

УДК 620.98

DOI: <https://doi.org/10.32347/tb.2025-42.0517>**¹Олексій Забарилло,**кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри Вищої Математики, <https://orcid.org/0000-0003-4951-8882>, e-mail: zabarylo.ov@knuba.edu.ua**¹Юлія Коротких,**старший викладач кафедри Інформаційних Технологій Проектування та Прикладної Математики, <https://orcid.org/0000-0002-9905-8151>, e-mail: korotkykh.iaa@knuba.edu.ua**¹Павло Забарилло,**аспірант кафедри Архітектурних Конструкцій, <https://orcid.org/0009-0003-7712-3674>, e-mail: zabarylo_po-2023@knuba.edu.ua¹Київський Національний Університет Будівництва і Архітектури, просп. Повітрофлотський 31, м. Київ, 03037, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГОГЕНЕРАЦІЇ ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ

АНОТАЦІЯ. У статті озвучено важливість енергетичного сектору для розвитку країни та наголошено на необхідності посилення заходів, спрямованих на зміцнення енергетичної незалежності. Обґрунтовано важливість надійної системи енергетичної безпеки та перелічено заходи для її поетапного впровадження. Дано визначення диверсифікації джерел енергоресурсів як одного з інструментів, що сприяє розвитку енергетичного сектору. Відмічено основні аспекти переваг застосування диверсифікованої системи енергопостачання. Наведено конкретні приклади впровадження вищезазначеної політики енергетичної диверсифікації та енергоефективності в розвинених країнах Європейського Союзу, стратегії, що реалізуються в рамках впровадження комплексних структур енергоспоживання як основний орієнтир для розгортання аналогічних ініціатив на теренах України. Зокрема проведено аналіз досягнень у даному напрямку станом на 2024-й рік та озвучено основні перспективи на майбутнє. Вказано на критичну необхідність переорієнтації вітчизняної системи користування джерелами енергогенерації на таку, що в своєму ядрі спирається на альтернативну енергетику. Дано розгорнуту характеристику неосвоєного потенціалу України в контексті найбільш перспективних джерел відновлювальної енергетики - сонячної, вітрової, гідроенергетики, геотермальної, енергії біомаси - та можливостей їх освоєння в різних регіонах країни з урахуванням їх географічних кліматичних та територіальних особливостей на тлі поступової переорієнтації сектору енергетики до більш диверсифікованої структури та відмови від імпортного викопного палива. Озвучено перспективи подальших досліджень, у тому числі в контексті питань повоєнної відбудови економіки та промисловості, підвищення екологічної чистоти та енергоефективності, енергетичної безпеки та можливого залучення новітніх інформаційних технологій для оптимізації процесу менеджменту джерел енергоресурсів.

Ключові слова: альтернативна енергетика; енергоефективність; диверсифікація; енергетична безпека; енергетичні ресурси, енергогенерація; енергетична безпека.

APPLICATION OF FOREIGN EXPERIENCE IN DIVERSIFICATION OF ENERGY SOURCES TO STRENGTHEN UKRAINE'S ENERGY INDEPENDENCE

ABSTRACT. The article announces the importance of the energy sector for the development of the country and emphasizes the need to strengthen measures aimed at strengthening energy independence. The importance of a reliable energy security system is substantiated and measures for its gradual implementation are listed. The definition of diversification of energy sources as one of the currents, which contributes to the development of the energy sector. The main aspects of considering the diversified energy supply system benefits are noted. Specific examples of the above-mentioned energy diversification and energy efficiency policy in developed countries of the European Union, strategy implemented within the framework of implementation of complex structures of energy consumption as a major landmark for deployment of similar initiatives in Ukraine are given. In particular, an analysis of the achievements in this area as of 2024 and the main prospects for the future were voiced. The critical need to reorient the domestic system of using sources of energy generation to one that in its nucleus relies on alternative energy. Given the detailed characteristics

of the undeveloped potential of Ukraine in the context of the most promising sources of renewable energy - solar, wind, hydropower, geothermal, biomass energy - and opportunities for their development in different regions' fossil panel. The prospects for further research have been announced, including in the context of the issues of post-war economic and industry, increasing environmental purity and energy efficiency, energetic security and possible involvement of the latest information technologies for optimizing the process of management of energy sources.

