

УДК 330.3:303.092.5:620.92(477)

УКПП

№ держреєстрації 0120U104807

Інв.

**Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
(СумДУ)**

40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2; тел. (0542) 68 77 64  
тел/факс (0542) 33 40 58, e-mail: kanc@sumdu.edu.ua



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Ректор Сумського державного  
університету

кандидат ф-м наук, доцент

В. Д. Карпуша

27.08.2021

**ЗВІТ**

про науково-дослідну роботу  
за договором № 63/01.2020 від 27.10.2020

**СТОХАСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОЇ КАРТИ  
ГАРМОНІЗАЦІЇ ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТІВ  
РЕГУЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО РИНКУ НА ШЛЯХУ ПЕРЕХОДУ  
ДО ЦИРКУЛЯРНОЇ ТА ВУГЛЕЦЕВО-НЕЙТРАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ**

грантова підтримка Національного фонду дослідження  
у межах конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих учених»  
(проміжний)

Етап 1 «Аналіз асинхронності енергетичної політики України з  
європейськими практиками реалізації енергоефективної компоненти  
кліматичної стратегії «Green Deal Policy» та прогнозування структури  
енергетичного балансу України і структури енерговиробництва за типами  
відновлювальних джерел енергії»

Керівниця НДР  
доцент кафедри маркетингу  
д-рка екон. наук, доцент

  
27.08.2021

Т.В. Пімоненко

2021

Результати роботи розглянуто науковою радою Сумського державного  
університету, протокол від 27.08.2021 р. № 1

## СПИСОК АВТОРІВ

Керівниця НДР,  
доцент кафедри маркетингу,  
д-рка екон. наук, доцент



27.08.2021

Т. В. Пімоненко  
(вступ, розділи 1-3,  
висновки)

Професорка кафедри фінансів  
та підприємництва, директор  
ННІ ФЕМ імені О. Балацького,  
д-рка екон. наук, професор

27.08.2021

Т. А. Васильєва  
(розділ 1, реферат)

Доцент кафедри  
бухгалтерського обліку,  
д-рка, екон. наук, доцент

27.08.2021

І. О. Макаренко  
(розділ 3)

Старший викладач кафедри  
міжнародних економічних  
відносин,  
канд, екон. наук, доцент

27.08.2021

Т. О. Курбатова  
(розділ 1)

Доцент кафедри управління,  
канд. екон. наук, доцент

27.08.2021

О. Ю. Мірошніченко  
(розділ 3)

Старший викладач кафедри  
маркетингу,  
канд. екон. наук, доцент

27.08.2021

Н. Є. Летуновська  
(розділ 3)

Старший викладач кафедри  
бухгалтерського обліку та  
оподаткування,  
канд. екон. наук

27.08.2021

Я. В. Самусевич  
(розділ 2)

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 125 с., 17 табл., 35 рис., 9 формул, 228 джерел.

ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, ЕНЕРГЕТИЧНА ПОЛІТИКА, РЕГУЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО РИНКУ, РОЗРИВИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, СТРУКТУРА ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ.

Об'єкт дослідження – енергетичний ринок України та Європи в умовах переходу до циркулярної та вуглецево-нейтральної економіки.

Мета роботи – оцінювання ефективності української енергетичної політики, рівня та швидкості її асинхронності з європейськими практиками, оптимізація та прогнозування структури енергетичного балансу в цілому та за типами відновлювальних джерел енергії.

Методи дослідження – загальнонаукові і спеціальні методи наукового пізнання, системний підхід, статистичний аналіз, метод логічного узагальнення, системно-структурний аналіз, засади концепцій  $\sigma$ -Конвергенції та  $\beta$ -Конвергенції, методи Грейнджера, Вальда, Хаусмана.

Оцінено наявний рівень асинхронності державної енергетичної політики України з європейськими практиками реалізації енергоефективної компоненти кліматичної стратегії «Green Deal Policy», виходячи з базових принципів концепції  $\sigma$ -Конвергенції. Визначено швидкість реагування національної політики на зміни у європейських стандартах регулювання зеленого енергетичного розвитку з урахуванням принципів  $\beta$ -Конвергенції. Виявлено та оцінено причинно-наслідкові зв'язки розривів енергоефективності та рівня асинхронності стратегічних політик. Визначено ключові фактори моделювання оптимальної структури енергетичного балансу України та структури енерговиробництва відновлювальних джерел енергії з подальшим моделювання та прогнозуванням оптимального співвідношення обсягів виробництва енергії до 2035 року.

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Державна енергетична політика України: оцінювання рівня асинхронності з європейськими практиками реалізації.....	6
1.1 Визначення детермінант національної енергетичної ефективності ....	6
1.2 Асинхронність державної енергетичної політики України: порівняння з компонентами кліматичної стратегії «Green Deal Policy» за концепцією $\sigma$ -Конвергенції та визначення швидкості реагування з урахуванням принципів $\beta$ -Конвергенції.....	16
2 Виявлення та оцінювання причинно-наслідкових зв'язків розривів енергоефективності та рівня асинхронності стратегічних політик.....	27
3 Оптимізація структури енергетичного балансу України та структури енерговиробництва відновлювальних джерел енергії.....	46
3.1 Визначення ключових факторів і моделювання оптимального співвідношення обсягів виробництва енергії з традиційних та відновлювальних джерел в енергетичному балансі України .....	46
3.2 Прогнозування оптимального співвідношення обсягів виробництва енергії з традиційних та відновлювальних джерел в енергетичному балансі України.....	64
Висновки .....	90
Перелік джерел посилання .....	93
Додаток А. Перелік публікацій за проектом .....	122

## ВСТУП

У даному дослідженні оцінено рівень та швидкість асинхронності енергетичної політики України з європейськими практиками реалізації енергоефективної компоненти кліматичної стратегії «Green Deal Policy» та її основних атракторів. Рівень асинхронності державної енергетичної політики України здійснено, виходячи з базових принципів концепції  $\sigma$ -Конвергенції. Швидкість реагування національної політики на зміни у європейських стандартах регулювання зеленого енергетичного розвитку визначено з урахуванням принципів  $\beta$ -Конвергенції та побудови регресії Барро. Виявлено та оцінено причинно-наслідкові зв'язки розривів енергоефективності та рівня асинхронності стратегічних політик з використанням методів Грейнджера, Вальда, Хаусмана та інтегральним поєднанням інструментарію OLS-, FMOLS- та VEC-моделювання. Як результат розроблено модель визначення рівня та швидкості асинхронності української та європейської політик зеленого енергетичного розвитку, їх причинно-наслідкових зв'язків з розривами енергоефективності.

Розроблено нейромережеву модель (з використанням програмного забезпечення Vensim) для оцінювання та прогнозування оптимальної структури та обсягів виробництва енергії з відновлюваних джерел для визначення можливості виконання Україною критеріїв, затверджених Європейською зеленою угодою. Сформовано методичний інструментарій до моделювання оптимального співвідношення обсягів виробництва енергії з традиційних та відновлювальних джерел в енергетичному балансі України. Розроблено методичний інструментарій до прогнозування оптимального співвідношення обсягів виробництва енергії з традиційних та відновлювальних джерел в енергетичному балансі України до 2035 року, що базується на використанні моделі Бокса-Дженкінса та методів Дікі-Фуллера, Йохансена.

# **1 ДЕРЖАВНА ЕНЕРГЕТИЧНА ПОЛІТИКА УКРАЇНИ: ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ АСИНХРОННОСТІ З ЄВРОПЕЙСЬКИМИ ПРАКТИКАМИ РЕАЛІЗАЦІЇ**

## **1.1 Визначення детермінант національної енергетичної ефективності**

Концепція еволюції енергетичної ефективності національної економіки почала активно розвиватися в останнє десятиліття. Відповідно, відбувалось формування наукових шкіл як в Україні, так і за кордоном, які працювали над дослідженнями енергоефективності та пошуком ключових детермінант впливу на енергоефективність національної економіки.

Аналітичні звіти Американської ради з енергетичної ефективності економіки та інших дослідницьких центрів [1-5] акцентують увагу на корелюючій залежності між підвищенням рівня енергетичної ефективності національної економіки та ощадним потенціалом населення, рівнем інвестиційної привабливості й економічним впливом на навколишнє природне середовище країни.

У рамках робіт [6-8], науковцями здійснено бібліометричний аналіз існуючих досліджень в сфері відновлювальних джерел енергії та енергоефективності. За результатами виявлено нові можливості для розвитку декарбонізації національної економіки за рахунок підвищення рівня енергетичної ефективності в симбіозі з одночасним пошуком та розвитком альтернативних, екологічно-безпечних видів палива [9].

Доцільно звернути увагу на дослідження тенденцій зміни рівня енергоефективності на загальноекономічному рівні в співвідношенні до ВВП країни. Авторами [10] розроблені інтегральні індекси енергетичної ефективності враховуючи метод IDA [11] та асинхронність енергетичних політик України та країн ЄС

Необхідно відзначити наукові публікації в сфері ресурсозберігаючої

діяльності [12] та соціально-екологічної відповідальності [13] на підприємствах, а саме розвиток екологічно-соціального підприємництва як способу сталого розвитку національної економіки.

Нових обертів набувають наукові дослідження ринків зелених облігацій, інвестицій [14-21], декарбонізованих фінансових ринків та енергоефективних (вуглецево-нейтральних) інновацій [22-26]. Зазначений науковий доробок слугує потужним фундаментом для подальшої аналітичної діяльності в напрямку розвитку зеленої конкурентоспроможності, як невід'ємного регулятора розвитку еко-бізнесу в Україні та у світі [28-30], реформуванні й розбудові нового зеленого (екологічного) оподаткування [31], що матиме на меті послаблення податкового навантаження на еко-орієнтовані напрями діяльності [32].

Науковцями детально досліджуються розвиток розумних енергомереж [33-35], екологічного менеджменту та зеленого маркетингу (брендингу) [36-37] як ключового інструментарію підвищення енергетичної ефективності національної економіки при вуглецево-нейтральній моделі розвитку країни [38].

Для детального аналізу передумов розвитку енергетичної ефективності національної економіки необхідно в першу чергу провести моніторинг стану енергетичної системи та екологічної ситуації в країні [39], адже на сьогодні майже всі країни світу переосмислили свої пріоритетні напрями в розвитку енергетичного сектору та активно почали проводити реформи щодо модернізації й перепрофілювання в напрямі видобування енергії. Найбільш перспективними напрямками виявилися альтернативні джерела енергії та розвиток вуглецево-нейтральної економіки [40-41].

Враховуючи виконання ключових векторів, відповідно до Плану дій з енергоефективності на 2007–2020 рр. (План 20-20-20) [42-43], з яким країни Європейського Союзу впоралися на відмінно, результати України на цьому етапі досягли лише 11 % відновлюваних джерел енергії в структурі

кінцевого енергоспоживання. При цьому рівень її енергетичної ефективності було підвищено лише на 9 %. Варто відмітити, що Україна, яка приєдналася до Паризької кліматичної угоди [44], поставила за мету зменшити викиди CO<sub>2</sub> на 40 % до 2030 р. щодо показників 1990 р.

На рисунку 1.1 відображено динаміку обсягів викиду CO<sub>2</sub> на душу населення в Україні та країнах-членах Європейського Союзу за останнє двадцятиріччя.

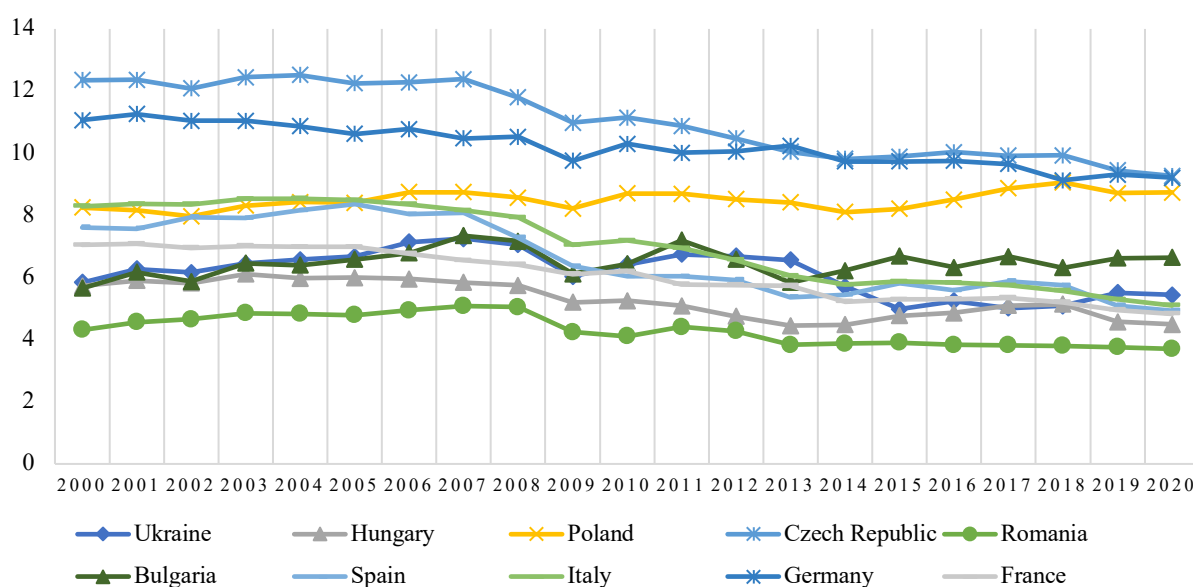


Рисунок 1.1 – Динаміка обсягу викидів CO<sub>2</sub> на душу населення в Україні та країнах-членах Європейського Союзу на 2000-2020 рр., т/душу населення (побудовано на основі даних [45])

Відповідно до даних рисунка 1.1 можна зробити висновок про незначні коливання в процесі зниження рівня обсягу CO<sub>2</sub> для низки досліджуваних країн. Зокрема, в Україні у 2020 році рівень CO<sub>2</sub> знизився лише на 7 % порівняно з 2014 роком, а мінімального значення набув у 2015 році (4,984 т/душу населення), що було спричинено насамперед політичними й територіальними змінами в країні та зупиненням великих



промислових об'єктів.

Водночас серед країн-членів Європейського Союзу Україна займає лідируючі позиції за екологічним станом у цілому, якщо не виокремлювати деякі «проблемні» регіони. Враховуючи наведену статистику, можна зробити висновок, що заявлені 40 % зниження обсягів викидів CO<sub>2</sub> є нереальною ціллю для країни в нинішній кризовий період.

Для дослідження рівня енергетичної ефективності за галузями економіки, було обрано рейтинг країн світу за рівнем енергоефективності, розрахований некомерційною організацією – Американською радою з енергоефективності економіки [2]. Результати ранжування країн світу за рівнем енергоефективності в розрізі секторів економіки подано на Рисунок 1.2.

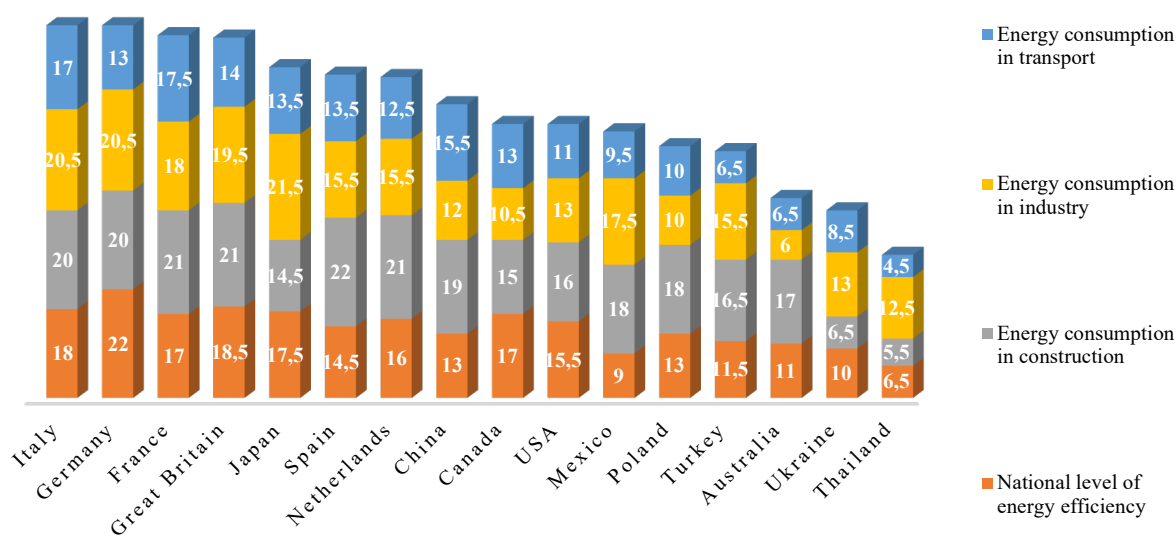


Рисунок 1.2 – Рейтинг країн світу за рівнем енергоефективності в розрізі секторів економіки за 2017–2018 рр.  
(побудовано на основі даних [2])

Відповідно до рейтингу рівня енергоефективності за галузями

економіки, максимальний бал за кожним пунктом – 25 балів. Найбільший рівень енергоефективності транспортної системи у Франції (17,5) й Італії (17), водночас в Україні значно менший (8,5), що зумовлено повільним упровадженням та оновленням електротранспорту у структурі громадського автопарку.

