

УДК 620.97

DOI: <https://doi.org/10.32782/business-navigator.75-15>

Степаненко С.В.

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики та
управління економічною безпекою
Харківський національний університет радіоелектроніки
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6132-328X>

Батір В.В.

аспірант кафедри економічної кібернетики та
управління економічною безпекою
Харківський національний університет радіоелектроніки
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3883-3648>

Локтіонов Д.О.

керівник проєктів та програм соціально-інтеграційного відділу
БО «БФ «Карітас Харків»
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5403-1566>

Stepanenko Serhii

PhD in Economics, Docent,
Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics and
Management of Economic Security
Kharkiv National University of Radio Electronics

Batih Vladyslav

Postgraduate student of the Department of Economic Cybernetics and
Management of Economic Security
Kharkiv National University of Radio Electronics

Loktionov Denys

Head of Projects and Programs of the Social Integration Department
BO "BF "Caritas Kharkiv"

МОДЕЛЮВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ПРИКЛАДІ КРАЇН ЄС ТА УКРАЇНИ

MODELLING OF THE APPLICATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES ON THE EXAMPLE OF THE EU AND UKRAINE

У статті проаналізовано питання використання відновлювальних джерел енергії в країнах-членах Європейського Союзу та в Україні. Метою статті є теоретико-статистичний аналіз перспектив використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та моделювання впливу інтенсивності використання ВДЕ на показники енергетичної безпеки на прикладі країн Європейського Союзу та України. Розглянуто механізми регулювання ринку відновлювальної енергетики в європейських країнах, проведено аналіз використання відновлювальних джерел енергії в Німеччині та Франції. Проаналізовано динаміку використання об'єктів відновлювальної енергетики в Україні. Зроблено наголос на перспективності розвитку сектору зеленої енергетики під час відновлення України. На основі даних країн-членів ЄС та України проведено кореляційний аналіз між рівнем енергетичної залежності та часткою відновлювальних джерел енергії у кінцевому споживанні та встановлена наявність негативної кореляції між змінними.

Ключові слова: енергетичний ринок, енергопостачальні компанії, відновлювальні джерела енергії, стратегічний розвиток, кореляційний аналіз, кластерний аналіз.

The research examines the use of renewable energy sources in the countries of the European Union and Ukraine, as well as modeling the dependence between indicators of the country's energy dependence and the share of renewable energy in the final energy consumption. The purpose of the article is a theoretical-statistical analysis of the prospects for the use of renewable energy sources and modeling of the impact of the intensity of renewable energy usage on energy security indicators on the case of the European Union and Ukraine. The mechanisms of regulation of the renewable energy market in European countries were considered, the analysis of the use of renewable

energy sources in Germany and France was carried out. The dynamics of the use of renewable energy facilities in Ukraine are analyzed. Despite the promising development of renewable energy sources in Ukraine, most projects are currently suspended during military operations, although the renewable energy sector plays a significant role in Ukraine's recovery plans. Based on the data of the EU countries and Ukraine, a correlation analysis was conducted between the level of energy dependence and the share of renewable energy sources in final consumption and the existence of a negative correlation between the variables was established. On the basis of indicators of energy dependence and the share of RES in final consumption by the method of cluster analysis, the analyzed countries are divided into five clusters. However, for a more detailed study of the influence of the indicators of the intensity of use of renewable energy sources on the indicators of the economic and social spheres, additional data are needed, which constitutes the perspective of further research in this field. The conducted analysis revealed significant differentiation between the analyzed countries. Ukraine is included in the cluster with EU countries that have a share of RES in final consumption from 10% to 30% and the level of energy dependence exceeds 50%. Ukraine has the lowest level of RES share in final consumption. The development of renewable energy will allow the country to reduce the level of energy dependence, which will positively affect the energy and economic security of the country.

Key words: energy market, energy supply companies, renewable energy sources, strategic development, correlation analysis, cluster analysis.

Постановка проблеми. У контексті європейської інтеграції енергетичний сектор України відіграє вирішальну роль у формуванні її економічного ландшафту. Стратегічний розвиток енергетичних підприємств має першочергове значення для відповідності європейським стандартам і сприяння сталому зростанню.

Україна, яка прагне інтегруватися до Європейського Союзу, стикається з проблемою модернізації свого енергетичного сектору відповідно до вимог ЄС. Впровадження передових технологій та оптимізація енергоспоживання може сприяти сталому розвитку та відповідності європейським директивам.

