

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-74-35>

УДК 620.91:338.23:502.131.1(4–672ЄС)

РОЗВИТОК ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ЄС: ЕКОНОМІЧНІ ДЕТЕРМІНАНТИ ТА ВИКЛИКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ

RENEWABLE ENERGY DEVELOPMENT IN THE EU: ECONOMIC DETERMINANTS AND ENERGY SECURITY CHALLENGES

Музуров Дмитро Андрійович

аспірант,

Навчально-науковий інститут

«Каразінський інститут міжнародних відносин та туристичного бізнесу»

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1798-2054>**Muzurov Dmytro**

V. N. Karazin Kharkiv National University

У статті проаналізовано розвиток відновлюваної енергетики в країнах Європейського Союзу в контексті кліматичної кризи та необхідності посилення енергетичної безпеки. Застосовано системно-аналітичний підхід, методи порівняльного аналізу та статистичного узагальнення. Визначено основні економічні детермінанти впровадження відновлюваних джерел енергії: інвестиційна привабливість, державні стимули, диверсифікація енергетики, ефективність регуляторної політики. Установлено нерівномірність прогресу серед країн Європейського Союзу, наявність бар'єрів інституційного та інфраструктурного характеру. Висвітлено виклики для енергетичної безпеки: нестабільність виробітку, проблеми акумулювання, залежність від імпорту сировини, потреба модернізації мереж. Запропоновано стратегічні напрями: розвиток гнучких технологій, регіональна кооперація, діджиталізація енергосистем, локалізація виробництва.

Ключові слова: енергетична безпека, відновлювані джерела енергії, Європейський Союз, рівень державної підтримки, інвестиційна привабливість сектору.

In the context of the global climate crisis, the issue of renewable energy development in the European Union is gaining special strategic importance. The transition to renewable energy sources (RES) is a key factor not only for achieving sustainable development goals, but also for strengthening the energy security of the region. At the same time, this process is accompanied by a number of economic, infrastructural and technological challenges that require comprehensive scientific analysis. The purpose of the study is to analyze the current state of renewable energy development in the EU countries, identify economic determinants that affect its implementation, and assess the challenges to energy security in the process of transition to RES. The study uses a system-analytical approach, methods of comparative analysis, and statistical data analysis. Analytical generalization and expert assessment of current challenges are used to formalize the results. It is established that the development of RES in the EU countries demonstrates heterogeneous dynamics: the countries of Northern and Central Europe have achieved significant success in decarbonizing the energy sector. While other countries face barriers of an institutional, financial and infrastructural nature. The main economic determinants include the level of investment attractiveness of the sector, the availability of state incentives, the degree of energy diversification and the effectiveness of regulatory policy. Key challenges for energy security are identified, in particular, the problems of energy storage, the instability of RES production, dependence on imports of raw materials for the production of energy equipment and the need to modernize energy networks. A number of strategic measures are proposed to strengthen energy security, including the development of flexible technologies, regional cooperation, digitalization of energy consumption management systems and stimulation of localization of energy component production. Further research could focus on modeling scenarios of the EU's long-term energy balance, assessing the risks of global supply chains in the context of the development of renewable energy, and studying the socio-economic effects of the energy transition at the level of individual EU member states.

Keywords: energy security, renewable energy sources, EU, level of state support, investment attractiveness of the sector.