Найвищий рівень енергоефективності в галузі промисловості займають Японія (21,5), а також Італія та Німеччина (20,5), в Україні при цьому це значення досягає 13 балів, що краще, ніж у Польщі (10). Ця оцінка реально відображає рівень енергетичної ефективності національної промисловості на сьогодні, адже лише подекуди застосовуються енергоощадні технології, замкнені цикли на виробництві та раціональне використання ресурсів.

Порівняно з іншими галузями, у сфері будівництва Україна має найгірші показники (6,5). При цьому найкращий показник зафіксовано в Іспанії (22) та Франції, Великобританії й Нідерландах (21). Найнижче значення цього показника було зафіксоване в Саудівській Аравії (4), Об'єднаних Арабських Еміратах, Південній Африці, Таїланді, Росії, Бразилії та Україні. Причинами таких низьких балів в Україні є значна питома вага енергетично неефективних будівель та лише початковий етап упровадження енергоефективного будівництва та європейських стандартів.

За загальним рівнем енергоефективності економіки лідирують Німеччина (22), Великобританія (18,5) та Італія (18). В Україні це значення досягає 10 балів. Відповідно, підсумовуючи всі досягнення країни в даному рейтингу, Україна займає 19-те місце з 25 та випереджає Бразилію, Російську Федерацію, Таїланд, Південну Африку, Об'єднані Арабські Емірати, Саудівську Аравію.

Дослідження закономірностей розвитку теорії управління енергетичною ефективністю національної економіки відбувалося декількома послідовними етапами. Зокрема, завданням першого етапу

дослідження стали пошук та формування необхідної релевантної інформації в наукометричних базах Scopus і Web of Science, а також в пошуковій системі Google за допомогою інструментарію Google Trends. Завданням другого етапу є визначення перспективних напрямів дослідження проблем забезпечення енергетичної ефективності країни з допомогою со-occurance аналізу. Для аналізу згенерованої вибірки з 48888 публікацій та 21725 пошукових запитів (ключові слова: «energy policy», «energy efficiency», «sustainable development») інструментарій програмного забезпечення VOSviewer.

Встановлено, що 2014 рік є переломним періодом у зміні рівня зацікавленості суспільства та наукової спільноти щодо питань енергетичної ефективності національної економіки. Це підтверджується істотним зростанням публікацій із питань енергетичної ефективності, проіндексованих наукометричними базами даних Scopus та Web of Science, а також кількості пошукових запитів серед Google-користувачів.

За першим етапом результати дослідження сформованих наукових праць, індексованих наукометричними базами Scopus та Web of Science, свідчать, що найбільший науковий доробок за кількістю статей, у яких досліджено питання енергетичної ефективності національної економіки у світі, був сформований у період із 2014 року й до сьогодні.

Результати другого етапу дослідження дозволили кластеризувати міждисциплінарні взаємозв'язки досліджень із теорії забезпечення енергетичної ефективності національної економіки. Відповідно, результати аналізу щільності взаємозв'язків між ключовими словами дозволили виявити шість міждисциплінарних кластерів наукових досліджень із питань забезпечення енергетичної ефективності в контексті переходу національної економіки до вуглецево-нейтральної моделі її розвитку відображені на Рисунку 1.3:

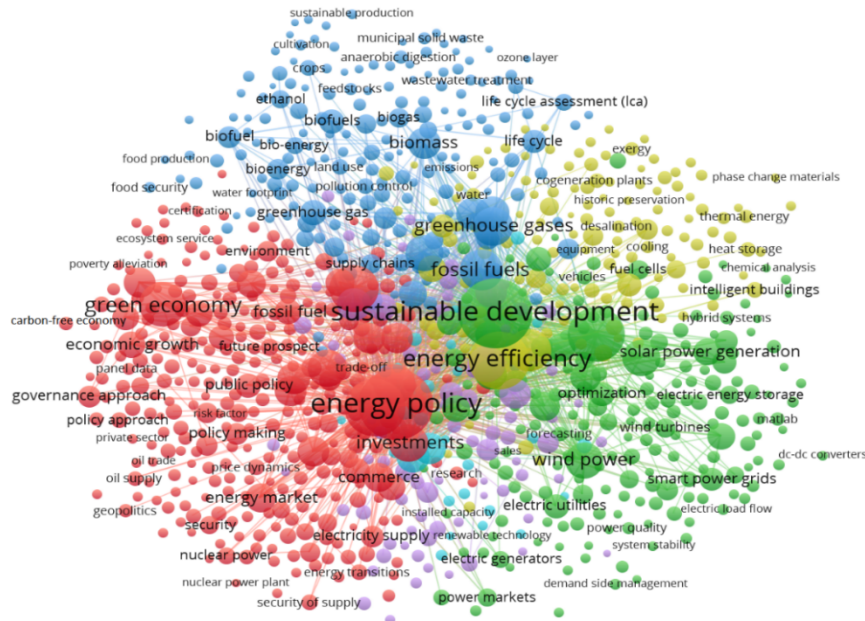


Рисунок 1.3 – Кластеризація виявлених міждисциплінарних взаємозв'язків досліджень із теорії забезпечення енергоефективності національної економіки

1) червоний кластер – «Державне регулювання енергетичного сектору», що об'єднує 309 термінів, пов'язаних із дослідженням державного регулювання енергетичного сектору національної економіки. Ключове слово у кластері – «енергетична політика», частота використання ключового слова у вибірці наукових публікацій – 2 563, щільність зв'язків між сформованою вибіркою ключових слів – 915;

2) зелений кластер – «Сталий розвиток енергетичного сектору національної економіки», що об'єднує 188 термінів, пов'язаних із дослідженням сталого розвитку енергетичного сектору. Ключове слово у кластері – «сталий розвиток», частота використання ключового слова у вибірці наукових публікацій – 2 463, щільність зв'язків між сформованою вибіркою ключових слів – 915;

3) синій кластер – «Вплив енергетичного сектору на навколишнє природне середовище», що об'єднує 182 терміни, пов'язаних з дослідженням впливу енергетичного сектору на навколишнє природне

середовище. Ключове слово у кластері – «викопне паливо», частота використання ключового слова у вибірці наукових публікацій – 633, щільність зв'язків між сформованою вибіркою ключових слів – 865;

4) жовтий кластер – «Інструменти підвищення енергоефективності національної економіки», що об'єднує 134 терміни, пов'язані з дослідженням інструментів підвищення енергетичної ефективності національної економіки. Ключове слово у кластері – «енергоефективність», частота використання ключового слова у вибірці наукових публікацій – 1 528, щільність зв'язків між сформованою вибіркою ключових слів – 911;

5) фіолетовий кластер – «Зелені технології підвищення енергетичної ефективності національної економіки», що об'єднує 80 термінів, пов'язаних із дослідженням імплементації зелених технологій для підвищення енергетичної ефективності національної економіки. Ключове слово у кластері – «стійка енергетика», частота використання ключового слова у вибірці наукових публікацій – 457 і щільність зв'язків між сформованою вибіркою ключових слів – 801;

6) блакитний кластер – «Розумні енергомережі в енергетичному секторі національної економіки», що об'єднує 27 термінів, пов'язаних із дослідженням розвитку розумних енергомереж в енергетичному секторі національної економіки. Ключове слово у кластері – «розумні енергомережі», частота використання ключового слова у вибірці наукових публікацій – 325, щільність зв'язків між сформованою вибіркою ключових слів – 695.

Виокремлені кластери (Рисунок 1.3) мають високу щільність взаємозв'язку, що підтверджує міждисциплінарний характер теорії забезпечення енергоефективності національної економіки.

Рисунок 1.4 візуалізує мережеву карту еволюції теорії забезпечення енергетичної ефективності національної економіки у взаємозв'язку з концепціями сталого та вуглецево-нейтрального розвитку у світі.

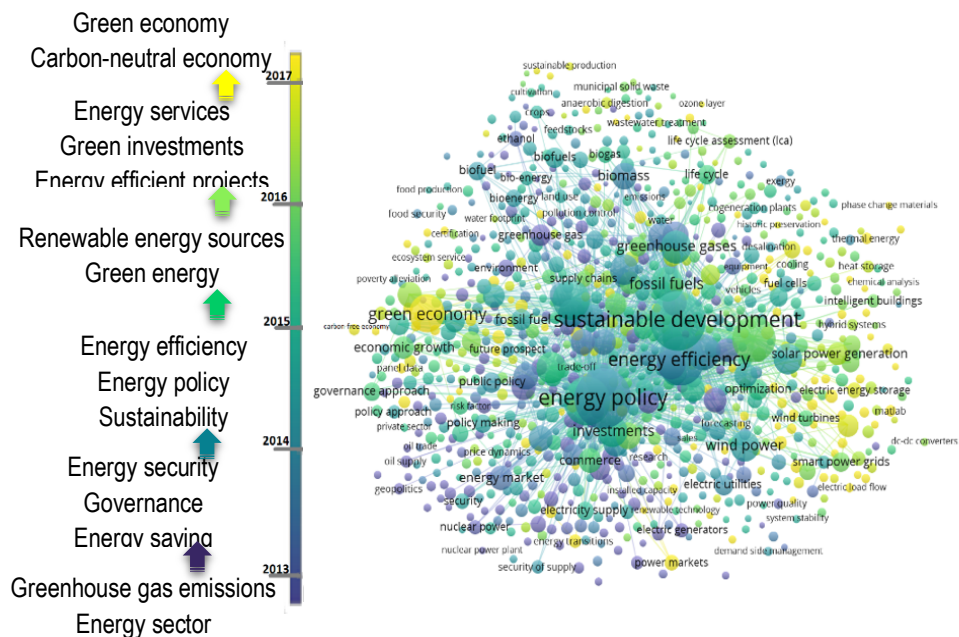


Рисунок 1.4 – Візуалізація еволюції теорії забезпечення енергоефективності національної економіки у взаємозв'язку з концепціями сталого та вуглецево-нейтрального розвитку національної економіки

Бібліометричний аналіз, проведений за допомогою програмного забезпечення VOSViewer v. 1.6.10, дозволив виявити та візуалізувати за часовим виміром шість етапів еволюції теорії забезпечення енергетичної ефективності національної економіки (Рисунок 1.4):

1) до 2013 р. дослідження були сфокусовані на вивченні проблем функціонування енергетичного сектору національної економіки та дослідженні негативного впливу концентрації парникових газів у навколишньому природному середовищі. Відповідна кластеризація підтверджується дослідженнями Хенлі Н. Д., Макгрегора П. Г., Суельса Дж. К., Тернера К. [46] та інших.

2) у період з 2013 року до 2014 рік дослідження фокусувалися на енергозбереженні як новому векторі державної політики забезпечення енергетичної безпеки національної економіки;

3) у період з 2014 року до 2015 рік дослідження, зокрема такими науковцями як Гілдео А., Чітгум А., Фарлі К., Нойбауер М., Новак С., Рібейро Д., Вайдянатан С. були орієнтовані на формування детермінант підвищення енергетичної ефективності національної економіки в контексті реалізації цілей сталого розвитку;

4) у 2015–2016 рр. дослідження вітчизняних та закордонних науковців [47] фокусувалися на інструментах поширення зеленої енергетики та оцінювання ефективності впровадження відновлювальних джерел енергії для підвищення енергоефективності національної економіки;

5) у 2016–2017 рр. науковці [48] зосередили увагу на дослідженні енергетичних послуг, ефективності залучення зелених інвестицій в енергоефективні проекти;

6) із 2017 року до сьогодні наукове товариство приділяє вагомому увагу детермінантам підвищення енергоефективності в контексті переходу національної економіки до вуглецево-нейтральної моделі її розвитку [12; 49; 50-52].

Одержані результати дослідження закономірностей розвитку управління енергетичною ефективністю національної економіки свідчать, що ця концепція має динамічний розвиток, де простежуються передумови формування потужної наукової школи, яка досліджує силу впливу змін рівня енергетичної ефективності в процесі вуглецево-нейтрального розвитку національної економіки.

Бібліометричний аналіз закономірностей розвитку управління енергетичною ефективністю національної економіки із використанням програмного забезпечення VOSViewer v. 1.6.10 дозволив виявити та візуалізувати за часовим виміром шість етапів еволюції теорії забезпечення енергетичної ефективності національної економіки. Зокрема, що до 2013 р. дослідження були сфокусовані на вивченні проблем функціонування

енергетичного сектору національної економіки, з 2013-2014 рр. – на енергозбереженні як новому векторі державної політики забезпечення енергетичної безпеки національної економіки, з 2014-2015 рр. – на детермінантах підвищення енергетичної ефективності національної економіки в контексті реалізації цілей сталого розвитку відповідно; з 2015 року до 2016 року – на інструментах поширення зеленої енергетики для підвищення енергетичної ефективності національної економіки, у період 2016-2017 рр. – на дослідженні енергетичних послуг, залученні зелених інвестицій в енергоефективні проєкти, тоді як з 2017 року – на детермінантах підвищення енергетичної ефективності в контексті переходу національної економіки до вуглецево-нейтральної моделі її розвитку.

### **1.2 Асинхронність державної енергетичної політики України: порівняння з компонентами кліматичної стратегії «Green Deal Policy» за концепцією $\sigma$ -Конвергенції та визначення швидкості реагування з урахуванням принципів $\beta$ -Конвергенції**

У грудні 2019 року Європейська комісія оголосила оновлену кліматичну ініціативу «Європейський зелений курс» (European Green Deal) [1], яка є дорожньою картою заходів, спрямованих на перехід до кліматично-нейтральної Європи. У рамках даного комюніке, країни ЄС зобов'язуються досягти нульового рівня викидів парникових газів до 2050 року [53], забезпечуючи поступове зростання частки відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі. У свою чергу, у 2020 році Україна прийняла Європейський вектор зеленого розвитку з метою синхронізації української енергетичної політики до стратегічних орієнтирів ЄС щодо переходу до циркулярної та вуглецево-нейтральної економіки. Згідно офіційному звіту Світової енергетичної ради [54], у 2030 глобальне споживання енергії може збільшитись на 55 % порівняно до 2020 року, що спричинить значні зміни у структурі енергетичного балансу країн. Таким



чином, перед Україною та іншими країнами-кандидатами на членство в ЄС, постає завдання розробити та впровадити збалансовану політику синхронізації національної енергетичної політики до Європейського рівня.

Систематизація наукових напрацювань свідчить про значний рівень інтересу наукової спільноти до оцінки ефективності національної стратегії енергетичного розвитку. Так, у статті [55] автори проаналізували еволюцію розвитку енергетичних стратегій Китаю та США за допомогою тесту Бай-Перрона. У свою чергу, науковці Йенсен Л. та Сперлінг К. [56] вдосконалили «Данський підхід» щодо планування енергетичної стратегії. У роботі [57] автори провели оцінку ефективності реалізованих заходів з енергетичної сталості за допомогою багатокритеріальної оптимізації MULTIMOORA.

Варто відмітити, що значні наукові напрацювання, присвячені ідентифікації економічних [58, 59], політичних [60], соціальних [61, 62], фінансових [63-67] інвестиційних [68-72], технологічних [73-77], маркетингових [78], екологічних [79-83] детермінант енергоефективності національної економіки. Таким чином, світова наукова спільнота досліджувала підходи до оцінки та прогнозування розривів енергоефективності, принципів та інструментів реалізації державної політики з метою мінімізації розривів енергоефективності.

Так, у дослідженнях [84, 85] автори виділи чотири основні фактори, які спричиняють розриви енергоефективності, а саме: неефективність ринку, відсутність спільних інтересів між зацікавленими сторонами, помилки в оцінці, мінімізація енергоефективних витрат. У рамках статті [86] автор охарактеризував енергетичні системи як соціально-технічні логічні системи, де повсякденна діяльність людей, цінності, відносини та інституції сприяють удосконаленню енергетичних технологій. У дослідженні [87] оцінив розриви енергоефективності в рамках реалізації енергоефективних проектів за допомогою методу DEA. У свою чергу,

Вакуленко І. та Мирошніченко Ю. [88] визначили рушійні сили підвищення енергоефективності в Україні за обмежених інвестиціях.

