy-efficiency-and-demand/energy-efficiency>
9. Javed A., Saeed S. (2026). Energy efficiency and social marketing. *Digital Platforms for Sustainable Business. Driving Energy Efficiency through Digital Transformation*. 2026. pp. 309-321. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-29293-4.00001-2>
10. Mykhailyshyn K., Polyanska A., Psyuk V., Antoniuk O. (2024). How to achieve the energy transition taking into account the efficiency of energy resources consumption. *E3S Web Conf*. Vol. 567. No 01026. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456701026>
11. Polyanska A., Pazynich Y., Mykhailyshyn K., Babets D. & Toś P. (2024). Aspects of energy efficiency management for rational energy resource utilization. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*. Vol. 39. No 3. P. 13-26. DOI: <https://doi.org/10.17794/rgn.2024.3.2>
12. Scopus. (2026). Search results in the scientometric database. Available at: <https://www.scopus.com/pages/home#basic>
13. World Bank. (2025). Power More With Less: Scaling Up Energy Efficiency for Growth and Energy Security. (2025). *World Bank*. Available at: <https://www.worldbank.org/en/topic/energy/publication/power-more-with-less>

Дата надходження статті: 15.04.2026

Дата прийняття статті: 06.05.2026

Дата публікації статті: 25.05.2026