Крім того, диверсифікація джерел енергії є важливою для забезпечення енергетичної стійкості. Зменшення залежності від традиційних видів палива та просування альтернатив відновлюваної енергії узгоджується із зобов'язаннями ЄС щодо екологічної стійкості. Оскільки Україна значно залежить від зовнішніх джерел енергії, досягнення енергетичної незалежності має багатогранне значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Перспективи використання відновлювальних джерел енергії розглядали у своїх працях багато вітчизняних і зарубіжних учених, експертів, вони були предметом досліджень міжнародних інституцій [2–7]. Зокрема, Добрянська Н., Лагодієнко В., Торішня Л., Дороніна І., Криштоф Н. в своїх працях розкривають особливості формування сектору відновлювальної енергетики в умовах функціонування централізованої системи енергозабезпечення, характерної для України. Конеченков А. заглиблюється в аспекти аналізу використання відновлюваних джерел енергії в умовах воєнного стану, що провокує специфічні виклики, а також досліджує перспективи розвитку галузі як одного з векторів зміцнення економічної безпеки в період повоєнного відновлення України. Закордонні автори зосереджують свою увагу на ролі сектору відновлювальної енергетики в досягненні цілей сталого розвитку, зокрема, декарбонізації економіки. Проте існує певний брак робіт щодо моделювання розвитку ВДЕ на прикладі країн-членів ЄС та України, що і визначило предмет і мету дослідження.

Формулювання завдання дослідження. Метою статті є теоретико-статистичний аналіз перспектив використання відновлюваних джерел енергії та моделювання впливу інтенсивності використання ВДЕ на

показники енергетичної безпеки на прикладі країн Європейського Союзу та України.

Методологія дослідження. Методологічною основою дослідження є теоретичні підходи до використання відновлювальних джерел енергії, з розвитку ринків електроенергії, досвіду європейських країн з використанням ВДЕ та законодавче регулювання цього процесу. Під час написання статті використані такі методи дослідження, як системно-структурний аналіз, порівняння, синтез, кореляційний аналіз. Інформаційну базу складають літературні джерела, статистичні дані України та європейських країн, документи й матеріали органів державної влади України, європейських інституцій і міжнародних організацій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Інтеграція відновлюваної енергії в енергетичний баланс країни зменшує її залежність від викопного палива. Це допомагає стабілізувати ціни на енергію, оскільки відновлювані джерела не піддаються коливанням цін, які часто впливають на викопне паливо. Крім того, це підвищує енергетичну безпеку шляхом диверсифікації енергопостачання, зменшення вразливості до збоїв у постачанні та геополітичної напруги.

Проекти відновлюваної енергетики також створюють робочі місця, стимулюючи місцеву економіку. Крім того, ці робочі місця, як правило, децентралізовані, що приносить користь сільським районам і малим населеним пунктам, де часто використовують відновлювані ресурси.

Сектор відновлюваної енергетики залучає інвестиції, сприяючи інноваціям і розвитку технологій. Оскільки країни прагнуть досягти своїх цілей щодо відновлюваної енергетики, дослідження та розробки в цій галузі зростають, що призводить до технологічних досягнень, які можуть поширитися на інші галузі.

Розглянемо досвід використання відновлювальних джерел енергії в країнах-членах Європейського Союзу.

Європейський Союз поставив перед собою амбітні цілі щодо збільшення частки відновлюваних джерел енергії у своєму енергетичному балансі. Понад 20 років ЄС розробляє кліматичну та відновлювану енергетику, спрямовану на досягнення мети декарбонізації всієї економіки ЄС до 2050 р. Досягнення цієї мети передбачає повну декарбонізацію енергетичної системи та широкомасштабне застосування усіх технологій відновлюваної енергії, включаючи енергію океану [7].

Одним з наріжних каменів політики ЄС є встановлення цілей для виробництва відновлюваної енергії в усьому блоці. Директива ЄС про відновлювані джерела енергії наразі гарантує, що до 2030 р. принаймні 32% усієї енергії, споживаної в ЄС, надходитиме з відновлюваних джерел енергії. Європейська комісія нещодавно запропонувала збільшити цю ціль до 40% [8].