Низка науковців використовували емпіричні дані для виявлення причин незбалансованого розвитку енергетики та обґрунтування підвищення рівня енергоефективності. Методологічною основою для оцінки була концепція  $\sigma$ - та  $\beta$ -конвергенції. Для оцінки  $\sigma$ -конвергенції застосовано показники варіації рівня енергоефективності для кожної країни. При цьому  $\beta$ -конвергенція заснована на гіпотезі про те, що характеристики стаціонарності країн були подібними, або країни мали однакову траєкторію сталого зростання. Таким чином, автор статті [89] проаналізував вплив торгової інтеграції та регіональної співпраці на конвергенцію енергетичної політики на прикладі 89 країн, залучених до ініціативи «Один пояс, один шлях». Результати  $\sigma$ - та  $\beta$ -конвергенції за 2000-2014 роки підтвердили позитивний статистично значущий вплив торгової інтеграції на енергоефективну конвергенцію країн. Варто відмітити, що у роботі [90] науковці прийшли до аналогічних висновків, проаналізувавши 59 країн, включених до ініціативи «Один пояс, один шлях». Отримані результати підтвердили, що рівень конвергенції енергоємності є вищим для країн, які мають високий рівень розвитку двосторонньої торгівлі та імпорту технологічно-інноваційного обладнання з Китаю. За допомогою моделі стохастичної конвергенції на прикладі 27 країн ОЕСР у період з 1980 року по 2014 рік, науковці Булут У. та Дурусу-Цифтці Д. [91] довели, що конвергенція у середньому рівні енергоємності відсутня для таких країн ОЕСР, як: Ісландія, Південна Корея, США, Мексика та Чилі. Таким чином, необхідним є забезпечення політики в сфері енергоефективності за допомогою впровадження інновацій та дотримання міжнародних екологічних угод. За алгоритмом конвергентного клубу на прикладі 31 країни у період 1972-2012 рр. науковці

[92] прийшли до висновку про відсутність конвергенції енергетичної продуктивності для всіх досліджуваних країн.

Систематизація наукових напрацювань дозволила зробити висновок про те, що більшість науковців використовували інтегровані показники енергоефективності (використання енергії / інтенсивність енергоспоживання, енергопродуктивність, енергоємність тощо) для оцінки  $\sigma$ - та  $\beta$ -конвергенції. При цьому стрімке зростання негативних наслідків, спричинених екологічними суперечностями, збільшенням об'єму енергоспоживання та викидів парникових газів вимагають розробки ефективних механізмів для вирішення та усунення вищезазначених проблем. У свою чергу, це дозволить підвищити енергетичну безпеку країн.

Варто відмітити, що оцінка конвергенції між екологічним, соціальним та економічним розвитком країни дозволила усунути дилему щодо досягнення Цілей сталого розвитку в галузі енергоефективності та енергозбереження. У цьому напрямку Світова енергетична рада розробила концепцію «Енергетична трилема», яка дозволила прийняти обґрунтовані рішення щодо збалансування енергетичної безпеки, розподілу енергетичних ресурсів та екологічності [48, 54]. Варто зазначити, що баланс було оцінено за світовим індексом енергетичної трилеми. Згідно офіційному звіту за 2019 рік, дев'ять з 10 країн-лідерів рейтингу були країнами ЄС (Швейцарія, Швеція, Данія, Великобританія, Фінляндія, Франція, Австрія, Люксембург, Німеччина, Нова Зеландія), що свідчить про ефективність збалансованої енергетичної політики ЄС: розвиток єдиної енергетичної інфраструктури в ЄС (Договір про Європейський Союз, Маастрихт), впровадження Директив ЄС 2012/27/ЄС «Енергоефективність» та 2014/94/ЄС «Про розвиток інфраструктури альтернативного пального», рекомендації Європейської Комісії 2012/148/ЄС «Підготовка до впровадження систем інтелектуального обліку», Стратегічна енергетична технологія, Кліматична політика «Зелена угода» тощо. Таким чином,

Європейський вектор розвитку української національної економіки вимагає синхронізації державної політики щодо забезпечення енергоефективності.

Мета полягає в оцінці рівня асинхронності енергетичної політики України та країн ЄС на основі Світового індексу енергетичної трилеми та концепції  $\sigma$ -конвергенції, а також визначення чутливості змін національної політики до європейських стандартів в розвитку енергетики за допомогою концепції  $\beta$ -конвергенції.

У роботі методологічною основою для аналізу є концепція  $\sigma$ - та  $\beta$ -конвергенції. У рамках досліджень [89; 90] для оцінки  $\sigma$ -конвергенції було використано стандартне відхилення між країнами  $i$  у відповідний часовий період  $t$ :

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\ln TR_{jit} - \overline{\ln TR_{jit}})^2} \quad (1.1)$$

де  $TR$  – підіндекси Індексу енергетичної трилеми;

$j$  – енергетична безпека, розподіл енергетичних ресурсів, екологічність;

$N$  – кількість країн;

$i$  – країна;

$t$  – час.

Таким чином, згідно концепції, у випадку зниження середньоквадратичного відхилення спостерігається  $\sigma$ -конвергенція між країнами, тоді як в іншому випадку має місце дивергенція.

У рамках дослідження для оцінки  $\beta$ -конвергенції було використано рівняння регресії:

$$\ln\left(\frac{TR_{jit}}{TR_{jit-1}}\right) = \alpha + \theta \ln(TR_{jit-1}) + \phi X_{it} + \varepsilon, \quad (1.2)$$

де  $X$  – матриця додаткових ендогенних змінних, які вказують на особливості країни та дозволяє зберегти стаціонарність змінних на одному рівні;

$\alpha, \theta, \phi$  – розрахункові змінні;

$\varepsilon$  – залишок.

Якщо  $\theta$  менше нуля, то конвергенція існує для вибраних параметрів. Абсолютна величина параметрів характеризує взаємозв'язок між початковим рівнем енергоефективності та швидкістю її зростання. Значення  $\beta$  вказує на швидкість конвергенції, відсоток відстані довготривалої енергоефективної рівноваги, досягнутий країною за один раз.

У свою чергу, екзогенними змінними є індекс глобалізації [93] та відкритість торгівлі (Trade). У відповідності до висновків авторів робіт [16, 94-101] процес глобалізації свідчить про тенденцію економічного розвитку країни, а лібералізація торгівлі веде до збільшення споживання енергії на душу населення.

Об'єктом дослідження є Україна та чотири країни ЄС (Литва, Латвія, Польща, Хорватія). Варто відмітити, що для вищезазначених країн характерними є подібні трансформації в політичній сфері щодо відмови від монополії Комуністичної партії (1990-1992 рр.) та економічній – перехід від централізованого управління до ринкової економіки [102-108]. Основні показники країн, відібраних для аналізу, наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Пояснення змінних

Змінні	Абревіатура	Джерело
Енергетична безпека	ES	Світова енергетична рада
Розподіл енергетичних ресурсів	EE	
Екологічність	ESus	
Індекс глобалізації	KOF	Швейцарський економічний інститут KOF
Торгівля (% від ВВП)	Trade	Світовий банк даних

У таблиці 1.2 приведено описову статистику вибраних змінних.

Таблиця 1.2 – Описова статистика змінних EE, ES, ESus, KOF, Trade за країнами, 2014-2020

	Країна	Середнє	Медіана	Максимум	Мінімум	Ст.відх.	Асиметрія	Експес
EE	Україна	119,64	116,7	126,8	115,5	4,61	0,54	1,63
	Латвія	103,47	102,8	105,9	102	1,62	0,73	1,82
	Литва	103,86	100,9	113,1	99,5	6,31	0,92	1,89
	Польща	101,49	101,5	101,9	100,9	0,33	-0,59	2,54
	Хорватія	96,7	96,5	98	95,9	0,69	0,96	2,91
ES	Україна	119,59	118	125,6	113,3	4,61	0,16	1,72
	Латвія	137,57	139,2	141,5	126,1	5,29	-1,7	4,41
	Литва	110,54	114,6	117,1	89,8	10,02	-1,48	3,68
	Польща	112,99	113,5	114,8	109	1,97	-1,26	3,48
	Хорватія	120,67	122	123,8	110,3	4,63	-1,93	4,93
ESus	Україна	119,79	122	127,6	110,7	6,55	-0,29	1,67
	Латвія	101,1	100,5	104,6	96,7	2,69	-0,24	2,18
	Литва	98,79	99,2	103,1	93,3	3,35	-0,41	2,12
	Польща	117,83	118,2	120	114,3	2,05	-0,59	2,19
	Хорватія	109,99	109,3	114,1	107,4	2,63	0,41	1,67
KOF	Україна	74,99	74,95	76,62	73,38	1,13	0,06	1,98
	Латвія	79,06	79,42	82,71	75,22	2,82	-0,26	1,81
	Литва	80,84	80,89	82,94	78,83	1,43	0,11	1,93
	Польща	81,00	80,40	83,57	79,67	1,57	0,87	2
	Хорватія	81,18	80,08	84,32	79,52	1,96	0,78	1,89
Trade	Україна	100,34	100,69	107,08	95,15	4,66	0,21	1,57
	Латвія	126,43	122,93	135,88	119,19	6,55	0,37	1,49
	Литва	164,57	160,6	181,9	147,61	12,90	0,06	1,59
	Польща	101,86	102,79	109,2	93,73	5,58	-0,23	1,83
	Хорватія	93,79	93,48	100,36	88,7	3,55	0,59	3,12

За отриманими результатами (Таблиця 1.2) можна зробити висновок про те, що серед вибраних країн, Україна мала кращу позицію щодо середнього значення підіндексів розподіл енергетичних ресурсів (119,64) та екологічність (119,79). У той же час коефіцієнт екологічності був негативним (-0,29). Це свідчить про те, що опис реального стану розвитку країни не можливо здійснити на основі середнього значення. Позитивні

значення ексцесу для усіх змінних в Україні свідчать про можливий ексцес нормального розподілу для досліджуваних змінних.

У свою чергу, для Латвії характерним було найвище середнє значення підіндексу енергетична безпека (137,57). Стандартне відхилення змінних для всіх країн становило менше 10%, що свідчить про слабку мінливість ознак об'єктів. При цьому серед досліджуваних країн, Україна була лідером за Індексом енергетичної трилеми (66,00) до 2019 року. Однак країни ЄС продемонстрували збільшення Індeksu енергетичної трилеми з 2019 року (Рисунок 1.5).

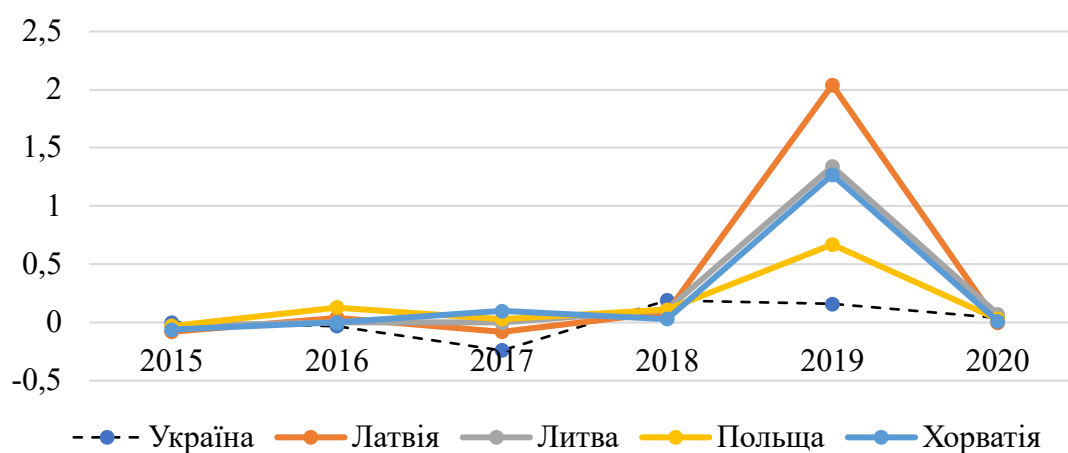


Рисунок 1.5 – Темпи зростання Індeksu енергетичної трилеми досліджуваних країн, 2014-2020 рр.

Згідно вище зазначеній методології, на першому етапі дослідження було оцінено  $\sigma$ -конвергенцію. Таблиця 1.3 демонструє результати оцінки  $\sigma$ -конвергенції.

Зниження стандартного відхилення натуральних логарифмів підіндексів енергетичної безпеки та екологічності підтвердило, що державно-орієнтований механізм співпраці країн зосереджений на досягненні конвергенції процесів в енергетичній безпеці та екологічності. При цьому спостерігається зростання стандартного відхилення

натуральних логарифмів підіндексу розподіл енергетичних ресурсів для вибраних країн з 2014 по 2020 роки. Таким чином, це свідчить про ефективність посилення співпраці в напрямку енергоефективного розвитку країн.

Таблиця 1.3 – Емпіричне обґрунтування  $\sigma$ -конвергенції між змінними для досліджуваних країн

$\sigma$ - конвергенція	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	енергетична безпека						
без України	0,21	0,02	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04
з Україною	0,22	0,03	0,05	0,07	0,07	0,02	0,03
	розподіл енергетичних ресурсів						
без України	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05	0,04
з Україною	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02
	екологічність						
без України	0,03	0,01	0,04	0,01	0,01	0,03	0,04
з Україною	0,06	0,04	0,03	0,01	0,02	0,05	0,01

Підтвердження  $\sigma$ -конвергенції дозволило перевірити гіпотезу про  $\beta$ -конвергенцію між процесами для досліджуваних країн. На наступному етапі дослідження було визначено стаціонарність вибраних змінних для оцінки  $\beta$ -конвергенції. Результати тесту на одиничний корінь панельних даних показано в таблиці 1.4.

Перевірка стаціонарності часових рядів в рівні підтвердила, що для  $\ln(EE_{t-1})$  (тести PP-Fisher Chi-square та ADF-Fisher Chi-square),  $\ln(ES_{t-1})$  (тести PP-Fisher Chi-square та AD-Fisher Chi-square),  $\ln(ESus_{t-1})$  (тести tests ADF-Fisher Chi-square, Levin-Lin-Chu, PP-Fisher Chi-square),  $\ln KOF$  (тести ADF-Fis-Chi-square, Levin-Lin-Chu, PP-Fisher Chi-square),  $\ln Trade$  (тести PP-Fisher Chi-square, Levin-Lin-Chu, ADF-Fisher Chi-square) абсолютні значення  $\tau$ -статистики менші абсолютних значень мінімального значення при рівні 1%, 5% та 10%. Таким чином, нульова гіпотеза щодо наявності одиничного кореню часових рядів в рівні не може бути відхиленою. При



цьому мінімальна ймовірність того, що часові ряди були нестационарними становить 49% ( $p$ -значення  $> 10\%$ ). Стаціонарність модифікованих змінних було підтверджено за результатами тестів ADF-Fisher Chi-square, Hadri, Levin-Lin-Chu та PP-Fisher Chi-square для всіх змінних в перших різницях. Таким чином, часові ряди в перших різницях є стаціонарними.

Таблиця 1.4 – Результати аналізу на стаціонарність за допомогою тесту на одиничний корінь панельних даних

Статистичні дані (р-значення)		Levin-Lin-Chu	Hadri	ADF-Fisher Chi-square	PP-Fisher Chi-square
$\ln(EE_{t-1})$	в рівні	-56,37 (0,00)	3,14 (0,00)	6,58 (0,76)	9,22 (0,51)
	в 1-их різницях	-23,61 (0,00)	1,69 (0,04)	31,86 (0,00)	23,45 (0,01)
$\ln(\frac{EE_t}{EE_{t-1}})$	в рівні	-23,98 (0,00)	1,69 (0,04)	31,94 (0,00)	23,36 (0,01)
	в 1-их різницях	-21,78 (0,00)	4,37 (0,00)	35,79 (0,00)	39,68 (0,00)
$\ln(ES_{t-1})$	в рівні	-4,11 (0,00)	2,89 (0,00)	14,52 (0,15)	1,67 (0,99)
	в 1-их різницях	-10,09 (0,00)	3,77 (0,00)	47,49 (0,00)	65,98 (0,00)
$\ln(\frac{ES_t}{ES_{t-1}})$	в рівні	-10,13 (0,00)	3,76 (0,00)	47,50 (0,00)	66,02 (0,00)
	в 1-их різницях	-8,36 (0,00)	2,61 (0,00)	49,65 (0,00)	68,34 (0,00)
$\ln(ESus_{t-1})$	в рівні	0,01 (0,51)	3,46 (0,00)	14,04 (0,17)	6,71 (0,75)
	в 1-их різницях	-4,00 (0,00)	3,03 (0,00)	26,13 (0,00)	31,38 (0,00)
$\ln(\frac{ESus_t}{ESus_{t-1}})$	в рівні	-4,00 (0,00)	3,03 (0,00)	26,14 (0,00)	31,42 (0,00)
	в 1-их різницях	-2,14 (0,00)	4,84 (0,00)	28,76 (0,00)	38,20 (0,00)
$\ln KOF$	в рівні	4,68 (1,00)	4,00 (0,00)	3,21 (0,97)	0,09 (1,00)
	в 1-их різницях	-1,52 (0,06)	4,04 (0,00)	17,06 (0,07)	17,02 (0,06)
$\ln Trade$	в рівні	0,20 (0,58)	2,98 (0,00)	7,87 (0,64)	2,65 (0,98)
	в 1-их різницях	-2,85 (0,00)	2,03 (0,02)	16,35 (0,03)	27,09 (0,00)

Результати оцінки  $\beta$ -конвергенції показані в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Результати аналізу  $\beta$ -конвергенції

	$\ln(\frac{EE_t}{EE_{t-1}})$	$\ln(\frac{ES_t}{ES_{t-1}})$	$\ln(\frac{ESus_t}{ESus_{t-1}})$
$\ln(EE_{t-1})$	-0,093 (0,068)	–	–
$\ln(ES_{t-1})$	–	-0,007 (0,033)	–
$\ln(ESus_{t-1})$	–	–	-0,147 (0,02)
$\ln KOF$	0,031 (0,08)	-0,04 (0,709)	-0,209 (0,02)
$\ln Trade$	0,029 (0,067)	0,049 (0,234)	0,048 (0,13)

Згідно таблиці 1.5 абсолютні значення  $\beta$ -конвергенції змінюються в інтервалі від 0,093 (енергетична безпека) до 0,147 (екологічність), що

підтверджує високий ступінь конвергенції між країнами за цими параметрами. Позитивний статистично значущий вплив індексу глобалізації та відкритості торгівлі підтвердили можливі прискорення  $\beta$ -конвергенції для енергетичної безпеки. Це свідчить про те, що на першому етапі темпи зростання енергетичної безпеки були високими, а потім сповільнювалися при збільшенні значень, наближаючись до стабільності. При цьому вплив змінних KOF та Trade на енергоефективність не був статистично значущим. Змінні KOF та Trade не впливали на конвергенцію країн у розподілі енергетичних ресурсів.