Постановка проблеми. В умовах поглиблення кліматичних змін, геополітичної нестабільності та енергетичної залежності від зовнішніх постачальників, розвиток відновлюваної енергетики в Європейському Союзі (ЄС) набуває стратегічного значення. Перехід до екологічно чистих джерел енергії розглядається не лише як екологічний імператив, а й як необхідна передумова забезпечення довгострокової енергетичної безпеки та економічної стійкості. Проте, попри суттєвий прогрес у сфері «зеленої» енергетики, країни-члени ЄС зіштовхуються з низкою викликів. Останні пов'язані з високими витратами на модернізацію енергетичної інфраструктури, нерівномірністю розвитку відновлюваних джерел енергії в регіональному розрізі, а також нестабільністю виробництва енергії з відновлюваних джерел. Водночас економічні детермінанти, зокрема структура енергетичного ринку, рівень державної підтримки, інвестиційна привабливість сектору та інноваційний потенціал, істотно впливають на темпи та ефективність енергетичного переходу. У зв'язку з цим актуальним є дослідження взаємозв'язку між економічними факторами та розвитком відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Окрему увагу слід приділити виявленню загроз і обмежень, які можуть уповільнювати посилення енергетичної незалежності ЄС у контексті нових викликів глобальної безпеки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оцінка наукових джерел, присвячених розвитку ВДЕ в ЄС, засвідчує високий рівень дослідницької активності. Вона спрямована на вивчення технічних, економічних, політичних та екологічних аспектів енергетичного переходу. Водночас, у науковому масиві виявляються прогалини, пов'язані з систематизацією економічних детермінант розвитку ВДЕ в контексті забезпечення енергетичної безпеки. А також із недостатньою інтеграцією між оцінкою викликів переходу та формуванням стратегічних рішень.

Комплексний аналіз відновлюваної енергетики як складної багаторівневої системи здійснено групою авторів, включаючи А. Олабі та ін. (A. Olabi et al.) [1]. Вони порівняли різні системи ВДЕ, вказали на бар'єри їх впровадження та оцінили внесок у досягнення цілей сталого розвитку (sustainability indicators, UN SDGs). У роботі акцент зроблено на важливості врахування соціальних, економічних і технічних показників ефективності. Однак залишено поза увагою регіональні відмінності

розвитку ВДЕ в межах ЄС та їхній вплив на енергетичну стабільність.

Детальний опис сучасного стану відновлюваної енергетики в ЄС представлено М. Реліхом (M. Relich) [2], який дослідив як темпи розвитку, так і нормативно-правові механізми стимулювання галузі. Автор наголосив на потребі посилення інституційної координації між державами-членами та гармонізації фінансової політики. Однак економічні ризики та безпекові аспекти не розглянуто глибоко, що зумовлює необхідність їх подальшого аналізу.

До числа робіт, що розглядають розвиток ВДЕ у взаємозв'язку з політикою сталого розвитку, належить дослідження, проведене П. Боравським та ін. (P. Bórawski et al.) [3]. Автори довели, що екологічна трансформація є тісно пов'язаною з фінансовими стимулами та політичною волею на національному рівні. Разом з тим, індикатори енергетичної безпеки у структурі дослідження розглядаються фрагментарно.

Інструментальний підхід до оцінювання рівня розвитку ВДЕ у країнах ЄС запропонували Я. Бродни та ін. (J. Brodny et al.) [4]. Вони, на основі десятирічного аналізу, сформували типологію держав за рівнем прогресу у сфері відновлюваних джерел енергії. Незважаючи на інформативність даних, у роботі відсутній глибокий аналіз впливу економічних детермінант та політичних ризиків на енергетичну безпеку, що обмежує можливості стратегічного планування.

На перетині енергетичної та екологічної політики працювали С. Гебель і Е. Хакала (S. Häbel, E. Nakala) [5]. Вони дослідили питання політичної узгодженості європейських стратегій з точки зору сталого розвитку та екологічної безпеки. Автори обґрунтували важливість інтегрованого підходу, однак залишили осторонь питання економічної ефективності та регіональних особливостей енергетичних стратегій.

Ф. Адедоїн та ін. (F. Adedoyin et al.) [6] акцентували увагу на позитивному впливі інвестицій у науково-дослідну діяльність на економічне зростання у процесі переходу до ВДЕ. Водночас вони не приділили достатньої уваги системним загрозам енергетичній безпеці, що є важливим у сучасному геополітичному контексті.

Нарешті, С. Антон і А. Нуку (S. Anton, A. Nucu) [7] довели статистично значущий вплив рівня фінансового розвитку на споживання відновлюваної енергії в країнах ЄС.