Європейська зелена угода – це нова стратегія Європейської комісії, спрямована на те, щоб ЄС став кліматично нейтральним до 2050 р. Вона буде надана як пакет законодавчих документів протягом наступних п'яти років. Пакет охоплює всі сектори, пов'язані з кліматом, – енергетику, будівництво, транспорт, сільське господарство, дослідження та промисловість [7].

Комісія запропонувала Європейський кліматичний закон, який збільшує цільове скорочення викидів парникових газів з 40% до 55% до 2030 р. Він був прийнятий у червні 2021 р. [7].

У рамках Європейської зеленої угоди в листопаді 2020 р. Європейська комісія представила свою стратегію щодо офшорної відновлюваної енергії, яка включала амбітні цілі щодо енергії океану. Третина інвестицій у розмірі 1,8 трлн євро з Плану відновлення NextGenerationEU та семирічного бюджету ЄС фінансуватимуть Європейську зелену угоду.

До амбітних цілей Європейської зеленої угоди належать [7]:

- зобов'язання Стратегії підтримувати 100 МВт океанських енергетичних проєктів до 2025 р., щонайменше 1 ГВт до 2030 р. і довгострокову ціль у 40 ГВт до 2050 р., що забезпечить поштовх розвитку сектору в найближчі десятиліття;
- частка відновлювальних джерел енергії у кінцевому споживанні має досягти 32% до 2030 р.;
- зниження емісії парникових газів на 40% до 2030 р.;
- фінансування кліматичних програм у ЄС має зрости на 25% до 2030 р.;
- енергетична ефективність у ЄС має зрости на 32,5% до 2030 р.;
- обсяг викидів вуглецю від транспортних засобів має зменшитися на 30% до 2030 р.

Європейська комісія ухвалила низку пропозицій, щоб зробити кліматичну, енергетичну, транспортну та податкову політику ЄС придатною для скорочення чистих викидів парникових газів щонайменше на 55% до 2030 р., порівняно з рівнем 1990 р.

З економічної точки зору наголос ЄС на відновлюваних джерелах енергії також спрямований на довгострокову економічну ефективність виробництва енергії. Хоча початкові інвестиції в інфраструктуру відновлюваної енергетики можуть бути значними, довгострокові вигоди, включаючи нижчі експлуатаційні витрати та зменшення екологічних зовнішніх впливів, сприяють економічній стабільності.

З 2004 по 2021 рр. частка відновлюваної енергії зросла більш ніж удвічі. 2021 р. у ЄС частка валового кінцевого споживання енергії з відновлюваних джерел склала 21,8%, що приблизно на 0,3 відсоткових пункти нижче, ніж 2020 р. (рис. 1) [7; 9].

З більш ніж половиною енергії з відновлюваних джерел у валовому кінцевому споживанні енергії Швеція (62,6%) мала, безумовно, найвищу частку серед держав-членів ЄС 2021 р., випереджаючи Фінляндію (43,1%) і Латвію (42,1%). На протилежному кінці шкали найнижча частка відновлюваних джерел енергії була зареєстрована в Люксембурзі (11,7%), за нею йдуть Мальта (12,2%) і Нідерланди (12,3%) [9].

У травні 2022 р. Європейська комісія затвердила план «Доступна, безпечна та стійка енергія для Європи» (REPowerEU) [8], який визначає розвиток відновлюваних джерел енергії як першорядний суспільний інтерес і передбачає збільшення цілі ЄС з досягнення частки ВДЕ у електроенергетичному балансі 2030 р. з 40% до 45%. Так, уже 2022 р. частка ВДЕ у виробництві електроенергії становила 39%, вперше у ЄС більше електроенергії було вироблено завдяки вітру та сонцю, ніж завдяки газу. Крім того, ЄС провів диверсифікацію постачальників природного газу, знизивши геополітичні ризики з боку росії: обсяг споживання природного газу з рф знизився за 8 місяців 2022 р. на 80%.

Розглянемо особливості використання ВДЕ у деяких європейських країнах.