Таким чином, трансформація енергетичного сектору України повинна здійснюватися шляхом впровадження ефективних механізмів конвергенції національної політики в сфері енергоефективності та провідних країн ЄС. При цьому впровадження інноваційних енергетичних технологій може стати ключовим інструментом для подолання негативних наслідків зміни клімату. Крім того, це сприятиме створенню нових сценаріїв сталого енергетичного розвитку країни. Результати оцінки  $\sigma$ - та  $\beta$ -конвергенції підтвердили конвергенцію національної енергетичної політики та ЄС. При цьому встановлено, що зростання рівня енергоефективності в Україні було обмежено значною часткою імпорту пального (включаючи природній газ та нафту) та високою інтенсивністю викидів CO<sub>2</sub>. У свою чергу, значне погіршення енергетичної інфраструктури стало бар'єром при підвищенні енергоефективності та вимагало додаткових інвестицій на модернізацію. Результати  $\sigma$ -конвергенції за показниками Індексу енергетичної трилеми вказують на необхідність вдосконалення законодавства в енергетичному секторі, зокрема щодо використання енергії з відновлюваних джерел.

## **2 ВИЯВЛЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВИХ ЗВ'ЯЗКІВ РОЗРИВІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА РІВНЯ АСИНХРОННОСТІ СТРАТЕГІЧНИХ ПОЛІТИК**

Сьогодні міжнародні зобов'язання щодо зміни клімату є на порядку денному. Нагальними питаннями є пом'якшення та адаптація до несприятливих змін клімату, при скороченні негативного впливу на здоров'я та навколишнє природне середовище, забезпеченні економічної, соціальної та енергетичної готовності на глобальному рівні. Невідкладні дії щодо боротьби зі зміною клімату та його негативним впливом потребують міжнародного співробітництва. Варто зазначити, що кліматичний консенсус виражається в низці підписаних міжнародних угод, таких як Рамкова конвенція ООН про зміну клімату, Кіотський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату, Паризька кліматична угода тощо. До того, у грудні 2019 року Європейська Комісія представила Європейську зелену угоду (ЄЗУ), спрямовану на досягнення нульових викидів парникових газів до 2050 року. Так, зелений енергетичний перехід підвищує енергоефективний потенціал, розвиток відновлюваних джерел енергії та екологічного транспорту, кругової економіки, уловлювання вуглецю та його зберігання, промоцію послуг розумних мереж, розширення біоенергетики тощо.

ЄЗУ відкриває вікно можливостей для міжнародної співпраці у сфері енергетики у напрямку економічного зростання. При цьому ЄЗУ спрямована на забезпечення позитивного енергетичного балансу, досягнення енергетичної незалежності, дотримання чесної конкуренції на енергетичному ринку, збільшення частки енергії з відновлюваних джерел, тощо. Щоб бути активним учасником глобальної боротьби проти зміни клімату, країни прийняли Цілі Паризької угоди, спираючись на національні

стратегії та пріоритети. Однак, через різні рівні розвитку країн, національні енергетичні та кліматичні плани можуть суттєво відрізнятись.

Сучасні виклики, спричинені стрімким розповсюдженням пандемії, відкрили нові можливості для відновлення економіки, враховуючи цілі сталого розвитку. Зелена енергетична трансформація вважається одним із головних векторів у досягненні енергетичної незалежності. Так, енергоефективність та відновлювані джерела енергії є визначальними детермінантами економічного зростання. Енергоефективний прогрес дозволяє значно скоротити споживання енергії при підвищенні ВВП та зростанні соціального добробуту. У свою чергу, це стимулюватиме електрифікації економіки за рахунок збільшення частки відновлюваних джерел енергії та зменшення споживання викопного палива. Таким чином, прогрес у сфері енергоефективності та відновлюваних джерел енергії є пріоритетними напрямками глобального рівня [109, 110].

Згідно статистичним даним, незважаючи на низхідну тенденцію, рівень енергоемності ВВП є високим, особливо в Україні. Рисунок 2.1 демонструє, що у 2019 році загальне споживання енергії на одиницю ВВП зменшилось на 26,2 % порівняно з 2000 роком, тоді як в Україні – на 56,3 % [111]. Однак, у 2019 році енергоемність ВВП України була в 2,11 рази вище світового рівня. При цьому у 2019 році, рівень енергоемності Польщі (один із найбільших торгових партнерів України) був нижчим у 2,7 рази.

За результатами аналізу статистичних даних встановлено, що загальне споживання енергії в Україні на одиницю ВВП є надто високим. Таким чином, зелена енергетична трансформація вимагає значних інвестицій у енергетичний та споживчий сектори для підвищення енергоефективності за допомогою впровадження нових технологій у виробництво, транспорт та споживання енергії. При цьому відновлювані

джерела енергії вважаються найпотужнішим інструментом декарбонізації національної та світової економік.

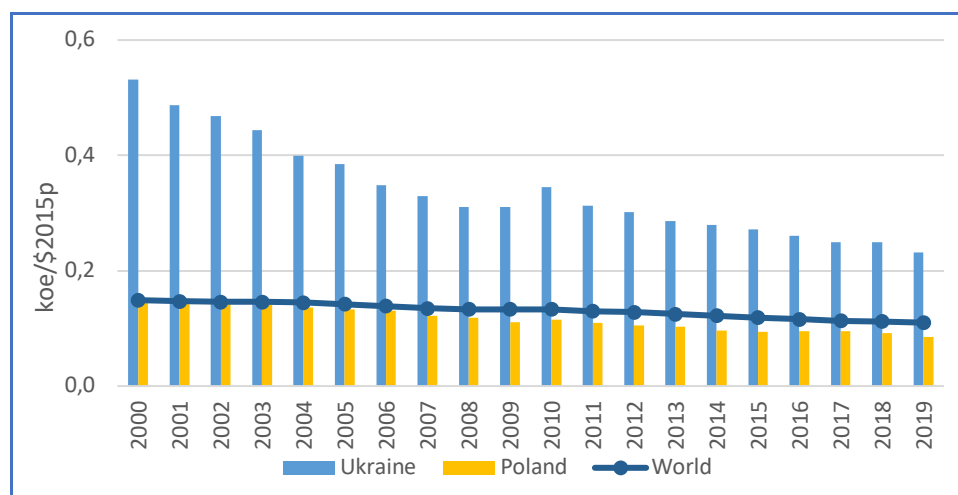


Рисунок 2.1 – Енергоємність (загальне споживання енергії на одиницю ВВП) (побудовано на основі даних [111])

Систематизація наукових напрацювань свідчить про значні здобутки в дослідженні впливу економічної, соціальної та політичної сфер на розвиток енергоефективності та сприяння розвитку відновлювальних джерел енергії. За отриманими результатами встановлено зростання наукового інтересу до дослідження питань впливу відновлюваної енергетики на економічне зростання (Рисунок 2.2).

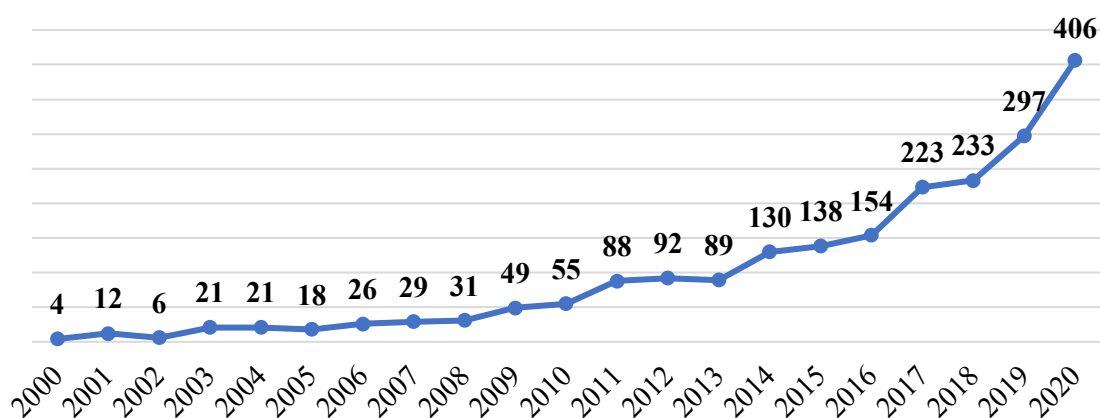


Рисунок 2.2 – Динаміка публікаційної активності за ключовими словами «renewable energy» (укр. «відновна енергія») та «economic growth» (укр. «економічне зростання»)



У результаті проведеного аналізу було визначено три кластери, які свідчать про напрямки досліджуваних публікацій. Таким чином, перший найбільший кластер (блакитний) складається з 42 термінів, які вказують на зацікавленість науковців у розвитку глобалізації. Другий кластер (зелений) засвідчив, що науковці приділяли особливу увагу дослідженням економічного зростання та глобалізаційним процесам на фоні формування енергетичних політик. У свою чергу, третій (фіолетовий) і четвертий(червоний) кластери дозволили зробити висновок, що питання відновлюваної енергетики досліджувались в умовах економічної глобалізації (сила зв'язку – 39), зміни клімату (сила зв'язку – 35), щодо перспектив політичної глобалізації (сила зв'язку – 35), енергоефективність (сила зв'язку – 27) та інші.

Результати аналізу засвідчили, що дослідження, спрямовані на пошук найкращих енергетичних практик, нових методів, інноваційних технологій, екологічного фінансування, економічних механізмів тощо, є пріоритетними у розвитку відновлюваної енергії вуглецево-нейтральної економіки. При цьому наукове співтовариство продемонструвало значний прогрес щодо дослідження ролі економічної та політичної глобалізації у розвитку та поширенні відновлюваної енергетики [115-120].

Результати наукових праць [121-123] підтвердили взаємозв'язок між економічним зростанням, відновлюваною енергією та викидами парникових газів. Автори зазначили, що зелені інвестиції стимулюють економічне зростання за рахунок розвитку відновлюваних джерел енергії та скорочення шкідливих викидів парникових газів [124, 125]. Вплив енергоефективності на економічний благоустрій було досліджено у роботах [126-131].

Однак отримані результати свідчать про обмеженість наукових публікацій, присвячених дослідженню впливу детермінант демократії та процесів глобалізації на розвиток відновлюваної енергетики [132-137].

У свою чергу, Рисунок 2.4 свідчить про те, що зростання демократії (DI) та рівня глобалізації (KOF) сприяють підвищенню енергоефективності (EE).

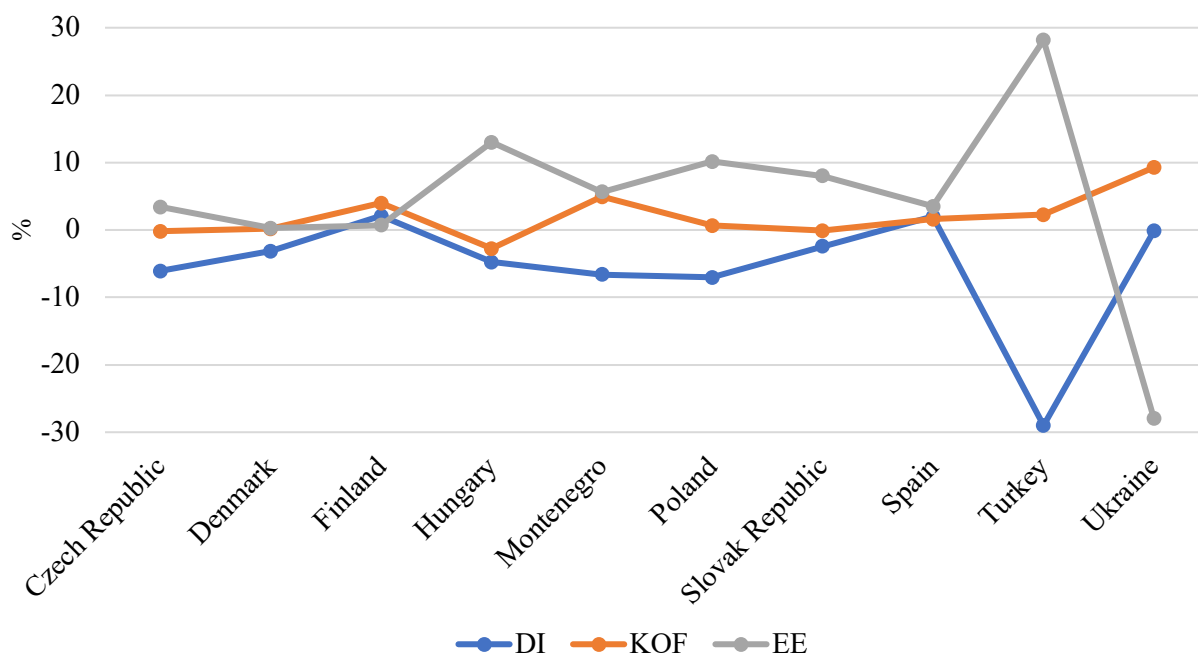


Рисунок 2.4 – Зміна детермінант енергоефективності (EE), демократії (DI) та глобалізації (KOF) у 2019 році порівняно з 2012 роком (побудовано на основі [138-141])

У праці [142] авторами проаналізовано вплив демократії та відновлюваних джерел енергії на обсяги викидів вуглецю. Автори підкреслили, що рівень викидів вуглецю впливає на відкритість торгівлі, чисельність населення, економічне зростання та прямі іноземні інвестиції. Однак, економічне зростання може спричинити скорочення обсягів викидів вуглецю в умовах демократії. У праці [143] автором запропоновано механізм прискорення енергетичного переходу за умови політичного впливу. Автор зазначив, що співпраця між урядом та бізнесом в енергетичному секторі сприяє економічній декарбонізації через підвищення зеленої свідомості покупців та збільшення кількості



прихильників державної енергетичної політики з боку корпоративних покупців відновлюваних джерел енергії.

У праці [144] проаналізовано вплив політики на розвиток відновлюваної енергетики. Автори дійшли висновку, що членство в ЄС, федералістична політична система та стан існуючої системи енергопостачання були основними рушійними силами розвитку відновлюваної енергетики. Отримані результати продемонстрували, що підтримка політики відновлюваних джерел у виробництві електроенергії не залежить від частки викопної та ядерної енергії в національному енергозабезпеченні економіки та інтенсивності викидів CO<sub>2</sub>. У свою чергу, у дослідженні [145] науковці досліджували особливості впровадження кліматичної політики. Автори дійшли висновку, що для більш розвинених країн ймовірність впровадження кліматичної політики є вищою. Крім того, встановлено, що членство в ЄС сприяє суттєвіший вплив на впровадження політики щодо відновлюваних джерел енергії, ніж забезпеченість природними ресурси для виробництва відновлюваної енергії.

Враховуючи вищезазначені результати, актуальним є дослідження впливу економічної та політичної глобалізації на відновлювану енергетику в країнах ЄС (за різних режимів демократії), України та Туреччини (як потенційних кандидатів у ЄС).

Для аналізу використано функцію Кобба-Дугласа, згідно якої загальне виробництво залежить від витрат праці та капіталу [146–149]. У статтях [150, 151] автори використовували модифіковану функцію для пояснення взаємозв'язку між відновлюваною енергією, викидами вуглецю та ВВП. Результати [152, 153] підтвердили, що глобалізація сприяє скороченню попиту на енергію, поширюючи зелені інновації. Враховуючи це, у дослідженні використана модифікована функція (2.1), де економічні та політичні глобалізації були обрані як пояснювальні змінні:

$$RE = f(K; L; GDP; EG; PG) \quad (2.1)$$

де  $RE$  – частка відновлюваної енергії в кінцевому споживанні енергії;

$EG$  – рівень економічної глобалізації;

$PG$  – рівень політичної глобалізації;

$K$  – валове формування основного капіталу;

$L$  – загальна робоча сила (люди віком від 15 років і старші);

$GDP$  – валовий внутрішній продукт.