Keywords: *alternative energy; energy efficiency; diversification; energy safety; energy resources, energy generation; energy safety.*

1. Постановка проблеми. Енергетична незалежність є пріоритетом для розвитку як української економіки, так і країни в цілому, але водночас виклики національній безпеці ставлять під загрозу плани поступової імплементації відповідних ініціатив. Енергетичний сектор є одним з ключових секторів національної економіки, а безперервне та ефективне енергопостачання має безпосередній вплив на економічне зростання. Економіка України, незважаючи на зрушення у правильному напрямку, все ще відчуває значну залежність від імпорту енергоносіїв, не кажучи вже про проблеми надмірного забруднення навколишнього середовища через використання застарілого виробничого обладнання, а також труднощі, спричинені повномасштабним вторгненням, вплив яких зокрема на енергосектор і промисловість важко переоцінити, а тому впровадження нової, диверсифікованої енергетичної системи стає все більш важливим завданням.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження сутності, різновидів та значущості поняття диверсифікації діяльності відображаються у творах різних фахівців та в різних напрямках, таких як: Вибір оптимального методу диверсифікації підприємств[1]; Вивчення факторів, що впливають на диверсифікацію підприємств[2]; Перегляд диверсифікації як економічного процесу. Проблеми та перспективи розвитку енергоефективності, включаючи альтернативну енергію як одну з потенційних та оптимальних напрямків диверсифікації, вивчаються різними дослідниками, але для України є вирішальним для того, щоб вказати на європейський досвід роботи в альтернативних джерелах енергії[3] та додати контекст європейської інтеграції та можливих проблем, пов'язаних з ним[4]. Сонячна енергія та її розвиток[5] можуть бути однією з життєво важливих частин сучасних тенденцій диверсифікації енергії[6]. Теоретичні основи енергетичної безпеки як загальної економічної категорії в Україні, а також основні фактори, що впливають на неї, спочатку були описані в кінці дев'яностих, але лише порівняно нещодавно отримували розвиток в контексті урядової регуляції[7].

3. Мета роботи. Метою дослідження є вивчення досвіду енергетичної диверсифікації як одного з основних інструментів досягнення енергетичної безпеки країни. Для досягнення поставленої мети необхідно застосувати наступні кроки:

- визначити поняття енергетичної диверсифікації та її переваги;
- вивчити приклади впровадження такого підходу в країнах Європейського Союзу;
- проаналізувати потенціал відновлюваних джерел енергії в Україні як альтернативи на тлі поступового переходу від використання імпортованих викопних видів палива, враховуючи географічні та кліматичні особливості різних регіонів;
- окреслити перспективи подальших досліджень щодо вдосконалення процесу управління джерелами генерації енергії та розробити низку рекомендацій, зокрема із залученням новітніх інформаційних технологій.

4. Матеріали та методи. Енергетична диверсифікація означає використання різних джерел енергії, постачальників і маршрутів, що, як наслідок, зменшує залежність від одного ресурсу або постачальника. Країна, яка диверсифікує свій базис джерел енергогенерації, захищає себе від енергетичних перебоїв і зміцнює свою енергетичну безпеку. Серед безперечних переваг диверсифікованої енергетичної системи є наступні аспекти:

- Політична незалежність: Розподіл енергетичних потреб між різними постачальниками дозволяє країні-імпортеру зменшити свою залежність від одного постачальника і зміцнити свою незалежність у світовій політиці.

• Економічна стабільність: Енергетична диверсифікація сприяє збільшенню економічної стабільності. Отримання енергії з різних джерел і постачальників захищає країну-імпортера від енергетичних перебоїв, коли одне джерело або постачальник не може або не хоче задовольнити попит.