Це створює основу для подальшого розгляду механізмів мобілізації капіталу в умовах енергетичної трансформації.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Проведений огляд свідчить про наявність значної кількості досліджень, що охоплюють окремі аспекти розвитку ВДЕ. Однак відчувається потреба у комплексному підході, який би поєднав аналіз економічних чинників, оцінку безпекових викликів і формування стратегічних рішень на рівні ЄС. Саме заповнення цієї прогалини і є науковим завданням даної роботи.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є дослідження економічних чинників, що впливають на розвиток відновлюваної енергетики в ЄС, та аналіз пов'язаних із цим викликів для забезпечення енергетичної безпеки.

Завдання статті:

- проаналізувати сучасний стан розвитку відновлюваної енергетики в країнах ЄС;
- визначити ключові економічні детермінанти, що впливають на впровадження та масштабування відновлюваних джерел енергії;
- оцінити ризики та виклики, пов'язані з переходом до відновлюваної енергетики в контексті енергетичної безпеки;
- запропонувати стратегічні підходи до підвищення ефективності енергетичного переходу та зміцнення енергетичної незалежності Європейського Союзу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Європейський Союз протягом останніх десятиліть послідовно формує політику енергетичного переходу. Вона орієнтована на заміщення викопних джерел енергії відновлюваними з метою досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року [8, с. 229]. Особливо активізувався цей процес після 2022 року. Геополітична криза та повномасштабне вторгнення Росії в Україну спричинили гостру потребу в енергетичній незалежності та диверсифікації постачання енергоресурсів. У цьому контексті відновлювана енергетика стала ключовим напрямом забезпечення енергетичної безпеки та досягнення цілей сталого розвитку, сформульованих ООН і впроваджених у стратегії ЄС.

На 2023 рік відновлювані джерела енергії забезпечували близько 23% загального кінцевого споживання енергії в ЄС, згідно з даними Євростату [9]. У деяких країнах цей показник значно перевищує середньоєвропейський рівень. Зокрема, Швеція, Фінляндія та Латвія

отримують понад 40% енергії з відновлюваних джерел, демонструючи сталі структурні зрушення у національних енергобалансах. Лідерство Швеції зумовлене широким використанням гідроенергетики, біомаси та зростанням частки вітрової енергії. У Фінляндії, окрім гідро- та вітроенергетики, активно розвивається виробництво тепла з біомаси, що є характерною рисою північних країн ЄС.

Відповідно до результатів дослідження польських економістів, опублікованого на початку 2024 року, низка держав ЄС уже досягла сьомої цілі сталого розвитку ООН. Зокрема, це забезпечення доступної, надійної, сталої та сучасної енергетики для всіх – ще у 2020–2021 роках [10]. Згідно з композитним індексом прогресу, що поєднує сім релевантних показників, найкращі результати продемонстрували Швеція, Данія, Естонія, Австрія, Мальта, Кіпр, Латвія та Бельгія. Це свідчить про глибоке інституційне вкорінення «зеленої» енергетики в економічну політику зазначених країн, включаючи наукові дослідження, державне стимулювання інновацій та високий рівень доступу до електроенергії.

Водночас спостерігається нерівномірність у досягненні цілей сталого енергетичного розвитку між державами-членами. Наприклад, Болгарія посідає останні позиції за темпами інтеграції ВДЕ до національного енергетичного балансу. Це зумовлено як технологічними обмеженнями, так і інституційною інертністю. При цьому загальна динаміка вказує на скорочення розриву між країнами. Європейська комісія систематично підтримує перехід менш розвинених членів союзу. Це здійснюється через механізми спільного фінансування, «Зелений курс» (Green Deal), фонд справедливого переходу (Just Transition Fund) та інші ініціативи [11].

На макрорівні варто зазначити, що протягом останніх років ЄС пришвидшив темпи відмови від викопного палива. Зокрема від російського газу, що використовувався як основне джерело теплової генерації в низці країн. Наприкінці лютого 2024 року Єврокомісія закликала держави-члени добровільно скоротити споживання природного газу на 15% від середнього рівня п'ятирічного періоду до 2022 року. Це є ще одним підтвердженням зростаючої ролі відновлюваних джерел у стабілізації енергетичних систем.