Вибірка дослідження була сформована на основі даних України, Туреччини (потенційні члени ЄС), а також країн ЄС з різними політичними режимами, а саме: повна демократія – Фінляндія, Данія, Іспанія; недосконала демократія – Польща, Словаччина, Угорщина та Чеська Республіка; та гібридний режим – Чорногорія, Туреччина та Україна (Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Індекс демократії досліджуваних країн (систематизовано на основі даних [138])

Країна	Тип режиму	Оцінка країни 2020	Опис
Фінляндія	Повна демократія	9,2	Політична культура поважає та зміцнює громадянські свободи та основну політичну свободу.
Данія		9,15	
Іспанія		8.12	
Чехія	Недосконала демократія	7.67	Вибори є чесними та доступними, а основні громадянські свободи поважаються. Однак політична культура є недорозвиненою.
Словаччина		6.97	
Польща		6.85	
Угорщина		6.56	
Чорногорія	Гібридний режим	5.77	Тиск уряду на політичну опозицію, фальсифікація виборів, корупція тощо.
Україна		5.81	
Туреччина		4.48	

Дані, використані в дослідженні, були отримані з бази даних Eurostat (частка відновлюваної енергії в кінцевому споживанні енергії), КОФ Швейцарського економічного інституту (Індекс глобалізації КОФ та його розміри), Світового банку даних (ВВП, робоча сила та валовий капітал) на 2012-2019 роки (Таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Змінні, скорочення та їх пояснення (систематизовано на основі даних [139-141])

Змінні	Скорочення	Значення	Джерело
Економічна глобалізація	EG	Економічна детермінанта демонструє стан міжнародної торгівлі та ділової активності, торгівельні потоки, міжнародні інвестиції, обмеження у міжнародній торгівлі та податки тощо.	KOF Swiss Economic Institute
Політична глобалізація	PG	Політична детермінанта характеризує членство країни в міжнародних організаціях, ратифікацію міжнародних багатосторонніх угод, кількість посольств та інших іноземних делегацій у країні тощо.	
Відновлювана енергія	RE	Частка відновлюваної енергії у кінцевому споживанні енергії.	Eurostat
Валовий внутрішній продукт	GDP	Сума доданої вартості (відмінності між валовою продукцією виробників та вартістю проміжних товарів та послуг, спожитих у виробництві).	World Data Bank
Капітал	К	основний капітал US\$	
Праця	L	загальна робоча сила (люди віком від 15 років, які постачають робочу силу для виробництва товарів та послуг	

Таблиця 2.3 демонструє описову статистику даних. Усі дані було логарифмовано для проведення подальших розрахунків. Для практичної реалізації аналізу, застосовано програмне забезпечення EViews.

Таблиця 2.3 – Описова статистика вибраних змінних

	RE	GDP	K	L	PG	EG
Mean	1,21	4,23	10,54	6,68	1,94	1,90
Median	1,18	4,25	10,73	6,67	1,96	1,91
Maximum	1,64	4,80	11,44	7,37	1,99	1,96
Minimum	0,30	3,33	8,91	5,40	1,77	1,75
Std. Dev.	0,34	0,38	0,63	0,58	0,05	0,04
Skewness	-0,83	-0,53	-1,27	-0,71	-2,11	-1,27
Kurtosis	3,57	2,81	4,31	3,06	6,48	4,69
Jarque-Bera	9,32	3,51	24,47	6,14	89,77	27,90
Probability	0,01	0,17	0,00	0,05	0,00	0,00
Sum	86,82	304,84	759,12	480,82	139,56	136,74
Sum Sq. Dev.	8,04	10,15	28,27	23,70	0,20	0,11

Примітка: RE – відновлювальна енергія; GDP – валовий внутрішній продукт; K – капітал; L – праця; PG – політична глобалізація; EG – економічна глобалізація

Результати кореляційного аналізу дозволили зробити висновок, що політична та економічна глобалізація мають найвищу кореляцію. Це обґрунтовувано використанням двох модифікованих моделей функцій (2.1) з окремим залученням політичної та економічної глобалізації.

Беручи до уваги вищезазначені результати аналізу, функція (2.1) представлена у вигляді двох панельних рівнянь коінтеграції:

$$\text{Модель 1: } RE_{it} = \delta + \alpha K_{it} + \beta L_{it} + \gamma GDP_{it} + \delta EG_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2.2)$$

$$\text{Модель 2: } RE_{it} = \delta + \alpha K_{it} + \beta L_{it} + \gamma GDP_{it} + \delta PG_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2.3)$$

де  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  – параметри регресії, які оцінюють і пояснюють еластичність випуску, стосуються частки відновлюваної енергії в кінцевому споживанні енергії, економічної глобалізації, політичної глобалізації, праці, капіталу;

$\varepsilon$  – термін помилки;

$i = 1, \dots, N$ ;

$t = 1, \dots, T$ .



Результати аналізу стаціонарності підтвердили, що лише економічна глобалізація є стаціонарною на рівні для всіх тестів. При цьому, інші змінні є стаціонарними на першому рівні. Таким чином, отримані дані дозволили відкинути нульову гіпотезу про нестаціонарність із значенням 1 %. Це дозволило протестувати коінтеграцію серед змінних за допомогою тесту коінтеграції панелі Педроні.

Одержані дані (Таблиці 2.5-2.6) підтвердили статистичну значимість на рівні 1 % для шести з одинадцяти ймовірностей тесту. Таким чином, гіпотезу про відсутність коінтеграції серед вибраних змінних можна відкинути. У свою чергу, для перевірки довгострокових взаємозв'язків між обраними змінними було застосовано методи коінтеграції панелей (FMOLS та DOLS). Висновки FMOLS та DOLS представлені в Таблиці 2.7.

Таблиця 2.5 – Результати коінтеграційних тестів серед вибраних змінних для моделі 1 (економічна глобалізація)

Тест	Серед змінних				Тест	Між змінними	
	Stat.	Prob.	Stat.	Prob.		Stat.	Prob.
			<i>зважене</i>				
panel v-statistic	0,05	0,48	-0,93	0,83	group rho-statistic	4,10	1,00
panel rho-statistic	2,69	1,00	2,56	0,99	group PP-statistic	-6,71	0,00*
panel PP-statistic	-3,50	0,00*	-4,83	0,00*	group ADF-statistic	-5,38	0,01*
panel ADF-statistic	-2,89	0,00*	-4,79	0,02*			

Примітка: \* – значимість на рівні 1 %

Результати аналізу довгострокового взаємозв'язку підтвердили, зростання на 1% валового внутрішнього продукту та капіталу (за методами FMOLS та DOLS), праці та політичної глобалізації (за методом DOLS) у країнах з повною демократією спричиняють підвищення генерації відновлюваної енергії на 1,35, 1,2, 0,84 та 1,28 відповідно. У моделі з економічною глобалізацією ті самі показники валового внутрішнього

продукту, капіталу та політичної глобалізації мали статистично значущий вплив на відновлювані джерела енергії на 1% та 5% рівнях значимості.

Таблиця 2.6 – Результати коінтеграційних тестів серед вибраних змінних для моделі 2 (політична глобалізація)

Test	Для змінної				Test	Між змінними	
	Stat.	Prob.	Stat.	Prob.		Stat.	Prob.
			<i>weighted</i>				
panel v-statistic	-2,56	0,99	-2,32	0,99	group rho-statistic	3,9	1,0
panel rho-statistic	2,31	0,99	2,29	0,99	group PP-statistic	-5,6	0,0*
panel PP-statistic	-1,57	0,00*	-2,79	0,00*	group ADF-statistic	-2,7	0,0*
panel ADF-statistic	-1,45	0,00*	-2,39	0,01*			

Примітка: \* – значимість на рівні 1 %

Таблиця 2.7 – Висновки довгострокового взаємозв'язку між обраними змінними (за методами FMOLS та DOLS)

Тести	Стат. парамет.	Модель 1 (політична глобалізація)											
		Залежна змінна RE											
		<i>Повна демократія</i>				<i>Недосконала демократія</i>				<i>Гібридний режим</i>			
		Незалежні змінні											
		L	K	PG	GDP	L	K	PG	GDP	L	K	PG	GDP
F	Coeff.	0,79	1,2	-1,11	1,35	1,68	0,62	0,26	-0,25	0,82	0,07	3,63	0,18
	Prob.	0,46	0,00*	0,26	0,00*	0,38	0,09**	0,04**	0,60	0,00*	0,65	0,00*	0,38
D	Coeff.	0,22	1,28	0,84	1,44	0,58	0,55	0,43	-0,39	0,87	0,12	3,62	-0,22
	Prob.	0,05**	0,00*	0,03**	0,01*	0,01*	0,02**	0,02**	0,44	0,03**	0,75	0,01*	0,68
Тести	Стат. парамет.	Модель 2 (економічна глобалізація)											
		L	K	EG	GDP	L	K	EG	GDP	L	K	EG	GDP
F	Coeff.	1,03	1,13	0,13	1,36	2,37	0,74	0,33	-0,33	0,18	0,24	0,54	0,46
	Prob.	0,45	0,01*	0,00*	0,01*	0,18	0,01**	0,05**	0,21	0,02**	0,01*	0,03**	0,04**
D	Coeff.	0,39	1,19	0,12	1,38	2,28	0,72	0,31	-0,40	0,20	-0,68	0,42	1,51
	Prob.	0,82	0,02**	0,06**	0,03**	0,22	0,03**	0,04**	0,22	0,76	0,36	0,00*	0,08**

Примітка: \* та \*\* представляють значимість на рівнях 1 % та 5 %; F – методика FMOLS; D – методи DOLS

У моделі з політичною глобалізацією для країн з недосконалою демократією всі змінні, за винятком ВВП (DOLS), позитивно впливали на розвиток відновлюваної енергії. Таким чином, збільшення робочої сили, капіталу та політичної глобалізації сприяють розвитку відновлюваної енергії відповідно на 0,58, 0,55, та 0,43. У моделі з економічною глобалізацією лише два показники (праця та економічна глобалізація) були статистично значущими на 1 % та 5 % рівнях значимості.

Однак у моделі 1 для країн з гібридним режимом зростання на 1 % політичної глобалізації та праці (за методами FMOLS та DOLS) сприяє розвитку відновлюваної енергетики на 0,82 та 3,63 (FMOLS), 0,87 та 3,62 (DOLS) відповідно. При цьому в моделі 2 відповідно до методів коінтеграції FMOLS, збільшення всіх змінних на 1% призводить до збільшення відновлюваної енергії.

Отримані результати дозволили зробити висновок, що для країн з гібридним режимом зміни в політичній та економічній глобалізації забезпечили швидке зростання відновлюваної енергетики в порівнянні з країнами, які мають повну та недосконалу демократію.

Таким чином, в країнах з різними рівнями демократії та політичних режимів, зміни основних економічних параметрів (праці, капіталу та ВВП), економічної та політичної глобалізації призводять до розвитку відновлюваної енергії з різною амплітудою. Подібні висновки були отримані в роботах [143-145]. Таким чином, збільшення політичної глобалізації на 1% провокує зростання відновлюваної енергетики на 0,84 для країн з повною демократією (DOLS), 0,43 – для недосконалої демократії (DOLS), та 3,62 – для гібридного режиму (DOLS). Таким чином, країни з гібридним режимом повинні зосередитись на впровадженні механізму зміцнення політичної стабільності та забезпечення політичної глобалізації. Крім того, зростання економічної глобалізації на 1% призведе до збільшення відновлюваної енергетики на 0,12 (FMOLS) і 0,13 (DOLS) для



країн з повною демократією, 0,33 (FMOLS) і 0,31 (DOLS) – для недосконалої демократії, 0,42 (FMOLS) і 0,54 (DOLS) – для гібридного режиму. Зростання торгової та фінансової відкритості дозволило поліпшити економічну глобалізацію та збільшити швидкість поширення та проникнення відновлюваної енергії. Посилення політичної та економічної глобалізації дозволило залучити додаткові зелені інвестиції та інновації для розвитку відновлюваної енергетики.

Зростання рівня зацікавленості світової спільноти до питань підвищення енергоефективності національної економіки та забезпечення її енергетичної залежності стимулює наукову спільноту досліджувати детермінанти, які впливають на зміни відповідних процесів. Зокрема, прийняті цілі сталого розвитку до 2030 року включають, у тому числі, цілі орієнтовані на забезпечення рівного доступу до енергетичних ресурсів та підвищення енергоефективності шляхом розвитку зеленої енергетики та чистих технологій. Крім того, в 2019 році ЄС та Україна почали реалізовувати «Європейську Зелену угоду», що зорієнтована на перехід до вуглецево-нейтральної економіки та підвищення енергоефективності країни.

Дослідженню енергоефективності країни та основних детермінант, які впливають на її рівень присвячено праці таких вітчизняних та зарубіжних вчених, зокрема як Панченко В. [16], Білана Ю. [61], Васильєвої Т. [66], Чигрин О. [80], Дкхлілі Х. [81], Хасана С. [103] та інших.

Незважаючи на вагомий науковий доробок у даній сфері актуальним є виявлення основних детермінант енергоефективності національної економіки у контексті реалізації Європейської Зеленої угоди.

Метою дослідження є виявлення детермінант енергоефективності національної економіки країни та оцінювання їх причинно-наслідкових зв'язків у контексті імплементації «Європейської Зеленої Угоди».

Для проведення бібліометричного аналізу інтегрально поєднано методологію, описану в роботах [48, 60, 76, 78, 82]. Динаміка публікаційної активності (рисунок 2.5) засвідчила про зростання рівня зацікавленості наукової спільноти до досліджування питань забезпечення енергоефективності країни.

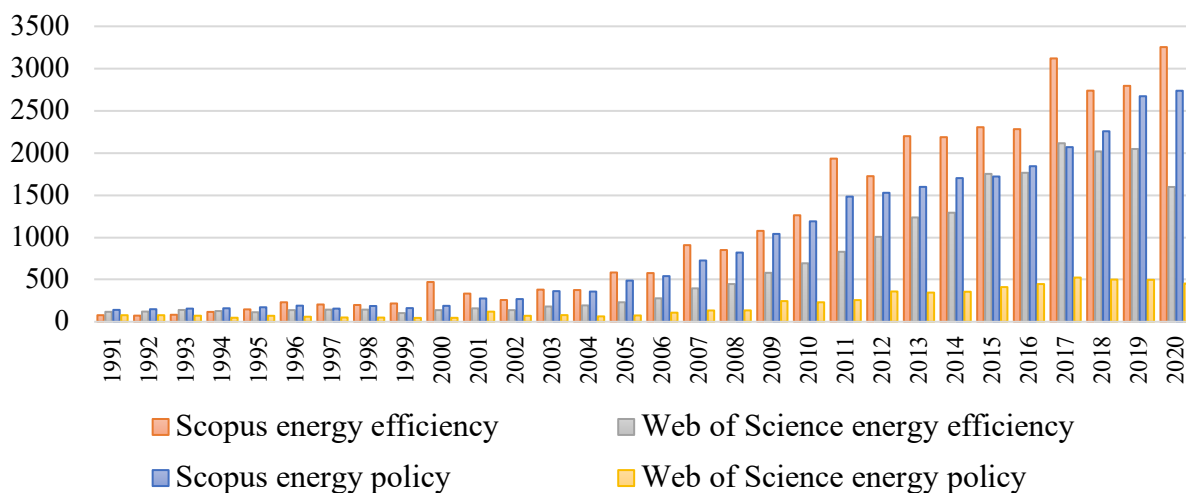


Рисунок 2.5 – Динаміка публікаційної активності з дослідження питань енергоефективності за базою даних Web of Science та Scopus (розроблено на основі Scopus та Web of Science)

У роботах [4, 19, 64, 67, 69, 79, 99, 154-157] вченими доведено, що зелені інвестиції сприяють зростанню енергоефективності країни. У роботах [68, 70, 74, 82, 96, 109, 158, 159] авторами підтверджено гіпотезу, що відновлювані джерела енергії мають статистично значущий позитивний вплив на рівень енергоефективності країни. Результати бібліометричного аналізу, дозволили виокремити п'ять основних детермінант, які досліджують вчені при оцінюванні енергоефективності національної економіки, а саме: обсяг зелених інвестицій; обсяг викидів парникових газів; питома вага відновлюваної енергії в кінцевому енергоспоживанні. З огляду на це для оцінювання причинно-наслідкових зв'язків обрано

наступні індикатори: обсяг зелених інвестицій, обсяг викидів парникових газів та питома вага відновлюваної енергії в кінцевому енергоспоживанні.

Об'єктом дослідження обрано країни ЄС та Україна за 2009-2018 рр. Інформаційну базу сформовано на основі даних Євростату, Укрстату та Європейського агентства з охорони навколишнього середовища. Методологію дослідження сформовано на основі систематизації результатів дослідження наукових з метою перевірки гіпотези сформовано модель:

$$\ln EE_{it} = \delta + \alpha \ln GHG_{it} + \beta \ln RE_{it} + \gamma \ln GI_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2.4)$$

де  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – параметри регресії, які були оцінені та пояснюють еластичність випуску, стосуються рівня енергоефективності країни, зелених інвестицій, викидів парникових газів та частки відновлюваної енергії в кінцевому споживанні енергії;

$\varepsilon$  – термін помилки;

$i = 1, \dots, N$ ;

$t = 1, \dots, T$ .