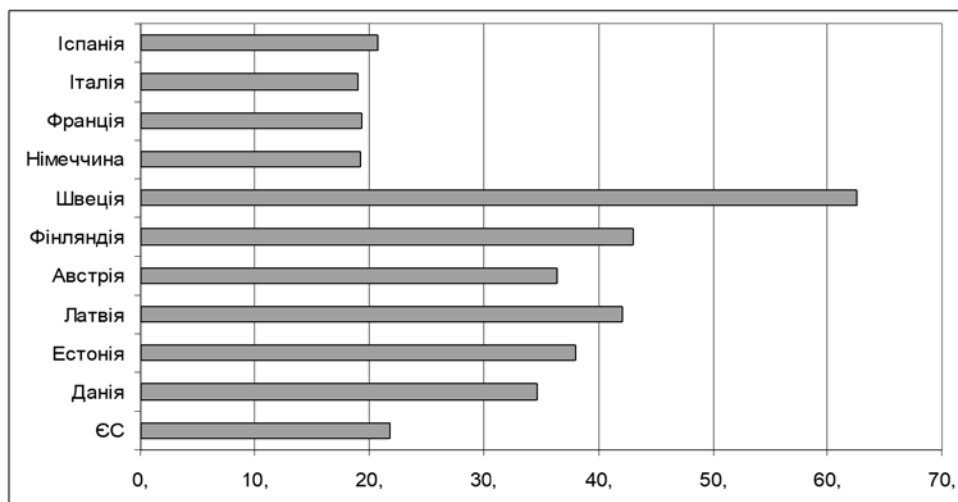


Рис. 1. Частка валового кінцевого споживання енергії з відновлюваних джерел у деяких країнах-членах ЄС

Джерело: побудовано авторами на основі даних Eurostat [9]

Так, 2020 р. вітрова енергія стала основним джерелом електроенергії в Німеччині, випередивши буре вугілля, ядерну енергію, газ і фотоелектричну енергію. Разом вітрові та сонячні електростанції виробили близько 183 ТВт-год електроенергії 2020 р. Вони вперше випередили загалом усі викопні джерела (вугілля, нафта, газ), які виробили 178 ТВт-год (порівняно з 207 ТВт-год 2019 р.) [10].

Франція, що не використовує викопні джерела енергії, основну ставку робить на ядерну енергетику. Проте 32% електроенергії 2020 р. вироблялося з відновлювальних джерел: 12% – гідроенергетика, по 8% – вітрова та термальна енергетика, по 2% – сонячна енергія та переробка біомаси [11].

Україна, як частина енергетичної системи Європи, немає іншого вибору, окрім як розвиватись відповідно до європейських енергетичних тенденцій.

Щодо використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) в Україні, то 2020 р. загальна частка постачання енергії з відновлювальних джерел складала лише 6,6% (з них енергія від використання біопалива та відходів складала 4,9%), що замало, навіть урахувавши обмеження, викликані пандемією та скороченням споживання електроенергії бізнес-сектором [1].

Проте темпи інвестування в галузь відновлювальної енергетики в Україні вражають. 2019 р. країна потрапила до 10 лідерів за темпами розвитку цієї галузі у світі, а 2020 р. уже до 5 лідерів європейських країн за темпами розвитку сонячної енергетики. За даними Climatescore від Bloomberg New Energy Finance, Україна піднялась на 8-ме місце серед 104 країн за інвестиційною привабливістю у розвитку низьковуглецевих джерел енергії та будівництво зеленої економіки [6]. З 2019 р. інвестиції у відновлювану енергетику в Україні стабільно перевищують інвестиції у проекти на викопне паливо.

За останні 10 років іноземні та українські інвестори у ВДЕ вклали понад 12 млрд дол. США прямих іноземних інвестицій, а частка іноземних інвесторів у встановленій потужності ВДЕ сягнула понад 35% до кінця 2021 р., свідчаючи про конкурентоспроможність і відкритість українського сектору ВДЕ. Найбільші міжнародні кредитори та інвестори включають Європейський банк реконструкції та розвитку, Чорноморський банк торгівлі та розвитку, Американську міжнародну фінансову корпорацію розвитку (DFC), Федеральний банк землі Баварія BayernLB, Інвестиційний фонд для країн, що розвиваються (IFU), Північну екологічну фінансову корпорацію (NEFCO) та інших [4].

На рис. 2 наведена динаміка зміни встановленої потужності відновлювальних джерел енергії України за 2018–2021 рр. [1; 4]. Так, найбільше зростання за аналізований період належить сонячним електростанціям (СЕС), на другому місці – вітрові електростанції (ВЕС). Проте потенціал малої гідроенергетики та енергії з біомаси ще далекий від насичення.