Серед найбільш динамічно зростаючих секторів ВДЕ в ЄС – вітрова та сонячна енергетика. За даними агентства Ember, у 2023 році

сонячна енергетика забезпечила рекордні 8% електроенергії ЄС [12]. Тоді як вітрова – понад 17%, що в сукупності дозволило вперше обігнати виробництво електроенергії з природного газу. Особливо помітні темпи приросту зафіксовані в Нідерландах, Іспанії та Німеччині, які здійснюють масштабну модернізацію електромереж і стимулюють розвиток розподіленої генерації.

Отже, сучасний стан розвитку відновлюваної енергетики в ЄС можна охарактеризувати як структурно прогресивний, проте нерівномірний у географічному розрізі. Досягнення окремих країн є свідченням ефективності цілеспрямованої державної політики, інституційної зрілості та інноваційної спроможності. Водночас виклики, пов'язані з інфраструктурними, економічними й політичними бар'єрами, залишаються актуальними, що зумовлює необхідність подальшого аналізу економічних детермінант сталого розвитку енергетичного сектору.

Розвиток ВДЕ в ЄС визначається сукупністю економічних чинників. Вони формують як інвестиційну привабливість зеленої енергетики, так і ефективність її інтеграції в енергетичні системи країн-членів. Серед ключових економічних детермінант слід виділити рівень капіталовкладень, вартість генерації енергії з відновлюваних джерел, частку ВДЕ в енергетичному балансі, обсяг встановлених потужностей та конкурентоспроможність енергетичних ринків.

Найбільш потужним драйвером розвитку ВДЕ в ЄС є масштаби інвестицій у відповідний сектор. У 2024 році лідером за обсягом фінансування «зеленої» енергетики стала Німеччина, яка інвестувала близько 31,2 млрд євро у розвиток ВДЕ [13] (табл. 1). Ця країна демонструє послідовну політику енергетичного переходу. В тому числі через програму

Energiewende, яка стимулює як великі промислові проєкти, так і розвиток децентралізованої генерації. Друге та третє місця за рівнем інвестицій посіли Іспанія (15,7 млрд євро) та Франція (12,5 млрд євро). Попри відмінності в енергетичному міксі, ці країни активно впроваджують нові потужності сонячної та вітрової енергетики.

Іншим визначальним чинником є вартість генерації електроенергії з ВДЕ, яка безпосередньо впливає на її конкурентоздатність відносно традиційних джерел. У 2024 році найнижчу середню собівартість електроенергії з ВДЕ продемонстрували Швеція (49 €/МВт·год) та Іспанія (50 €/МВт·год). Це свідчить про ефективність експлуатації відновлюваних потужностей та сприятливі кліматичні умови для генерації. Для порівняння, у Франції цей показник сягав 58 €/МВт·год. Це зумовлено вищими витратами на інтеграцію ВДЕ у загальну енергосистему та порівняно меншими обсягами накопиченої генераційної бази.

Водночас визначальним економічним маркером стало зростання встановлених потужностей ВДЕ. У 2024 році найвищі показники продемонстрували Німеччина (143,5 ГВт) та Іспанія (70,1 ГВт), що підтверджує інтенсивне впровадження інфраструктурних рішень на національному рівні. У Нідерландах, з огляду на обмеженість території, але високий рівень технологічної модернізації, встановлено 42,8 ГВт, що свідчить про ефективне використання ресурсів.

Особливу увагу заслуговує аналіз частки ВДЕ у структурі національного виробництва електроенергії. Найвищу частку демонструє Швеція (75%). В країні історично сильні позиції займає гідроенергетика у поєднанні з новітніми рішеннями у сфері біоенергетики та вітрової енергетики. Також суттєвий рівень

Таблиця 1

Економічні показники розвитку ВДЕ в окремих країнах ЄС, 2024 р.