Результати тестування на наявність одиничних коренів засвідчили, що сформовано вибірка даних є стаціонарною. На наступному етапі проведено оцінювання довгострокового взаємозв'язку між досліджуваними змінними (таблиця 2.8).

На наступному етапі проведено тест Грейнджера з метою оцінювання причинно-наслідкових зв'язків між виявленими детермінантами. Результати оцінювання причинно-наслідкових зв'язків представлено у таблиці 2.9.

Таблиця 2.8 – Результати оцінювання довгострокову взаємозв'язку між досліджуваними змінними

Змінні		FMOLS		DOLS	
Залежна	Незалежна	Коефіцієнт	Імовірність	Коефіцієнт	Імовірність
Рівень енергоефективності країни	Викиди парникових газів	-0,16	0,05**	-0,28	0,00*
	Частка відновлюваної енергії в кінцевому споживанні енергії	0,46	0,00	0,32	0,00*
	Зелені інвестиції	0,71	0,00	0,72	0,00*
Викиди парникових газів	Рівень енергоефективності країни	-0,24	0,02**	-0,35	0,00*
	Частка відновлюваної енергії в кінцевому споживанні енергії	-0,41	0,00*	-0,28	0,00*
	Зелені інвестиції	-0,53	0,00*	-0,64	0,00*
Частка відновлюваної енергії в кінцевому споживанні енергії	Рівень енергоефективності країни	0,35	0,00*	0,38	0,00*
	Викиди парникових газів	-0,3	0,00*	-0,26	0,00*
	Зелені інвестиції	0,34	0,00*	0,37	0,00*
Зелені інвестиції	Рівень енергоефективності країни	1,01	0,00*	0,98	0,00*
	Викиди парникових газів	0,57	0,33	0,68	0,56
	Частка відновлюваної енергії в кінцевому споживанні енергії	0,53	0,00*	0,42	0,00*

Примітка: \* та \*\* статистична значущість на рівнях 1 % та 5 %

Таким чином, результати дослідження підтвердили про наявність одностороннього зв'язку між: обсягами викидів парникових газів та рівнем енергоефективності; питомою вагою відновлюваної енергії в кінцевому енергоспоживанні, обсягами зелених інвестицій та викидів парникових

газів. Двонаправлений взаємозв'язок виявлено між: рівнем енергоефективності національної економіки та питомою вагою відновлюваної енергії в кінцевому енергоспоживанні; рівнем енергоефективності національної економіки та обсягами зелених інвестицій; обсягами викидів парникових газів та зелених інвестицій.

Таблиця 2.9 – Результати оцінювання причинно-наслідкових зв'язків між досліджуваними змінними

Гіпотеза	Zbar-statistic	W-statistic	Ймовірність	Тип зв'язків
GHG→EE	2,72	2,03	0,04**	Одно направлений зв'язок
EE→GHG	2,43	1,55	0,12	
GI→EE	2,61	1,85	0,06***	Двонаправлений зв'язок
EE→GI	1,8	0,5	0,02**	
RE→EE	4,89	5,63	0,002*	Двонаправлений зв'язок
EE→RE	1,67	0,29	0,04**	
GI→GHG	2,60	1,83	0,04**	Двонаправлений зв'язок
GHG→GI	1,17	0,55	0,06***	
RE→GHG	3,68	3,62	0,0003*	Одно направлений зв'язок
GHG→RE	1,67	0,28	0,78	
RE→GI	2,57	1,78	0,03**	Одно направлений зв'язок
GI→RE	1,55	0,08	0,93	

Примітка: → – відсутність причинності; \*, \*\*, \*\*\* – статистична значущість на рівнях 1 %, 5 % та 10 %

Одержані дані підтвердили гіпотезу про довгострокові причинно-наслідкові зв'язки між обраними змінними. Це дозволило зробити висновок, що залучення зелених інвестицій та розвиток відновлюваної енергетики формує передумови до зниження обсягів викидів парникових газів у навколишнє природне середовище та підвищення енергоефективності національної економіки.

### **3 ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ УКРАЇНИ ТА СТРУКТУРИ ЕНЕРГОВИРОБНИЦТВА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

#### **3.1 Визначення ключових факторів і моделювання оптимального співвідношення обсягів виробництва енергії з традиційних та відновлювальних джерел в енергетичному балансі України**

У грудні 2019 року Європейська Комісія проголосила нову стратегію «Європейська зелена угода» (ЄЗУ), прийняту низкою країн, зокрема членами ЄС. Політика ЄЗУ, головним чином, спрямована на скорочення викидів вуглецю від економічної діяльності до нульового рівня до 2050 року. Варто відмітити, що ЄЗУ спрямована на екологічну трансформацію економіки при технологічному розвитку промисловості, впровадженні інновацій у скорочення викидів, зростання енергоефективності, зміни традиційних джерел енергії на відновлювані тощо. Враховуючи непередбачуване виникнення пандемії COVID-19, економічне відновлення вимагає сталої, екологічної та цифрової трансформації. Зокрема, екологічна політика та діяльність переважно спрямовані на такі сфери як: навколишнє природне середовище; енергія; промислова політика; стійка та розумна мобільність; низьковуглецева економіка та регіональний розвиток; цілі сталого розвитку; НДДКР щодо зміни клімату; стале фінансування; міжнародне співробітництво тощо.

У свою чергу, у 2020 році уряд України оголосив про намір приєднатися до ЄЗУ. Таким чином, необхідним є зближення законодавства України до вимог ЄС. Крім того, сучасна українська зелена політика вимагає формування сценаріїв та цілей зеленої трансформації щодо зміни моделі споживання ресурсів та енергії. У свою чергу, Зелена угода України забезпечить екологічне зростання за рахунок раціонального та ефективного використання економічних ресурсів, впровадження енергоефективних технологій та екологічних інновацій [160].

Низка науковців, які досліджують питання зміни клімату, наголосили на негативному впливі на здоров'я населення, зниження продуктивності, деградацію екосистем, виснаження ресурсів тощо. Тому боротьба зі зміною клімату є глобальною проблемою, яка потребує міжнародної співпраці. Зокрема, зелений перехід України спричинений, перш за все, глобальними ініціативами. Так, в Україні екологізація економіки відбувається за допомогою ринкового механізму та інституційних змін. При цьому конкурентоспроможність ринку та зміна клімату вимагають від ринкових суб'єктів збільшити додану вартість за рахунок зменшення витрат, раціонального використання ресурсів, відповідального споживання, охорони навколишнього природного середовища тощо. Варто відмітити, що енергетична політика України має бути адаптована до європейських вимог з метою досягнення цілей сталого розвитку та забезпечення конкурентоспроможності на світовому ринку.

Таким чином, метою є дослідження потенціалу економічного зростання в Україні при зменшенні викидів CO<sub>2</sub>.

Систематизація наукових напрацювань свідчить про зростання кількості публікацій, присвячених питанням політики зелених угод. Тому, доцільним є проведення бібліометричного аналізу наукових публікацій, індексованих базою даних Scopus. Пошук релевантних публікацій здійснено за ключовим словом «green deal» у полях заголовків, анотацій та ключових словах статей, опублікованих у період з 2019 по 2021 роки. Таким чином, вибірка дослідження становить 284 документи. При цьому 126 статей було опубліковано у 2021 році, 142 – у 2020 році та 16 – у 2019 році.

Таблиця 3.1 свідчить про те, що науковці за афіліацією Об'єднаного дослідницького центру Європейської Комісії були найбільш активними та опублікували 19 статей, приділяючи особливу увагу питанням про навколишнє природне середовище. Аналіз публікацій за предметними

галузям засвідчив, що 28,2% публікацій було присвячено екологічним питанням, 20,5% – соціальним, 17,9% – енергетиці та 10,3% – інженерії. У свою чергу, у дослідженні [161], автори проаналізували, яким чином ЄЗУ сприяє декарбонізації економіки під час цифрової трансформації. При цьому було встановлено значний інтерес до дослідження концепції, пов'язаних із біоекономікою (біологічна, кругова, зелена економіка тощо) [162].

Таблиця 3.1 – Топ-5 найбільш продуктивних афіліацій, які досліджують питання зеленої угоди (2019-2021 рр.) (систематизовано на основі даних наукометричної бази Scopus)

Назва	Країна	Кількість публікацій у досліджуваній галузі	Загальна кількість публікацій	Кількість авторів
Об'єднаний дослідницький центр Європейської Комісії	Бельгія	19	25 574	5 032
Університет Вагенінгена & Дослідження	Нідерланди	10	83 255	19 812
Європейська Комісія	Бельгія	7	7 064	2 281
Ризький технічний університет	Латвія	7	9 045	2 956
Утрехтського університет	Нідерланди	6	114 666	15 291

На другому місці за продуктивністю є вчені з Університету Вагенінгена – 10 публікацій. Варто зазначити, що науковці здебільшого досліджують сценарії переходу до розвитку біоекономіки за умовами ЄЗУ [163, 164]. У свою чергу, за афіліації Європейської Комісії було опубліковано 7 робіт, які переважно, присвячені питанням низьковуглецевого розвитку, стратегіям декарбонізації, зеленого переходу тощо [165]. Науковці Ризького технічного університету здебільшого зосередженні на дослідженні технічних аспектів зеленого переходу, тоді як



автори з Утрехтського університету – на зменшенні забруднення навколишнього природного середовища [166].

Таким чином, на фоні зростаючої публікаційної активності з досліджуваного питання, формуються наукові школи, які поєднують екологічну, економічну, соціальну, технологічну сфери досліджень під час зеленого переходу.

Варто відмітити, що найбільше питання зелених угод досліджували науковці з Італії. Так, 20,4% публікацій належать Італії, 13% – Німеччині, 13% – Іспанії, 12% – Польщі, 10,2% – Великобританії, 9,5 – Нідерландам. У свою чергу, частка України становить 2,5%. Зазначимо, що в дослідженні [167] автори здійснили прогнозування сценарію економічної декарбонізації України з урахуванням ретроспективного профілю енергоефективності.

Таким чином, систематизація наукових напрацювань дозволила виявити значний науковий інтерес до формування політики енергоефективності при розвитку вуглецево-нейтральної економіки [16, 168]. Для аналізу тематичної спрямованості наукових робіт проведено бібліометричний аналіз за допомогою інструментарію програмного забезпечення VOSviewer. Варто відзначити, що це програмне забезпечення дозволяє візуалізувати взаємозв'язок між ключовими словами на основі бібліографічних даних. Таким чином, встановивши критерій обмеження (мінімум чотири ключових слова), 86 із 1692 ключових слів задовольнили умову.

Рисунок 3.1 демонструє чотири кластери наукових досліджень, кожен з яких має відповідний колір та складається з тематично близьких елементів (ключових слів) [169]. Найбільшим кластером є червоний, який складається з 30 ключових слів. Даний кластер свідчить про зацікавленість науковців до дослідження питань екологічної політики, зокрема, впливу пандемії коронавірусу. Другий кластер (зелений) охоплює аспекти

енергоефективності. Третій кластер (синій) поєднує 20 ключових слів у напрямку розвитку відновлюваних джерел енергії та економічної декарбонізації. Четвертий кластер (жовтий) демонструє напрямок досліджень щодо зменшення викидів при розробці низьковуглецевих технологій.

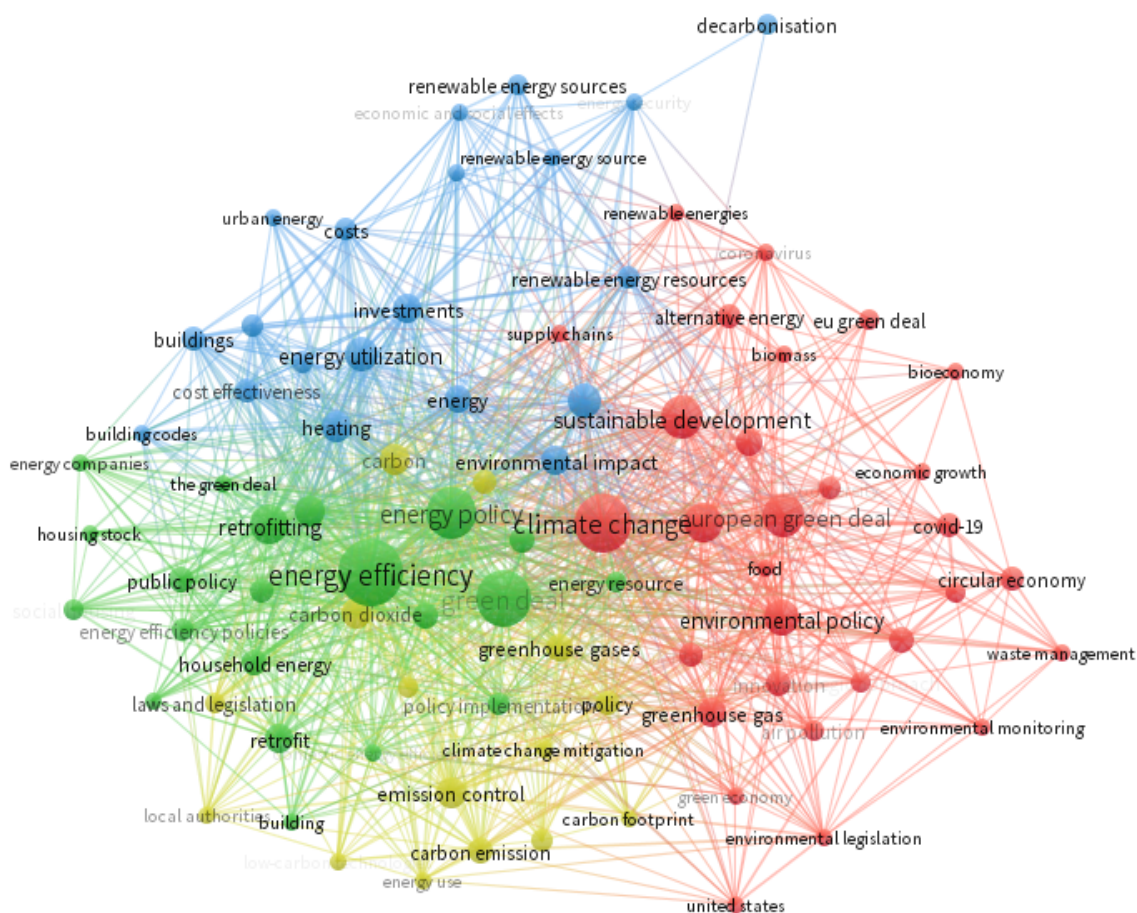


Рисунок 3.1 – Мережева карта тематичної спрямованості досліджуваних публікацій, 2019-2021 рр. (розроблено за допомогою програмного забезпечення VOSviewer)

Україна є потенційним енергетичним та торгівельним транзитним коридором між Сходом та Заходом, тоді як економіка України зосереджена насамперед на експорті сировинних матеріалів з низькою доданою вартістю. Крім того, висока амортизація основних засобів та застарілі технології провакують надмірне споживання сировини, природних

ресурсів, матеріалів та енергії. Слід зазначити, що в 2019 році кінцеве споживання енергії в Україні в 2,2 рази перевищувало середній рівень ЄС (Рисунок 3.2). Крім того, перед Україною постає низка серйозних проблем, пов'язаних із ескалацією військового конфлікту на сході країни, окупацією Криму та економічною кризою, яка посилюється пандемією COVID-19. Таким чином, зелена економічна трансформація є на порядку денному в Україні.