Географія розташування об'єктів ВДЕ відповідає природному потенціалу ВДЕ того чи іншого регіону. Якщо вітрові електростанції (ВЕС) розташовані переважно в південному, південно-східному регіонах, передусім на узбережжі Чорного та Азовського морів – приблизно 85%, то сонячна генерація поширена набагато більше, проте близько 60% промислових СЕС зосереджені у південних і південно-східних областях України.

На початок 2022 р. за загальною встановленою потужністю з ВДЕ лідерами серед усіх областей України були Дніпропетровська (1350,06 МВт), Херсонська (1139,65 МВт) і Миколаївська області (1121,16 МВт). На усі ці області припадає понад 37,3% від усіх потужностей ВДЕ в Україні. Що стосується річного приросту, то найбільше нових об'єктів з ВДЕ 2021 р. було додано у Мико-

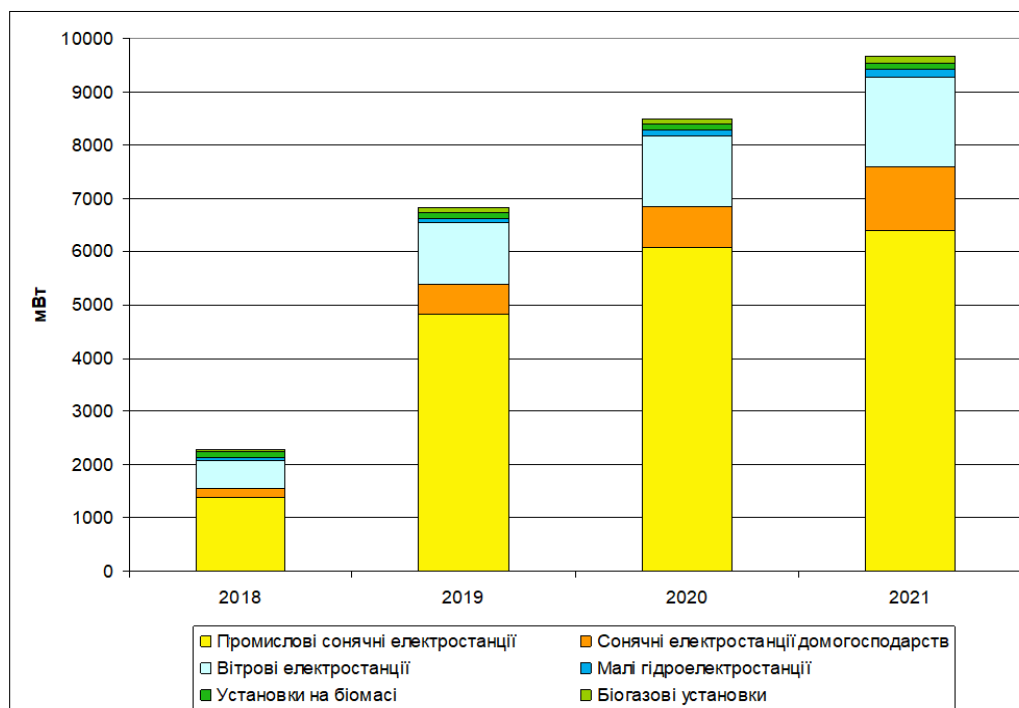


Рис. 2. Динаміка встановленої потужності ВДЕ в Україні за 2018–2021 рр.

Джерело: побудовано автором на основі даних НКРЕКП [4]

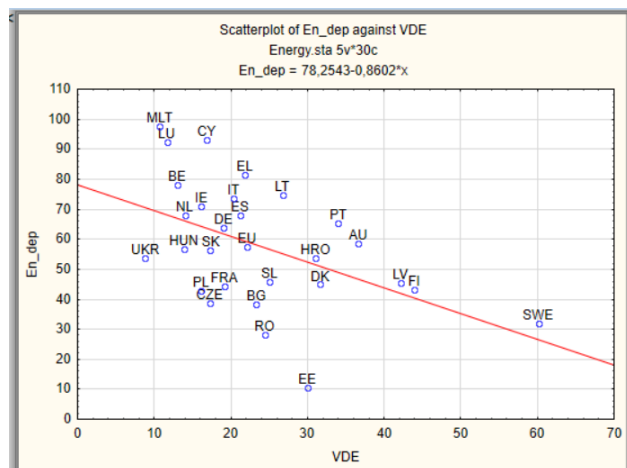


Рис. 3. Взаємозв'язок між рівнем використання ВДЕ у кінцевому споживанні енергії (VDE) та рівнем енергетичної залежності (En_dep)