• Захист навколишнього середовища: Розвиток відновлюваних ресурсів, таких як сонячна та вітрова енергетика, зменшує загрозу дефіциту енергії. Інвестиції у відновлювану енергетику також стимулюють інновації та зростання зайнятості.

Ключовим компонентом енергетичної диверсифікації сьогодні є активне використання альтернативних джерел енергії. Прикладом реалізації такого підходу є те, що Європейський Союз протягом десятиліть послідовно переходив на відновлювані джерела енергії та диверсифікував своїх постачальників природного газу, щоб зменшити майбутню залежність від одного імпортера у випадку перебоїв або політичних конфліктів та підвищити енергетичну безпеку регіону.

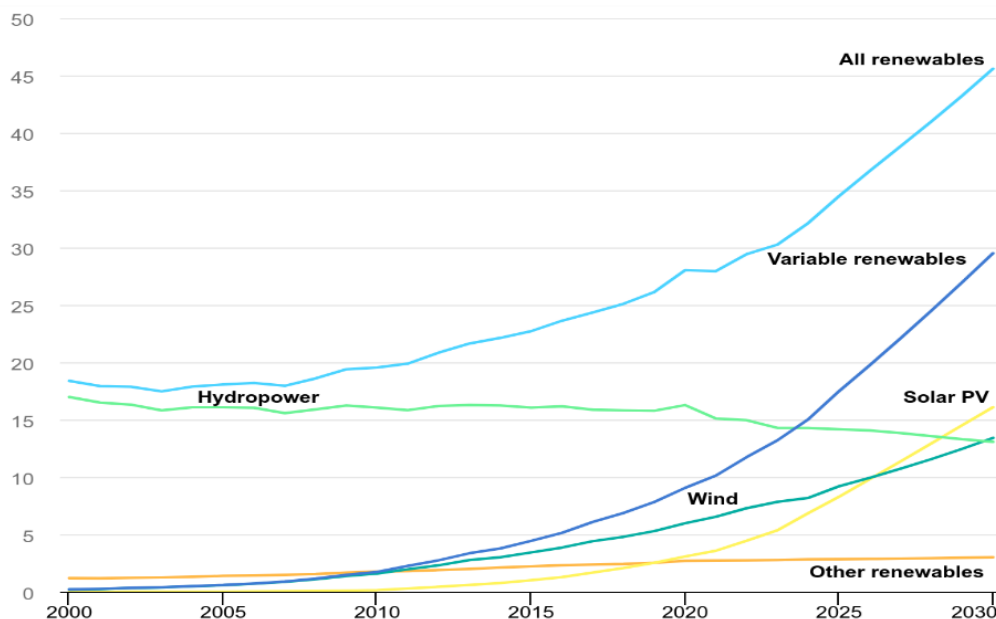


Рис.1. Частка виробництва електроенергії з відновлюваних джерел за технологіями, 2000-2030[8]

Fig.1. Share of renewable electricity generation by technology, 2000-2030[8]

Ця стратегія була закріплена в ряді юридично оформлених ініціатив, серед яких варто відмітити "Промисловий план Green Deal", опублікований Єврокомісією в лютому 2023 року і спрямований на підвищення довгострокової конкурентоспроможності європейської промисловості з нульовими викидами та сприяння переходу до кліматичної нейтральності, а пізніше в рамках цієї стратегії в травні 2024 року був прийнятий Закон про критичну сировину (Critical Raw Materials Act, CRMA), спрямований на підвищення стійкості ланцюгів постачання критичних мінералів в ЄС та зменшення залежності від третіх країн щодо критичної сировини, необхідної для "зеленого" переходу[9].