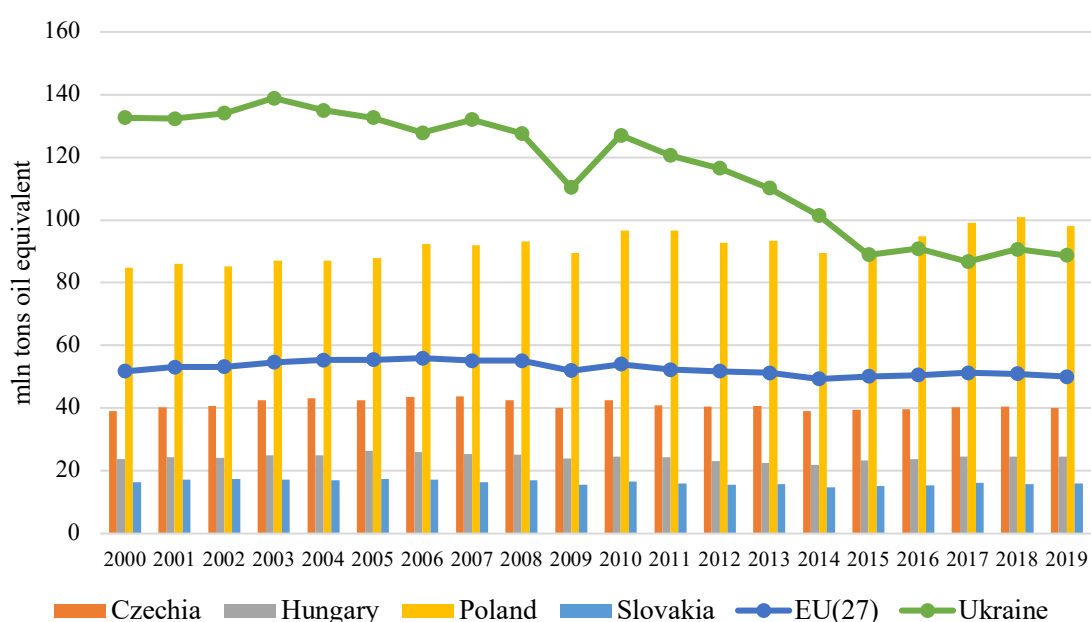


Рисунок 3.2 – Динаміка енергоефективності в Україні та ЄС  
(сформовано на основі даних Eurostat)

Зелена трансформація сприятиме економічному розвитку та виходу України на нові ринки; зростанню кількості робочих місць; впровадженню енергоефективних технологій та інноваційній діяльності [117, 170, 171], підвищенню результативності [172, 173] через ефективне використання енергії, ресурсів, скорочення викидів тощо. Розвиток енергоефективності та відновлюваних джерел енергії вважається ключовим напрямком в трансформації зеленої енергії. У цьому випадку, політика зеленої угоди

сприятиме зростанню ВВП та підвищенню соціального добробуту, а також скороченню споживання енергії для промислових потреб. Варто відмітити, що економічна електрифікація значно вплине на структуру енергоресурсів, де необхідним є збільшення частки відновлюваної енергії та зменшення кількості викопного палива [80].

Примітно, що Україна має значний потенціал у розвитку відновлюваних джерел енергії [60, 174-176]. Рисунок 3.3 демонструє, що загальне споживання відновлюваної енергії має висхідну тенденцію. Зокрема, у 2018 році обсяг споживання відновлюваної енергії збільшився у 2,1 рази порівняно з 2007 роком. Однак можна припустити, що Україна не досягне мети, щодо забезпечення 11% відновлюваної енергії у кінцевому споживанні енергії (8590 тис. тон) до 2020 року [177]. Таким чином, постає необхідність посилення генерації енергії відновлюваними джерелами.

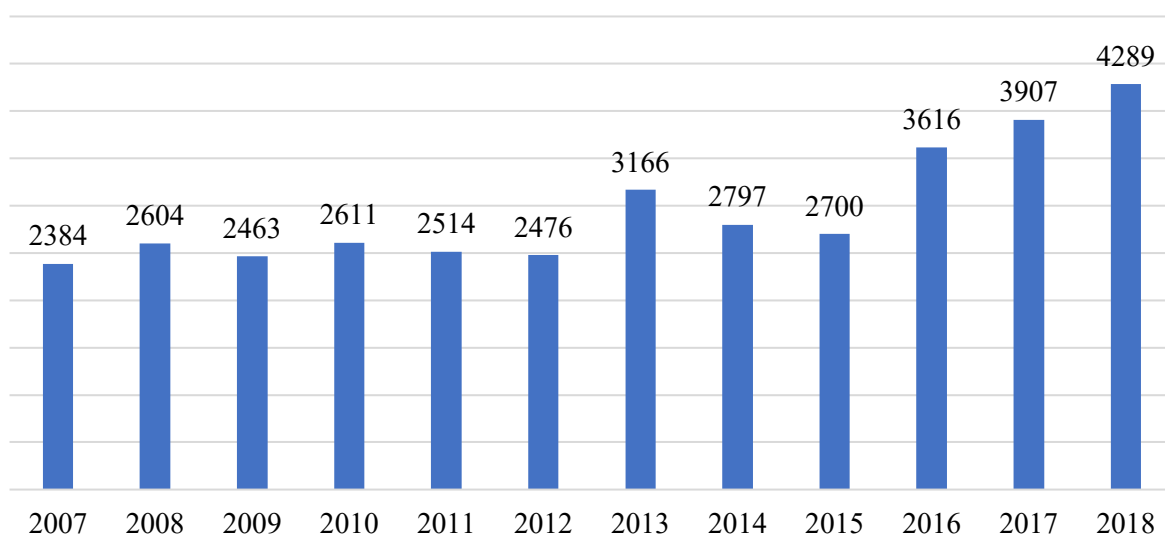


Рисунок 3.3 – Споживання відновлюваної енергії в Україні, тис. т.н.е.  
(сформовано на основі даних Eurostat)

Рисунок 3.4 демонструє динаміку зміни щорічних викидів CO<sub>2</sub> в Україні та країнах ЄС.

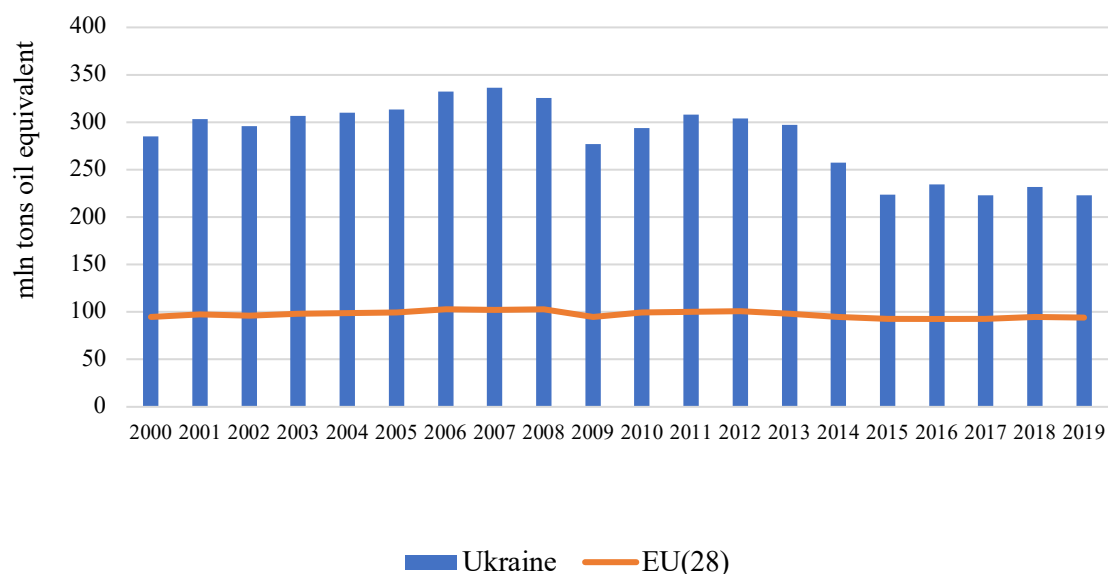


Рисунок 3.4 – Щорічні викиди CO<sub>2</sub> в Україні та ЄС-27  
(сформовано на основі даних [178])

Рисунок 3.5 демонструє, що у 2018 році рівень продуктивності CO<sub>2</sub> в Україні збільшився у 2,4 рази порівняно з 2000 роком, тоді як у ЄС – у 1,58 та у світі – у 1,31. До того, продуктивність CO<sub>2</sub> у ЄС вища у 2,59 рази, ніж в Україні, оскільки в Україні рівень споживання енергії є вищим, а ВВП – менше.

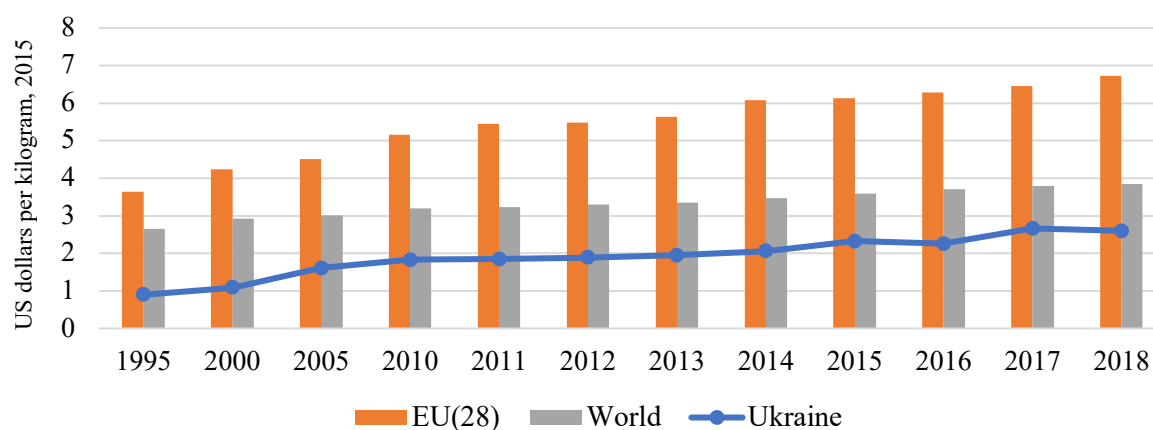


Рисунок 3.5 – Динаміка CO<sub>2</sub> продуктивності  
(сформовано на основі даних [179])

Боротьба зі зміною клімату потребує ефективних політичних заходів для підтримки низьковуглецевої економічної моделі, що спричиняє економічні, технологічні та соціальні зміни. Варто підкреслити, що просування зелених трансформацій вимагає скоординованої співпраці між основними зацікавленими сторонами, такими як уряд, бізнес та громадянське суспільство (Таблиця 3.2). Так, уряду необхідно підтримувати принципи зеленого зростання, та знаходити консенсус між урядом, бізнесом та суспільством. У свою чергу, рішення щодо зеленої політики повинні спиратися на компроміси між економічним розвитком, соціальним благополуччям та охороною навколишнього природного середовища.

Таблиця 3.2 – Основні рекомендації зацікавленим сторонам щодо впровадження ЄЗУ в Україні (систематизовано авторами на основі даних [164, 180])

<b>Уряд України</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– розробка кліматичної політики України;</li> <li>– підтримка інтеграції вітчизняних виробників у промислові та комерційні ланцюги ЄС;</li> <li>– посилення економічної цифровізації;</li> <li>– зростання обізнаності бізнесу про важливість скорочення вуглецевого сліду;</li> <li>– реформування української політики відповідно до вимог ЄС та розгляд питань щодо зміни клімату тощо.</li> </ul>	
<b>Бізнес</b>	<b>Громадянське суспільство</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– відповідність стратегічним цілям ЄЗУ;</li> <li>– залучення фінансових ресурсів ЄЗУ;</li> <li>– покращення процесу виробництва для виходу на ринок ЄС;</li> <li>– відповідність вимогам ЄС щодо еко-дружніх товарів, послуг, тощо.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– підвищення зеленої обізнаності;</li> <li>– інформування про можливості та загрози впровадження ЄЗУ;</li> <li>– контроль над процесом реформування в Україні тощо.</li> </ul>
<b>ЄС</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- надання допомоги Україні у розробці дорожньої карти у рамках ЄЗУ;</li> <li>- інвестування у проекти, спрямовані на декарбонізацію економіки України;</li> <li>- контроль якості імпортованої продукції та дотримання вимог при виробництві тощо.</li> </ul>	

Систематизація наукових напрацювань свідчить про значний інтерес науковців до дослідження питань політики зелених угод. Напрямки досліджень в основному охоплювали питання екологічної політики, енергоефективності, відновлюваних джерел енергії та економічної декарбонізації, скорочення викидів при розробці низьковуглецевих технологій тощо.

Отримані результати засвідчили, що впровадження політики зелених угод в Україні сприятиме відновленню економіки, покращенню рівня життя громадян, підвищенню конкурентоспроможності бізнесу, захисту навколишнього природного середовища тощо. Крім того, у цьому випадку енергоефективність та скорочення викидів CO<sub>2</sub> є пріоритетними сферами зеленої економіки. Так, енергоефективний розвиток сприятиме скороченню споживання енергії, забезпечуючи економічне зростання. Таким чином, важливо залучити всі зацікавлені сторони до розробки політики зеленої угоди з метою забезпечення екологічної трансформації та економічного зростання.

У серпні 2017 року Кабінетом Міністрів України схвалено Енергетичну стратегію України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [181], яка на сьогодні вже втратила свою актуальність та потребує негайного перегляду та оптимізації враховуючи ратифікацію в 2020 році Україною Європейського Зеленого Курсу [182]. Формування нового Зеленого Курсу в Україні спрямована на підвищення енергоефективності національної економіки, оптимізації енергетичного балансу країни та нарощування обсягів енергії згенерованої з відновлювальних джерел енергії, що в свою чергу дозволить підвищити конкурентоспроможність національної економіки та забезпечити її енергетичну незалежність країни.

Систематизація наукових публікацій у сфері енергоефективності свідчить про високий рівень зацікавленості наукової спільноти до вивчення

напрямів оптимізації структури енергетичного балансу країни.

Так, авторами [183], досліджуються вплив еко-інновацій та зелених технологій на конкурентоспроможність країни, що в свою чергу зменшує негативний вплив на навколишнє природне середовище. Відповідно, у рамках статті [32] детально проведено компаративний аналіз екологічних податків й еко-інновацій на доходи та видатки державного бюджету країн. Зокрема дослідження проведено для країн Центральної та Східної Європи в період 2010-2019 рр. Авторами [19, 109] досліджено вплив зеленого інвестування на розвиток енергетичної ефективності національної економіки.

Науковці у роботах [184, 185] наголошують, що впровадження принципів сталого розвитку та соціальної відповідальності стимулює підприємств до використання відновлювальних джерел енергій, що у свою чергу у майбутньому позитивно вплине на структуру енергетичного балансу країни.

Варто відмітити, що науковцями у роботах доведено, що імплементація ефективних правових, економічних та екологічних механізмів в енергетичній сфері [20, 40, 71, 186-188] формує передумови для залучення інвестицій для розвитку зелених інноваційних технологій.

У роботах [15, 189, 190] вченими зазначено, що подальших досліджень потребують детермінанти підвищення енергетичної безпеки враховуючи умови конфліктного середовища [189], а також пріоритетів та подальших перспектив сталого розвитку за умов прийняття Європейського Зеленого Курсу.

Метою є прогнозування до 2035 року динаміки структури енергетичного балансу України за типами відновлювальних джерел енергії.

Для прогнозування структури енергетичного балансу національної економіки на першому етапі було відібрано ключові фактори, що впливають на нього. Концептуальну схему моделювання взаємозалежності



ключових факторів енергетичного балансу України для побудови нейронної мережі у програмному середовищі Vensim подано на рисунку 3.6.

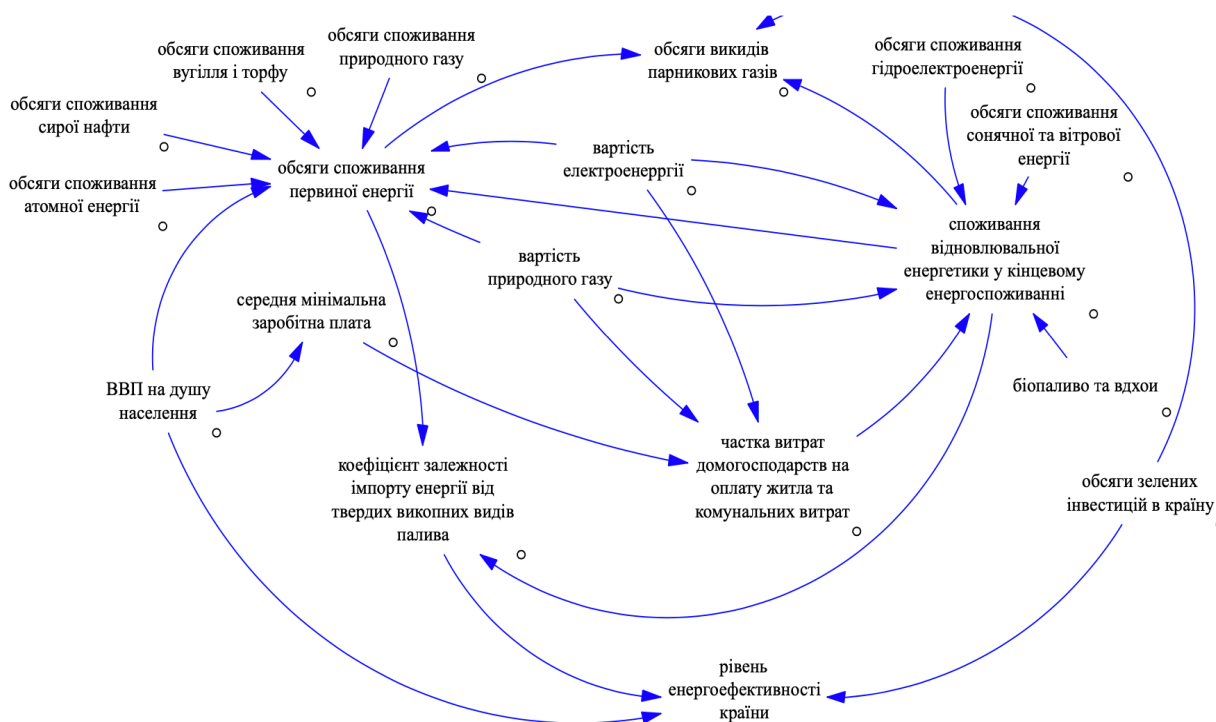


Рисунок 3.6 – Концептуальна схема взаємозалежності ключових факторів енергетичного балансу України для побудови нейронної мережі у програмному середовищі Vensim