Країна	Частка ВДЕ у виробництві електроенергії, %	Інвестиції у ВДЕ, млрд €	Середня вартість генерації ВДЕ, €/МВт·год	Потужності ВДЕ, ГВт
Німеччина	48,3	31,2	54,0	143,5
Франція	27,9	12,5	58,0	65,2
Іспанія	49,2	15,7	50,0	70,1
Італія	41,5	9,3	52,0	62,3
Нідерланди	33,4	7,1	56,0	42,8
Швеція	75,0	5,8	49,0	40,2

Джерело: сформовано автором на основі [14]

досягли Іспанія (49,2%) і Німеччина (48,3%), що є прямим результатом стратегічного пріоритету на заміщення викопних джерел енергії.

Таким чином, розвиток відновлюваної енергетики в країнах ЄС зумовлений комбінацією кількісних та якісних економічних чинників. До них належать рівень інвестицій, структура витрат, масштаби генераційних потужностей та частка ВДЕ у національному балансі. Стабільна динаміка цих показників засвідчує, що економічна складова відіграє ключову роль у трансформації енергетичних систем. Вона підвищує рівень енергетичної автономії, сприяє кліматичній нейтральності та формує конкурентні переваги у сфері технологій чистої енергії.

Незважаючи на позитивну динаміку інтеграції ВДЕ, глибока трансформація енергетичного ландшафту створює нові ризики, які потребують комплексного аналізу та багаторівневого регулювання. Перш за все, слід зазначити, що основною загрозою енергетичній безпеці на тлі зростання частки ВДЕ є зниження стабільності енергопостачання через інтермітентний характер відновлюваних джерел. Вітер і сонце, на відміну від традиційних джерел, не забезпечують постійного й передбачуваного рівня генерації. У країнах із високою залежністю від ВДЕ, таких як Данія, понад 50% електроенергії генерується за допомогою вітрових турбін [15]. У пікові години попиту або за несприятливих погодних умов може виникати потреба у залученні резервних джерел або імпорту електроенергії, що створює додаткове навантаження на енергосистему.

Другим ключовим викликом є обмеженість інфраструктури, зокрема недостатня інтегрованість національних енергетичних мереж. Перехід до децентралізованої генерації вимагає масштабної модернізації електромереж. Вони повинні бути здатними ефективно транспортувати електроенергію з нових відновлюваних потужностей – часто розміщених у віддалених або географічно складних регіонах – до споживачів. Це особливо актуально для країн Центральної та Східної Європи, де інфраструктурна база суттєво застаріла. Крім того, обмежена ємність систем зберігання енергії ускладнює балансування виробництва та споживання.

Також суттєвою проблемою залишається збереження економічної стійкості енергетичних ринків у перехідний період. Субсидування ВДЕ, що практикується у низці країн ЄС, включаючи Німеччину та Італію, іноді спотворює

ринкові механізми, викликаючи коливання цін на електроенергію. У деяких випадках це призводить до збільшення вартості електроенергії для кінцевих споживачів. Останнє може викликати соціальне напруження й уповільнення темпів переходу до сталих джерел енергії.

Окремо варто звернути увагу на питання енергетичної незалежності. Попри скорочення імпорту російського газу та вугілля, частина енергетичних технологій, включаючи обладнання для вітрових і сонячних електростанцій, імпортується з третіх країн, зокрема з Китаю. Це створює нові залежності та уразливості, особливо в умовах загострення геополітичної конкуренції. На фоні зростання попиту на стратегічні мінерали, необхідні для виготовлення акумуляторів і фотовольтаїчних панелей (зокрема літій, кобальт, рідкоземельні метали), посилюється конкуренція за доступ до цих ресурсів. Це також становить довгостроковий виклик.

Крім того, кліматичні ризики й екстремальні погодні явища, частота яких зростає, здатні порушити стабільність виробництва енергії з ВДЕ. Засухи можуть обмежити гідроенергетичний потенціал, а пилові бурі або снігопади – знижувати ефективність сонячних панелей. Ці фактори підкреслюють необхідність впровадження адаптивних стратегій управління ризиками в енергетичному секторі. Оскільки трансформація енергетичного балансу зумовлює як технологічні, так і соціально-економічні виклики, ефективно реагування на них повинно ґрунтуватися на поєднанні інфраструктурної модернізації та інноваційного розвитку.