Джерело: побудовано автором з допомогою Statistika 7.0

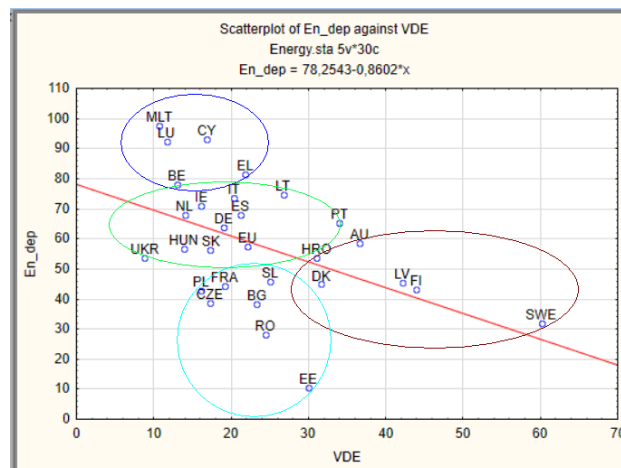


Рис. 4. Результати кластерного аналізу країн-членів ЄС та України

Джерело: побудовано автором з допомогою Statistika 7.0

Умовні позначення: AU – Австрія. BE – Бельгія. BG – Болгарія. CY – Кіпр. CZE – Чехія. DK – Данія. EE – Естонія. EL – Греція. ES – Іспанія. EU – Європейський Союз. HUN – Угорщина. FI – Фінляндія. FRA – Франція. GER – Німеччина. HRO – Хорватія. IE – Ірландія. IT – Італія. LV – Латвія. LT – Литва. LU – Люксембург. NL – Нідерланди. PL – Польща. PT – Португалія. RO – Румунія. SK – Словачія. SL – Словенія. SWE – Швеція. UKR – Україна.

лаївській (168,7 МВт), Одеській (149,1 МВт), Херсонській (145 МВт) та Запорізькій областях – 98,8 МВт [4].

Проте з початком широкомасштабної війни більшість об'єктів ВДЕ, розташованих у південно-східних регіонах, отримали пошкодження. За різними оцінками експертів, станом на серпень 2022 р. уже так чи інакше постраждало 30-40% ВДЕ електростанцій. Попри перспективність розвитку відновлювальних джерел енергії в Україні зараз більшість проєктів призупинено на час війни, хоча сектор відновлювальної енергетики відіграє значну роль у планах відновлення України. Так, у Плані відновлення України [5] передбачена окрема національна програма «Енергетична незалежність та зелений курс», згідно з якою планується розвиток ВДЕ та локалізація виробництва обладнання для ВДЕ (вітрові вежі, трансформатори, кабелі, електролізери, батареї).

На основі даних країн-членів ЄС та України за 2020 р. у середовищі Statistika проведений кореляційний аналіз між рівнем енергетичної залежності (En_dep) та часткою ВДЕ у кінцевому споживанні (VDE). У результаті кореляційного аналізу встановлена наявність негативної кореляції між змінними: з розвитком ВДЕ (збільшенням частки ВДЕ у кінцевому споживанні) рівень енергетичної залежності країни зменшується (рис. 3).

На основі показників енергетичної залежності та частки ВДЕ у кінцевому споживанні методом кластерного аналізу аналізовані країни поділені на п'ять кластерів (рис. 4).

Проведений аналіз виявив значну диференціацію між країнами, що аналізуються: група ВДЕ-розвинутих

країн (Швеція, Фінляндія, Латвія, Данія, Австрія) мають високу частку споживання ВДЕ та рівень енергетичної залежності менший за 50%. Навпаки, енергетично залежні країни (Мальта, Люксембург, Кіпр, Бельгія, Греція – понад 80% джерел енергії імпортуються) мають низький рівень розвитку ВДЕ. Україна потрапила у кластер з країнами ЄС, що мають частку ВДЕ у кінцевому споживанні від 10% до 30% та рівень енергетичної залежності перевищує 50%: Угорщина, Нідерланди, Німеччина, Ірландія, Іспанія, Португалія. Проте Україна має найнижчий рівень частки ВДЕ у кінцевому споживанні. Розвиток відновлювальної енергетики дозволить країні знизити рівень енергетичної залежності, що позитивно вплине на енергетичну та економічну безпеку країни.