У січні-червні 2024 року вітрові турбіни та сонячні панелі вперше стали основним джерелом енергії в Європі, обігнавши традиційні джерела енергії (газ, вугілля та нафту). За оцінками експертів кліматичного аналітичного центру Ember, їхня частка становить 50%, беручи до уваги інші відновлювані джерела енергії, такі як гідроенергетика. Стратегії країн щодо досягнення кліматичних цілей та дотримання законодавства до 2030 року визначатимуть роль традиційних та чистих енергетичних технологій в Європі. Експерти прогнозують, що загальне споживання енергії в ЄС залишиться відносно незмінним протягом наступних трьох десятиліть. За оцінками Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), до 2040 року попит на електроенергію в ЄС зросте на 12-26%.

Для України до повномасштабного вторгнення найважливішим аспектом альтернативних джерел енергії була її чистота та екологічність – їх активне використання це сприяє поліпшенню екологічної ситуації і не призводить до зміни енергетичного балансу на планеті. При використанні відновлюваних джерел енергії немає необхідності видобувати, переробляти, збагачувати і транспортувати паливо, а також усувається проблема утилізації або захоронення шкідливих відходів традиційного виробництва енергії. Враховуючи, що відновлювана енергетика використовує енергетичні потоки, які вже існують в навколишньому просторі, теплове забруднення навколишнього середовища, викликане скиданням туди частини перетвореної енергії, є незначним. Інші види забруднення повітря і води, а також обсяги відходів також незначні. З екологічних міркувань відновлювана енергетика має перевагу над традиційними видами палива та ядерною енергією. Але в сучасних умовах, на тлі відмови від імпортованих енергоносіїв, використання відновлюваних джерел енергії є життєво необхідною альтернативою викопним видам палива, оскільки може покрити значну частину енергоспоживання і має великий потенціал для розвитку. Вкрай важливо збільшити інвестиції у широкомасштабне розгортання децентралізованої відновлюваної енергетики, враховуючи, що близько 40% енергетичної інфраструктури було пошкоджено внаслідок бойових дій, і ця тенденція навряд чи зміниться в найближчому майбутньому. Київська школа економіки оцінює прямі втрати в електроенергетиці внаслідок російських атак у 56,2 млрд доларів США, з яких 16 припадає на прямі фізичні збитки, а 40 - на непрямі фінансові втрати[10], і ця сума постійно зростає.



Рис.2. Карта розподілу природних зон в Україні
Fig.2. Map of the distribution of natural zones in Ukraine

Економічний потенціал для розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні залишається досить значним. Великі площі неосвоєних територій, географічне та природне різноманіття створюють дуже сприятливі умови для подальшої диверсифікації структури джерел генерації енергії. Варто також зазначити, що вищезгадана угода CRMA за своєю суттю спрямована на забезпечення безпечного, різноманітного та сталого постачання до ЄС критично важливої сировини, включаючи рідкісноземельні елементи, необхідної для стратегічних секторів та технологій, пов'язаних із зеленими та цифровими трансформаціями, і потенційно може надати можливість для поглиблення співпраці між Україною та Європейським Союзом.

Диверсифікація в енергетичному секторі України має здійснюватися відповідно до європейських стандартів, принципів і норм, враховуючи тісний взаємозв'язок між диверсифікацією природних енергетичних ресурсів, маршрутів їх постачання тощо та рівнем енер-

гетичної безпеки країни[11]. Нинішня війна суттєво вплинула як на енергетичну безпеку Європейського Союзу, так і на його політику у цій сфері через втрату традиційних джерел постачання енергоресурсів. У відповідь на ці виклики ЄС розробив амбітні ініціативи "RePowerEU" та "Fit for 55", спрямовані на прискорення енергетичного переходу та зменшення залежності від викопних видів палива, а Україна, інтегруючись в енергетичну систему ЄС, може стати важливим постачальником "зеленої" енергії та сприяти диверсифікації джерел енергопостачання для ЄС[12].