Першим пріоритетним напрямом є створення високоефективних систем накопичення енергії. Інвестиції в технології акумулявання, такі як літієві батареї, водневі системи та гідроакумуляуючі електростанції, дозволяють мінімізувати ризики інтермітентності ВДЕ. Крім того, це сприятиме зменшенню необхідності у залученні резервних потужностей на викопному паливі.

Другим напрямом має стати розвиток розумних мереж (smart grids), здатних до інтерактивного керування енергоспоживанням, адаптації до змін у генерації та інтеграції розподілених джерел енергії. Високий рівень цифровізації енергетичних систем також підвищить здатність до прогнозування, виявлення відмов і швидкого реагування на кризові ситуації.

Не менш важливою є інтеграція енергетичних ринків ЄС шляхом посилення між-

державних інтерконекторів та створення єдиного внутрішнього енергетичного простору. Це дозволить гнучко перерозподіляти енергію між країнами-членами, нівелюючи локальні дефіцити й забезпечуючи спільну стійкість системи. Особливої уваги потребує диверсифікація постачання критичних мінералів і компонентів для ВДЕ. Необхідно посилити внутрішній видобуток стратегічної сировини. Зокрема через реалізацію Європейської сировинної стратегії (Critical Raw Materials Act), а також налагодити безпечні ланцюги поставок з політично стабільних країн-партнерів. Також важливим є підвищення енергетичної грамотності населення та стимулювання споживачів до участі в енергетичних кооперативах. Це дозволить знизити навантаження на центральну систему та підвищити енергетичну автономію локальних громад.

Висновки. У результаті проведеного дослідження встановлено, що відновлювана енергетика в ЄС демонструє динамічні темпи розвитку. Ключовими рушіями цього процесу виступають стратегічні ініціативи ЄС, зокрема Європейський зелений курс, REPowerEU та Енергетичний союз. Вони визначають орієнтири на декарбонізацію, енергетичну ефективність і кліматичну нейтральність до 2050 року. Аналіз показав, що у більшості держав-членів ЄС спостерігається зростання інвестиційної привабливості ВДЕ, активізація участі приватного сектора та зростання ролі децентралізованої генерації.

Визначено, що серед основних економічних детермінант, які впливають на впровадження та масштабування ВДЕ в ЄС, провідне місце посідають рівень державної підтримки, наявність фінансових стимулів та доступність

технологій. Крім того, важливими факторами є вартість капіталу, ціни на енергоносії та вартість і ризики імпорту викопного палива. Ефективна реалізація енергетичної політики вимагає узгодження інтересів різних зацікавлених сторін і формування стабільного регуляторного середовища для інвесторів.

Разом з тим, енергетичний перехід до ВДЕ супроводжується низкою викликів, зокрема зростаючою залежністю від критично важливих матеріалів і нестабільністю генерації з відновлюваних джерел. Крім того, виникає необхідність модернізації інфраструктури та вирішення кібербезпекових ризиків. Ці чинники можуть становити загрозу енергетичній безпеці, якщо не будуть своєчасно враховані у стратегіях розвитку енергетичного сектору.

З метою підвищення ефективності енергетичного переходу та зміцнення енергетичної незалежності ЄС запропоновано низку стратегічних підходів. Серед них: масштабування систем накопичення енергії, розвиток цифрових технологій управління (smart grids) та посилення міждержавної енергетичної інтеграції. Крім того, важливими є диверсифікація джерел постачання критичної сировини та активізація ролі споживачів через підтримку енергетичних кооперативів. Системна реалізація цих заходів здатна забезпечити сталий розвиток енергетики ЄС на основі ВДЕ та гарантувати енергетичну безпеку у довгостроковій перспективі.