Висновки. Таким чином, відновлювана енергетика має значний позитивний вплив на економічний розвиток. Це зменшує залежність від викопного палива, створює робочі місця, пом'якшує екологічні витрати, залучає інвестиції та сприяє інноваціям. Крім того, вирішальним є приведення законодавства відповідно до стандартів ЄС. Забезпечення відповідності енергетичної політики України європейським принципам покращує сумісність, спрощуючи потенційні процеси приєднання.

Отже, стратегічний підхід до розвитку енергетичних підприємств України в рамках європейської інтеграції є життєво важливим. Віддаючи пріоритет енергоефективності, диверсифікації, інноваціям і гармонізації законодавства, Україна може позиціонувати себе як надійний і далекоглядний партнер на європейській енергетичній арені.

Список використаних джерел:

1. Державна служба статистики України. Енергоспоживання на основі відновлюваних джерел за 2007–2021 роки. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

2. Добрянська Н.А., Лагодієнко В.В., Торішня Л.А. Перспективи використання відновлювальних джерел енергії в Україні. *Український журнал прикладної економіки*. 2020. Том 5. № 2. С. 206–213.
3. Дороніна І.І., Криштоф Н.С. Використання відновлювальних джерел енергії в умовах децентралізації енергозабезпечення України. *Держава та регіони*. 2020. № 2(70). С. 75–82.
4. Конеченков А. Сектор відновлюваної енергетики України до, під час та після війни. *Український центр економічних та політичних досліджень ім. О. Разумкова*. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/sector-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny>
5. План відновлення України. Національна програма «Енергетична незалежність та зелений курс». URL: <https://recovery.gov.ua/project/program/energy-independence-and-green-deal>
6. Bloomberg New Energy Finance. Climatescope Ranking. URL: <https://www.global-climatescope.org/>
7. European Commission The European Green Deal. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
8. European Commission REPowerEU in glance. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en
9. Eurostat. Statistics explained. Renewable energy statistics. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics (дата звернення: 28.10.2023).
10. Public Net Electricity Generation in Germany 2020: Share from Renewables Exceeds 50 percent
11. RTE Company, France. Electricity Report 2020. URL: <https://bilan-electrique-2020.rte-france.com/total-generation/?lang=en>

References:

1. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Enerhospozhyvannia na osnovi vidnovliuvanykh dzherel za 2007–2021 roky. Available at: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Dobrianska N. A., Lahodiienko V. V., Torishnia L. A. (2020) Perspektyvy vykorystannia vidnovliuvalnykh dzherel enerhii v Ukraini. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky*, vol. 5, no. 2, pp. 206–213.
3. Doronina I. I., Kryshtof N. S. (2020) Vykorystannia vidnovliuvalnykh dzherel enerhii v umovakh detsentralizatsii enerhozabezpechennia Ukrainy. *Derzhava ta rehiony*, no. 2(70), pp. 75–82.
4. Konechenkov A. Sektor vidnovliuvanoi enerhetyky Ukrainy do, pid chas ta pislia viiny. *Ukrainskyi tsentr ekonomichnykh ta politychnykh doslidzhen im. O. Razumkova*. Available at: <https://razumkov.org.ua/statti/sector-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny>
5. Plan vidnovlennia Ukrainy. Natsionalna prohrama "Enerhetychna nezalezhnist ta zelenyi kurs". Available at: <https://recovery.gov.ua/project/program/energy-independence-and-green-deal>
6. Bloomberg New Energy Finance. Climatescope Ranking. Available at: <https://www.global-climatescope.org/>
7. European Commission The European Green Deal. Available at: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
8. European Commission REPowerEU in glance. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en
9. Eurostat. Statistics explained. Renewable energy statistics. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics (accessed October 28, 2023).
10. Public Net Electricity Generation in Germany 2020: Share from Renewables Exceeds 50 percent.
11. RTE Company, France. Electricity Report 2020. Available at: <https://bilan-electrique-2020.rte-france.com/total-generation/?lang=en>