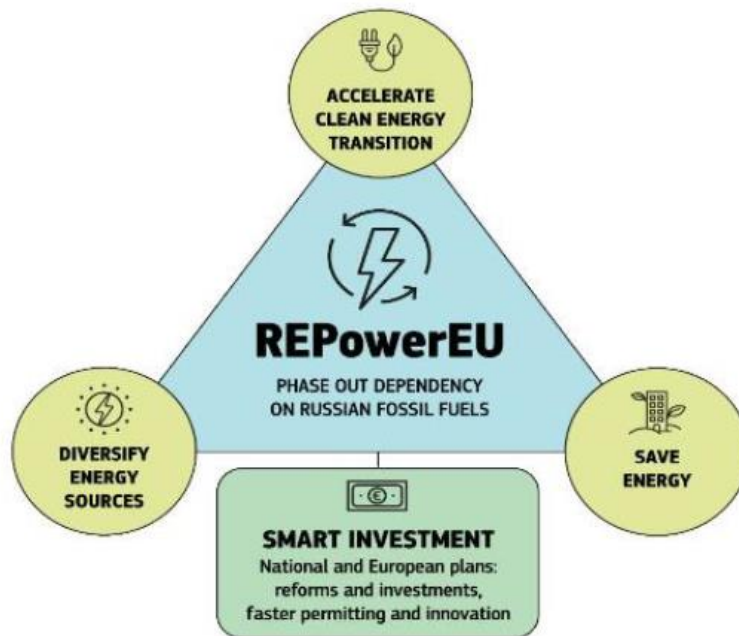


Рис. 3. Підсумки плану REPowerEU
Fig. 3. REPowerEU plan summarizing

Найбільш перспективними для розвитку в Україні є такі види відновлюваної енергетики: сонячна енергетика, вітрова енергетика, енергія малих річок, геотермальна енергетика та енергія біомаси.

Сонячна енергетика: Україна має достатньо сприятливі умови для впровадження сонячних електростанцій. Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що надходить на 1 м² поверхні в Україні, коливається від 1070 кВт-год/м² на півночі країни до 1400 кВт-год/м² і вище на півдні України. Розподіл основних кліматичних показників виглядає наступним чином: радіаційний режим території характеризується зміною тривалості сонячного сяйва в середньому за рік від 1690-1850 годин у західних районах Полісся та Лісостепу до 2150-2450 годин у Криму та на узбережжі Чорного і Азовського морів (з урахуванням тимчасово окупованих територій)

Вітроенергетика: У національному секторі ВДЕ вітроенергетика за загальною встановленою потужністю поступається лише сонячній енергетиці. Аналіз багаторічної динаміки середньорічної швидкості вітру за останні роки показав, що середня багаторічна швидкість вітру в Україні коливається від 2,5 м/с до 5,7 м/с на висоті флюгера (≈10 м). Найбільші швидкості вітру характерні для Карпатських гір та Волинської височини, до повномасштабного вторгнення до уваги бралися також Приазовська височина, Причорноморська низовина, Кримські гори та Донецька височина. Західні вітри переважають у західних, центральних та північних областях, а східні та північні - у східних та південних областях, включаючи тимчасово окуповані території[13].

Гідроенергетика: Гідроенергетика має найнижчу собівартість серед традиційних і найбільш нетрадиційних технологій (ККД близько 70-90%), а також характеризується значним терміном експлуатації. Розвиток малої гідроенергетики сприяє зменшенню паливної

складової енергосистеми, зниженню техногенного навантаження на довкілля, залученню додаткових інвестицій до місцевих бюджетів. За результатами наукових досліджень, технічний потенціал лише малих річок України становить 1270 млн кВт-год/рік, і лише близько 20% цього потенціалу наразі освоюється.

Геотермальна енергія: Умовно поділяється на субгеотермальну, гідротермальну та петротермальну. На відміну від інших відновлюваних джерел енергії, темпи нарощування потужностей з виробництва геотермальної енергії в Україні значно нижчі, незважаючи на те, що геотермальні джерела енергії мають певні переваги. Вони не залежать від дня чи сезону, а собівартість теплової та електричної геотермальної енергії є низькою завдяки високому коефіцієнту використання (0,8-0,95) та низьким експлуатаційним витратам.