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні впливу новітніх технологій (зокрема водневої енергетики, систем акумулювання, цифрових інтелектуальних мереж) на зміцнення енергетичної стійкості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Olabi A. G., Elsaid K., Obaideen K., Abdelkareem M. A., Rezk H., Wilberforce T., Maghrabie H. M., Sayed E. T. Renewable energy systems: Comparisons, challenges and barriers, sustainability indicators, and the contribution to UN sustainable development goals. *International Journal of Thermofluids*. 2023. Vol. 20, p. 100498. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100498>
2. Relich M. Renewable Energy in the European Union: The State of the Art and Directions of Development. *Wseas transactions on business and economics*. 2024. Vol. 21, p. 630-637. DOI: <https://doi.org/10.37394/23207.2024.21.52>
3. Bórawski P., Wyszomierski R., Beldycka-Bórawska A., Mickiewicz B., Kalinowska B., Dunn J. W., Rokicki T. Development of renewable energy sources in the European Union in the context of sustainable development policy. *Energies*. 2022. Vol. 15 (4). 1545. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15041545>
4. Brodny J., Tutak M., Bindzár P. Assessing the level of renewable energy development in the European Union member states. A 10-year perspective. *Energies*. 2021. Vol. 14(13), 3765. DOI: <https://doi.org/10.3390/en14133765>
5. Häbel S., Hakala E. Policy coherence for sustainable development and environmental security: A case study of European Union policies on renewable energy. *Environmental Policy and Governance*. 2021. Vol. 31(6), pp. 633–646. DOI: <https://doi.org/10.1002/eet.1962>

6. Adedoyin F., Bekun F., Alola A. Growth impact of transition from non-renewable to renewable energy in the EU: the role of research and development expenditure. *Renewable Energy*. 2020. Vol. 159, pp. 1139–1145. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.06.015>
7. Anton S.G., Nucu A.E. The effect of financial development on renewable energy consumption. A panel data approach. *Renewable Energy*. 2020. Vol. 147, pp. 330–338. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.09.005>
8. Kraenzle H., Rampp M., Werner D., Seitz J., Sharma N. Prediction of the growth of renewable energies in the European Union using time series analysis. *WSEAS Transactions on Computers*. 2023. Vol. 22, pp. 225–232. DOI: <https://doi.org/10.37394/23205.2023.22.26>
9. Бурдига Д., Дроздова Т., Миколайчук М. Розвиток відновлювальної енергетики: світові тенденції та завдання для національної безпеки України. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2023. Вип. 3. DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2156.2023.3.5>
10. Гавриляк І. Перехід на відновлювальні джерела енергії. У Євросоюзу з'явилися країни-лідери. *Главком*. 06.03.2024. URL: https://glavcom.ua/new_energy/news/perekhid-na-vidnovljuvalni-dzherela-enerhiji-u-jevrosojuzu-zjavilis-krajini-lideri-989428.html (дата звернення: 08.05.2025).
11. Сergyogina G. O., Bezdetko K. S. Роль відновлюваної енергетики в сталому розвитку територій України. *економіка та суспільство*. 2024. Вип. 68. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-87>
12. Приходько І., Ігнатишин В., Приходько Ю. Особливості розвитку відновлюваної енергетики в Україні та світі. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 62. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-47>
13. Diaconescu M., Marina L. E., Mariniu A. M., Popescu, M.-F. Diaconescu M. Towards Renewable Energy Sources Energy Transition: Statistics from Bibliometric Analysis to Scientific Discourse to Policy Action. *Energies*. 2024. Vol. 17, p. 4719. DOI: <https://doi.org/10.3390/en17184719>
14. World Energy Outlook 2025. URL: <https://www.iea.org/events/world-energy-outlook-2025> (дата звернення: 08.05.2025).
15. Yadav N., Amita Pathania A., Ramesh K.M. Green Finance and its Role in Achieving Sustainable Development Goals: A Bibliometric Analysis, FOCUS WTO. 2024. Vol. 26 (2), pp. 64–85. URL: http://publication.iift.ac.in/focuswto_archive.asp (дата звернення: 08.05.2025).