Розвиток геотермальних технологій наразі ускладнюється активними військовими діями - експлуатація глибоких підземних джерел енергії була зосереджена на Кримському півострові, а також частково (в меншому обсязі) в Херсонській та Закарпатській областях.

Енергія біомаси: В останні роки спостерігається тенденція до зростання потенціалу твердої біомаси, що зумовлено підвищенням продуктивності сільського господарства, змінами в лісовому господарстві та змінами в управлінні побутовими і промисловими відходами. Щорічний технічно досяжний енергетичний потенціал в Україні в довоєнні часи був еквівалентний 43,1 млн. тонн, і його використання дозволило б щорічно економити близько 40 млрд. кубометрів природного газу. Найбільший потенціал твердої біомаси зосереджений у Вінницькій, Дніпропетровській, Житомирській, Київській, Одеській, Полтавській, Сумській, Харківській та Чернігівській областях і становить близько 2,0 млн тонн на рік[14]. Варто також відзначити тенденцію останніх місяців щодо використання інфраструктури газосховищ, які раніше використовувалися для зберігання імпортованого природного газу з російських родовищ, для накопичення біометану. У синергії з останніми дослідженнями, наприклад, американського стартапу Quino Energy щодо перетворення нафтових резервуарів на кластер проточних батарей, цей напрямок виглядає більш ніж перспективним. Адаптоване до нових реалій існуюче обладнання допоможе знизити витрати та сприятиме розвитку цього напрямку зеленої енергетики, що, в свою чергу, лише посилить курс на диверсифікацію джерел генерації енергії.

Таблиця 1. SWOT-аналіз впровадження альтернативних джерел енергії в Україні

Table 1. SWOT-analysis of alternative energy sources implementation in Ukraine

<u>Сильні сторони:</u> - Багаті природні ресурси - Зростання інтересу до зеленої енергетики - Кваліфіковані фахівці	<u>Можливості:</u> - Європейська інтеграція - Зростання світового ринку - Підвищення енергетичної безпеки
<u>Слабкі місця:</u> - Обмежене фінансування - Стара інфраструктура - Регуляторні бар'єри	<u>Погрози:</u> - Політична та військова нестабільність - Конкуренція з традиційними джерелами енергії - Зміна клімату

Ефективна диверсифікація ресурсів та шляхів їх отримання в енергетичному секторі допоможе йому вийти на якісно вищий рівень функціонування і, відповідно, знизити енергетичні ризики, підвищити прибутковість тощо[14].

Варто також зазначити, що в сучасних умовах ключовим елементом сприяння розвитку "зеленої" енергетики є впровадження відповідної моделі раціонального розподілу джерел генерації енергії із застосуванням новітніх інформаційних технологій. Вже існуючі інструменти, такі як Multilayer Perceptron (MLP), використовуються в енергетиці для вирішення різних завдань, таких як створення моделі енергоспоживання, прогнозування потреб в енергії в різних умовах та оптимізація енергосистеми в цілому, але вони потребують певних коригувань для використання в диверсифікованих системах з великою залежністю від альтернативних джерел енергії.

5. Результати дослідження та висновки. Визначено поняття енергетичної диверсифікації та її переваги, а також розглянуто приклади реалізації цієї політики в країнах Європейського Союзу. Масове використання відновлюваних джерел енергії для досягнення ефективною енергетичної диверсифікації має низку незаперечних переваг і лише посилить завершення національної стратегії щодо забезпечення енергетичної безпеки.

Україна має багатообіцяючий потенціал відновлюваних джерел енергії, маючи величезні території з різними умовами, незважаючи на те, що повномасштабне вторгнення створює великі виклики на шляху до енергетичної трансформації. Тим не менш, ми рекомендуємо розвивати сектор альтернативної енергетики, щоб диверсифікувати виробництво електроенергії в нашій країні та зміцнити енергетичну безпеку і незалежність, що останніми роками стає все більш важливим для нашого блага. Такий підхід забезпечить прийнятну альтернативу імпортованим викопним видам палива, що збігається з поточною державною політикою та євроінтеграційними процесами[15]. Але для підвищення ефективності існує потреба в подальших дослідженнях, спрямованих на вдосконалення процесу управління джерелами генерації енергії.

Для поступового впровадження диверсифікованої системи енергопостачання слід розглянути наступні кроки:

- Створити правову базу для енергетичної політики, яка б приваблювала інвестиції, заохочувала підприємництво та інновації, а також обмежувала неефективність та марнотратство.
- Укладати партнерства з приватним сектором для визначення та розвитку альтернативних джерел енергії.
- Співпрацювати з експертами для визначення найкращого поєднання доступних внутрішніх та зовнішніх джерел енергії.
- Співпрацювати з міжнародною спільнотою для впровадження та забезпечення дотримання екологічних стандартів, пов'язаних з розвідкою та видобутком енергоносіїв.
- Розробити комплекс рекомендацій, зокрема із залученням новітніх інформаційних технологій.

Список використаних джерел:

1. Богуславський Є.І., Черниченко А.О. Вибір оптимального методу диверсифікації підприємства. Ефективна економіка. 2013. № 10. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2424>
2. Дрималовська Х.В., Кузьмін О.С., Передало Х.С. Чинники впливу на диверсифікацію діяльності підприємств. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. 2013. №769. ст.143-148. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPM_2013_769_23
3. Домашенко М.Д., Школа В.Ю., Троян М.Ю., Домашенко В.С. Розвиток альтернативних (чистих) джерел енергії: досвід ЄС. Бізнес Інформ. 2021. № 4. ст.48–53., DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-4-48-53>
4. Завербний А.С., Шпак Ю.Н. Проблеми гармонійного розвитку енергозабезпечення та енергоефективності економіки в умовах євроінтеграції. ECONOMICS: time realities. 2019. № 4(44). ст.40–48.. DOI: 10.5281/zenodo.3757885
5. Яковенко В.С. и Гаркуша В.В. Тенденції розвитку ринку генерації сонячної енергії в Україні. Бізнес Інформ, № 4. 2021 ст.114-119. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-4-114-119>
6. Seymour Ağazade. (2023) Energy Diversification Trends and Convergence in this Diversification. SSRN Electronic Journal. Doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4343016>
7. Мельниченко, О.А., Білоцький, О.О. (2017) Енергетична безпека: сутність та методи державного регулювання. Вісник Національного університету цивільного захисту України. Серія "Державне управління". Випуск 1 (6).ст.32-41. DOI: 10.5281/zenodo.997167
8. IEA, Share of renewable electricity generation by technology, 2000-2030. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/share-of-renewable-electricity-generation-by-technology-2000-2030>

9. Покришка, Д.С. (2024) Огляд стратегічних документів Європейського Союзу у сфері економічної безпеки: аналітичний огляд. НІСД 41 с <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2024.12>
10. Збитки та втрати енергетичного сектору України внаслідок повномасштабного російського вторгнення перевищили \$56 млрд - оцінка Інституту KSE станом на травень 2024 року. URL: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zbitki-ta-vtrati-energetichnogo-sektoru-ukrayini-vnaslidok-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-rosiyi-perevishhili-56-mlrd-otsinka-kse-institute-stanom-na-traven-2024-roku>.
11. Сотник, І.М., Кулик, Л.А. (2016) Енергоефективність в Україні: нові виклики та основні бар'єри на шляху її впровадження. Міжнародний журнал нової економіки та соціальних наук. №2(4). ст. 162-173 DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.4548>
12. Кудря С.О. (2024) Відновлювані джерела енергії. Наук. ред.: С.О. Кудря. С.О. Кудря. Київ: Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук. ст. 392. DOI: 10.36296/monograph-2024
13. Плоский, В.О., Забаріло, П.О. Сучасний стан потенціалу альтернативної енергетики України. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції "Зелене будівництво". 2024, ст. 118-122 URL: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2024/05/zbirnyk_gotovuj-4.pdf
14. B. Nibedita, M. Irfan (2024) Energy mix diversification in emerging economies: An econometric analysis of determinants. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol.189. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.114043>
15. Stephane de la Rue du Can, Virginie Letschert, Shreya Agarwal, Won Young Park, Usamah Kaggwa (2022), Energy efficiency improves energy access affordability. Energy for Sustainable Development. Vol.70. 560-568. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.09.003>