REFERENCES:

1. Olabi, A. G., Elsaid, K., Obaideen, K., Abdelkareem, M. A., Rezk, H., Wilberforce, T., Maghrabie, H. M., & Sayed, E. T. (2023). Renewable energy systems: Comparisons, challenges and barriers, sustainability indicators, and the contribution to UN sustainable development goals. *International Journal of Thermofluids*, 20, 100498. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100498>
2. Relich, M. (2024). Renewable energy in the European Union: The state of the art and directions of development. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 21, 630–637. <https://doi.org/10.37394/23207.2024.21.52>
3. Bórawski, P., Wyszomierski, R., Beldycka-Bórawska, A., Mickiewicz, B., Kalinowska, B., Dunn, J. W., & Rokicki, T. (2022). Development of renewable energy sources in the European Union in the context of sustainable development policy. *Energies*, 15(4), 1545. <https://doi.org/10.3390/en15041545>
4. Brodny, J., Tutak, M., & Bindzár, P. (2021). Assessing the level of renewable energy development in the European Union member states: A 10-year perspective. *Energies*, 14(13), 3765. <https://doi.org/10.3390/en14133765>
5. Häbel, S., & Hakala, E. (2021). Policy coherence for sustainable development and environmental security: A case study of European Union policies on renewable energy. *Environmental Policy and Governance*, 31(6), 633–646. <https://doi.org/10.1002/eet.1962>
6. Adedoyin, F., Bekun, F., & Alola, A. (2020). Growth impact of transition from non-renewable to renewable energy in the EU: The role of research and development expenditure. *Renewable Energy*, 159, 1139–1145. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.06.015>
7. Anton, S. G., & Nucu, A. E. (2020). The effect of financial development on renewable energy consumption: A panel data approach. *Renewable Energy*, 147, 330–338. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.09.005>
8. Kraenzle, H., Rampp, M., Werner, D., Seitz, J., & Sharma, N. (2023). Prediction of the growth of renewable energies in the European Union using time series analysis. *WSEAS Transactions on Computers*, 22, 225–232. <https://doi.org/10.37394/23205.2023.22.26>
9. Burdyha, D., Drozdova, T., & Mykolaichuk, M. (2023). Rozvytok vidnovliuvalnoi enerhetyky: svitovi tendentsii ta zavdannia dlia natsionalnoi bezpeky Ukrainy [Development of renewable energy: global trends and tasks for the national security of Ukraine]. *Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok – Public Administration: Improvement and Development*, (3). <https://doi.org/10.32702/2307-2156.2023.3.5>

10. Havryliak, I. (2024, March 6). Perekhid na vidnovliuvalni dzherela enerhii. U Yevrosoiuзу z'iavylys krainy-lidery [Transition to renewable energy sources. The EU has new leading countries]. *Glavkom – Glavcom*. https://glavcom.ua/new_energy/news/perekhid-na-vidnovljuvalni-dzherela-enerhiji-u-jevrosojuzu-zjavilis-krajini-lid-eri-989428.html (accessed May 8, 2025).
11. Seriohina, H. O., & Bezdietko, K. S. (2024). Rol vidnovliuvalnoi enerhetyky v stalomu rozvytku terytorii Ukrainy [The role of renewable energy in the sustainable development of Ukrainian territories]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and Society*, (68). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-87>
12. Prykhodko, I., Ihnatyshyn, V., & Prykhodko, Yu. (2024). Osoblyvosti rozvytku vidnovliuvalnoi enerhetyky v Ukraini ta sviti [Features of renewable energy development in Ukraine and the world]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and Society*, (62). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-47>
13. Diaconescu, M., Marina, L. E., Mariniu, A. M., & Popescu, M.-F. (2024). Towards renewable energy sources energy transition: Statistics from bibliometric analysis to scientific discourse to policy action. *Energies*, 17, 4719. <https://doi.org/10.3390/en17184719>
14. International Energy Agency. (2025). *World energy outlook 2025*. <https://www.iea.org/events/world-energy-outlook-2025> (accessed May 8, 2025).
15. Yadav, N., Pathania, A., & Ramesh, K. M. (2024). Green finance and its role in achieving sustainable development goals: A bibliometric analysis. *Focus WTO*, 26(2), 64–85. http://publication.iift.ac.in/focuswto_archive.asp (accessed May 8, 2025).