References:

1. Boguslavskiy E.I., Chernychenko A.O. (2013) Choosing the Optimal Method of Enterprise Diversification. Effective Economy. № 10. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2424>
2. Drymalovska Kh.V., Kuzmin O.E., Peredalo Kh.S. (2013) Factors influencing the diversification of enterprise activities. Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". Management and Entrepreneurship in Ukraine: Stages of Formation and Development Problems. №769. p.143-148. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPM_2013_769_23
3. Domashenko M.D., Shkola V.Yu., Troyan M.Yu., Domashenko V.S. Development of alternative (clean) energy sources: EU experience. Business Inform. 2021. No. 4. p.48–53., DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-4-48-53>
4. Zaverbnyi A.S., Shpak Y.N. (2019) Problems of harmonious development of energy supply and energy efficiency of the economy in the context of European integration. ECONOMICS: time realities. № 4(44). 40–48. DOI: 10.5281/zenodo.3757885
5. Yakovenko, V.S., Garkusha, V.V. (2021) Trends in the development of the solar energy generation market in Ukraine. Biznes Inform, №4. p.114–119. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-4-114-119>
6. Seymour Ağazade. (2023) Energy Diversification Trends and Convergence in this Diversification. SSRN Electronic Journal. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4343016>
7. Melnychenko O.A., Byelotsky O.O. (2017) Energy security: the nature and methods of state regulations. Bulletin of the National University of Civil Defense of Ukraine. Series "State Management". Issue 1 (6). p.32-41. DOI: 10.5281/zenodo.997167
8. IEA, Share of renewable electricity generation by technology, 2000-2030. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/share-of-renewable-electricity-generation-by-technology-2000-2030>
9. Pokryshka D.S. (2024) Review of strategic documents of the European Union in the field of economic security: analytical review. NISD 41 DOI: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2024.12>
10. Damages and losses of the energy sector of Ukraine as a result of a full-scale Russian invasion exceeded \$56 billion - KSE Institute estimate as of May 2024. URL: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zbitki-ta-vtrati-energetichnogo-sektoru-ukrayini-vnaslidok-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-rosiyi-perevishhili-56-mlrd-otsinka-kse-institute-stanom-na-traven-2024-roku>.
11. Sotnyk I.M., Kulyk L.A. (2016) Energy efficiency in Ukraine: new challenges and major barriers to its implementation. International Journal of New Economics and Social Sciences. №2(4). p.162-173 DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.4548>

12. Kudrya S.O. (2024) Renewable energy sources. Ed. S.O. Kudrya. Kyiv: Institute of Renewable Energy of the National Academy of Sciences. p.392. DOI: 10.36296/monograph-2024
13. Plosky V.O., Zabarylo P.O. (2024) Current state of alternative energy potential of Ukraine. Materials of the III International Scientific and Practical Conference "Green Construction". p.118-122 URL: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2024/05/zbirnyk_gotovyyj-4.pdf
14. B. Nibedita, M. Irfan (2024) Energy mix diversification in emerging economies: An econometric analysis of determinants. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol.189. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.114043>
15. Stephane de la Rue du Can, Virginie Letschert, Shreya Agarwal, Won Young Park, Usamah Kaggwa (2022), Energy efficiency improves energy access affordability. Energy for Sustainable Development. Vol.70. 560-568. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.09.003>