Для дослідження обрано розширену структуру енергетичного балансу України за 2000-2020 рр. Це дозволило в динаміці проаналізувати стан та перспективи країни в напрямі оптимізації структури енерговиробництва (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Структура енергетичного балансу України за типами джерел енергії, млн.т.н.е. (побудовано на основі даних [191])

Рік	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Вугілля й торф	36,3	35,9	34,6	35,3	37,6	33,7	40,3	31,9	22,9	14,6	14,5
Сира нафта	3,7	3,7	4,3	4,5	4,3	3,6	3,4	2,8	2,3	2,3	2,6
Природний газ	15,0	15,7	15,4	15,9	16,1	15,4	15,4	15,0	15,2	16,5	16,9
Атомна енергія	20,2	20,3	22,7	23,5	23,6	23,4	23,7	23,2	21,2	22,1	21,4
Гідроелектроенергія	0,97	0,83	1,01	1,11	0,99	1,13	0,90	0,73	0,66	0,90	0,68
Вітрова, сонячна енергія	0,001	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,053	0,134	0,124	0,197	0,462
Біопаливо та відходи	0,3	0,3	0,3	0,8	1,6	1,5	1,6	2,4	3,3	3,7	4,0
<b>Усього</b>	<b>76,4</b>	<b>76,7</b>	<b>78,3</b>	<b>81,1</b>	<b>84,3</b>	<b>78,7</b>	<b>85,2</b>	<b>76,9</b>	<b>66,3</b>	<b>60,9</b>	<b>61,2</b>

Відповідно до статистичних даних структури енергетичного балансу України за типами джерел енергії (таблиця 3.3) можна зробити наступні висновки:

– використання вугілля та торфу на 2020 рік зменшилося майже в 2,5 рази в порівнянні з 2000 роком. Різкий спад використання даних джерел енергії припадає на 2014-2015 рр., який спричинений політичними конфліктами на сході України та втратою стратегічних вугільно-торф'яних родовищ;

– використання сирої нафти у 2020 році зменшилось майже на 30 % в порівнянні з 2000 роком, але в цілому, найбільший об'єм нафтової сировини використовувався в 2004-2008 роках, що було спричинено низькою ціною на неї в цей період;

– використання природного газу поступово зростає в структурі енергетичного балансу, але не суттєво (у 2020 році збільшення приблизно на 11 % в порівнянні з 2000 роком), що пов'язано з відмовою від твердопаливних джерел;

– використання атомної енергії в структурі енергетичного балансу України загалом набувало тенденцій до збільшення (23,7 млн.т.н.е. у

2012 році, що майже на 20 % більше за 2000 рік), але вже з 2016 року почало знову зменшуватись, що спричинено зупинкою окремих енергоблоків для модернізації.

Загалом, провівши аналіз структури енергетичного балансу України, необхідно відзначити сумарне зменшення використання енергії на 15,2 млн.т.е., що спричинено не лише ефективними заходами з енергозбереження на енергопостачання, але й закриттям та втратою великих промислових комплексів.

Для більш детального аналізу відновлювальних джерел енергії в структурі енергетичного балансу країни використано інструмент сценарного прогнозування – модель Брауна, яка враховує ретроспективний характер розподілу його часового ряду та нівелює флуктуацію випадкових величин [11]:

$$\widehat{z}_{t+i}^e = \alpha z_t^e + (1 - \alpha)\widehat{z}_t^e, \widehat{z}_0^e = z_0^e, \alpha \in (0,1), \quad (3.1)$$

де  $\widehat{z}_0^e, \dots, \widehat{z}_t^e$  – прогнозоване значення типу відновлювального джерела енергії в структурі енергетичного балансу;

$z_0^e, \dots, z_t^e$  – фактичне значення типу відновлювального джерела енергії в структурі енергетичного балансу в початковий ( $t_0$ ) та  $t$ -й періоди;

$t$  – період прогнозування;

$i$  – часовий інтервал прогнозування;

$\alpha$  – довірчий коефіцієнт прогнозування (0,95).

Результати прогнозування використання гідроелектроенергії представлено на рисунку 3.7. З рисунку 3.7 видно, що використання гідроелектроенергії досить нестабільне в досліджуваний період (2000-2020 рр.). Результати прогнозування (2021-2035 рр.) свідчать, що розвиток гідроелектроенергії залежить від економічної спроможності та стабільності держави. Адже, гідроелектроенергія досить ресурсно та фінансово затратна,

при цьому не раціональне її використання може призвести до негативного впливу на навколишнє природне середовище. Песимістичний прогноз зміни використання гідроелектроенергії можливий у випадку повної відмови країни від використання даного типу енергії.

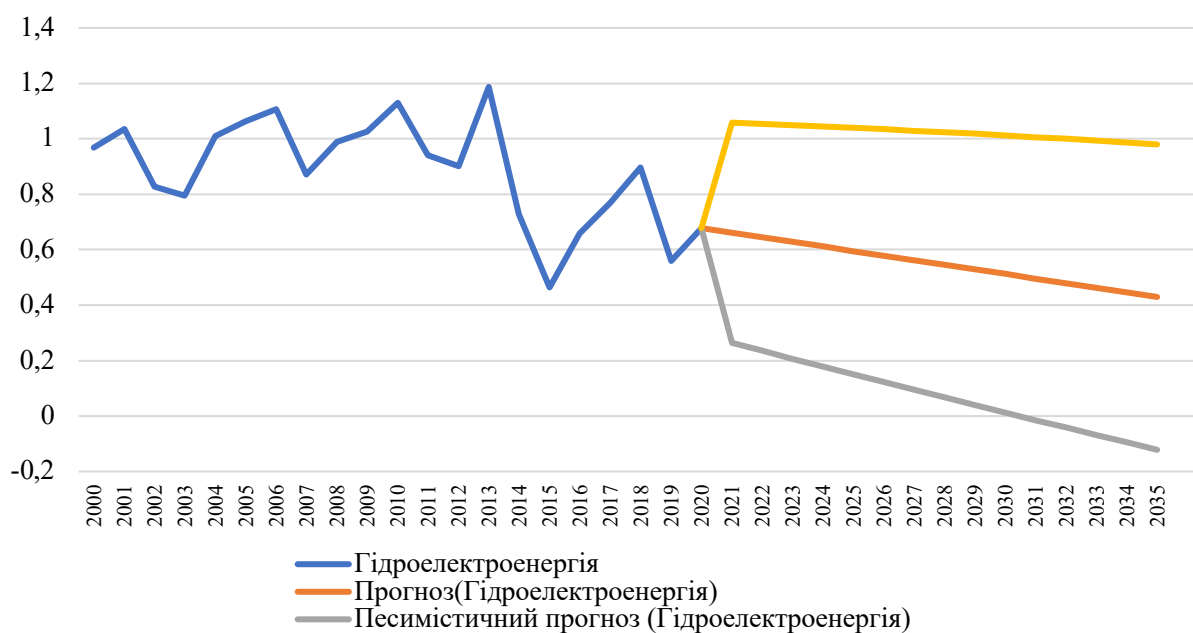


Рисунок 3.7 – Результати сценарного прогнозування зміни обсягів використання гідроелектроенергії в енергетичному балансі країни, млн.т.н.е

Прогноз реалістичний можливий при екстенсивному використанні гідроелектроенергії в країні та мінімальному залученню фінансування в модернізацію та відновлення гідроспоруд. При цьому для України, враховуючи світові виклики в сфері декарбонізації енергетичного сектору, актуальним є оптимістичний прогноз зміни використання гідроелектроенергії, що являє собою реабілітацію гідроелектростанцій, удосконалення нормативно-правового забезпечення [192, 193] та інституційного розвитку енергетичних компаній.

Результати сценарного прогнозування зміни використання обсягів вітрової та сонячної енергії представлено на рисунку 3.8.

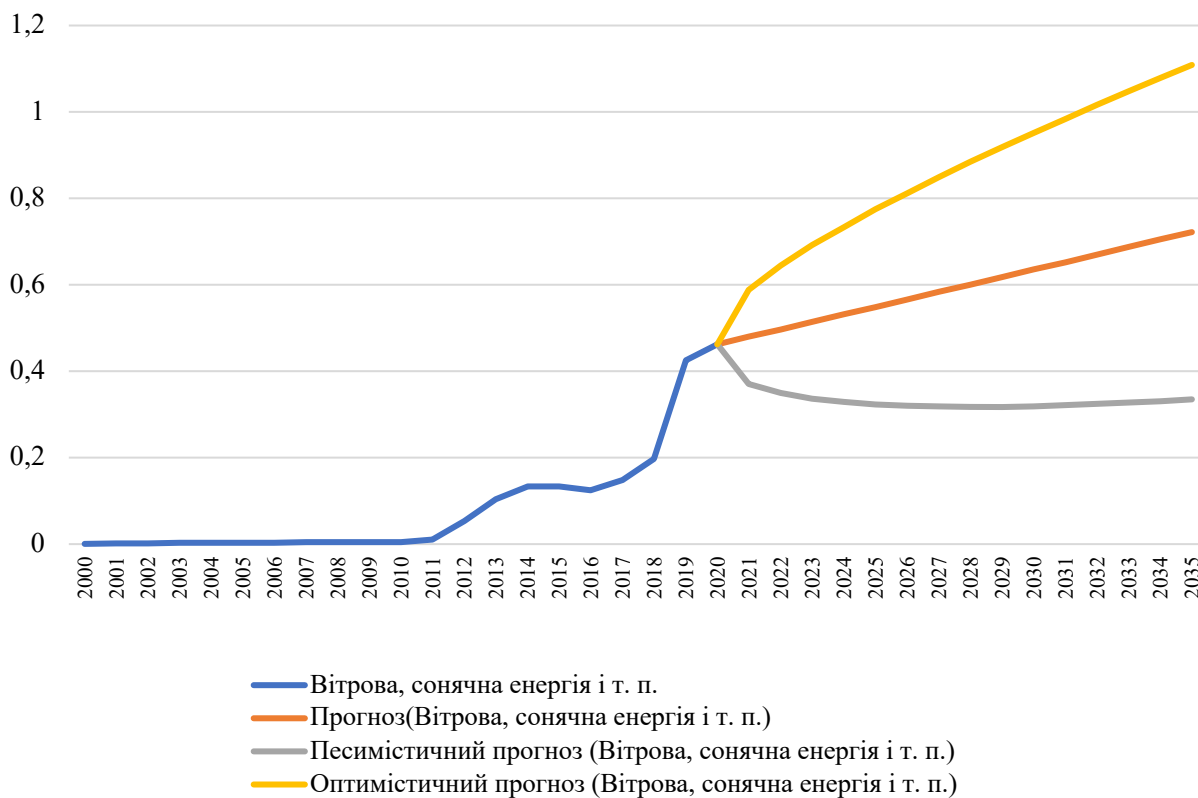


Рисунок 3.8 – Результати сценарного прогнозування зміни використання вітрової та сонячної енергії, млн.т.н.е

Відповідно до отриманих результатів можна зробити висновок, що об'єми вітрової та сонячної енергії в структурі енергетичного балансу України стрімко почали зростати з 2011 року. Основним поштовхом стало впровадження зелених тарифів та можливість стати окремим домогосподарствам енергонезалежними при умові постійних підвищень тарифів на енергоносії. На сьогоднішній день вітрова та сонячна енергії є одними з найбільш перспективних напрямів в розвитку енергетичної незалежності країни.

Таким чином, оптимістичний прогноз зміни обсягів використання вітрової та сонячної енергії можливий при максимальному залученні екоінвестицій в будівництво сонячних та вітрових електростанцій та удосконаленню їх нормативно-правового регулювання [192, 193].

Доцільно звернути увагу, що використання енергії від біопалива та відходів за обсягами знаходиться на першому місці серед відновлювальних джерел енергії та стабільно зростає (рисунок 3.9).

На сьогоднішній день, використання енергії від біопалива та відходів перевищує використання енергії від сирової нафти в структурі енергетичного балансу України, що є позитивним індикатором для країни в процесі переходу до вуглецево-нейтральної моделі розвитку національної економіки.

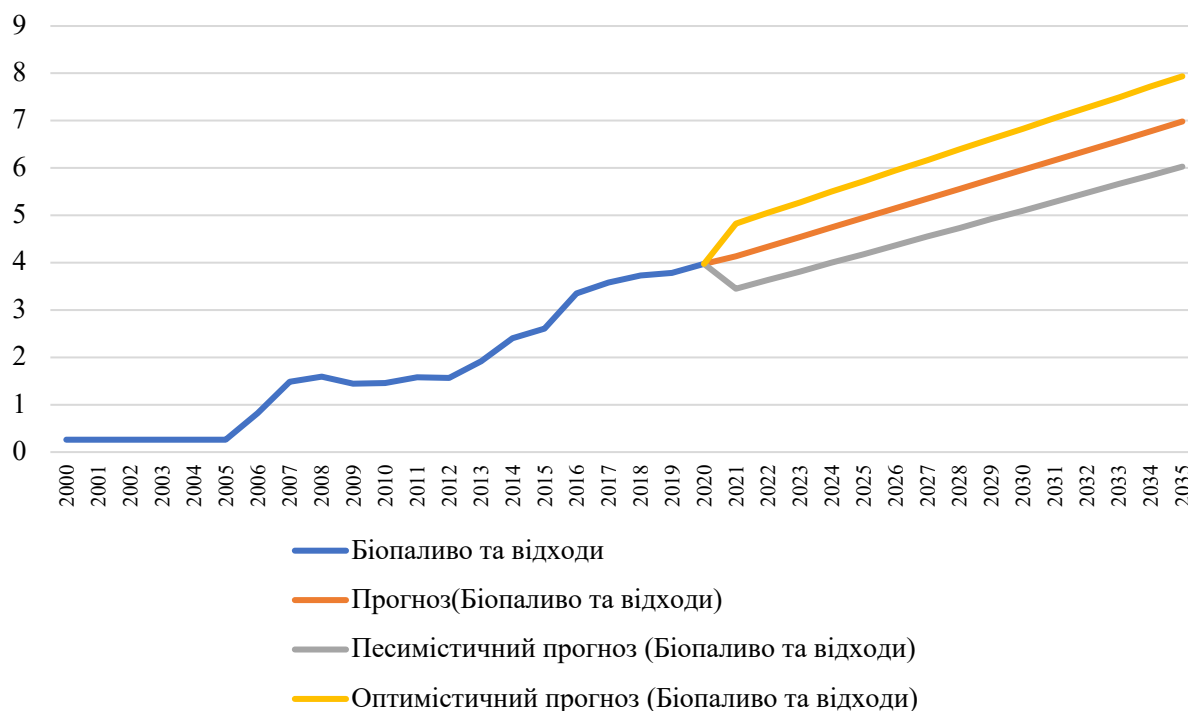


Рисунок 3.9 – Результати сценарного прогнозування зміни використання енергії від біопалива та відходів, млн.т.н.е

За результатами сценарного прогнозування, навіть за песимістичним прогнозом, на 2035 рік обсяги використання енергії від біопалива та

відходів будуть становити близько 6 млн.т.н.е., що складає майже третину від енергії викопного палива на 2020 р. Необхідно відзначити, що використання енергії від біопалива та відходів є найменш капіталоємним та не залежить від кліматичних умов, на відміну від гідро-, сонячної та вітрової енергій. Розвиток енергетичної системи безпосередньо впливає на конкурентоспроможність національної економіки та рівень життя населення. Відповідно, економічно обґрунтоване та екологічно-безпечне забезпечення країни енергетичними ресурсами – є стратегічним завданням для кожної країни. Враховуючи систематизацію наукових доробків та вище наведені результати прогнозування зміни використання обсягів енергії з відновлювальних джерел необхідно зазначити:

– *Уряд країни повинен переглянути Енергетичну стратегію України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» та сформулювати нові вектори розвитку враховуючи світові тенденції до вуглецево-нейтрального розвитку національної економіки;*

– розглянути споруди комунальної власності (школи, коледжі, університети, лікарні, дитячі садки тощо) як об'єкти енергетичної незалежності, тобто інвестувати в їх енергозабезпеченість шляхом встановлення відновлювальних джерел енергії;

– популяризація принципів соціально-екологічної відповідальності в сфері енергозбереження та енергоефективності;

– оптимізація та модифікація нормативно-правового забезпечення для ефективного контролю наглядом за суб'єктами енергетичних послуг;

– розвиток комунального електротранспорту для покращення стану навколишнього середовища та зменшення паливної залежності від інших країн.

### **3.2 Прогнозування оптимального співвідношення обсягів виробництва енергії з традиційних та відновлювальних джерел в енергетичному балансі України**

Зміна клімату, накопичення екологічного збитку, що спричинені деструктивним функціонуванням промислового сектору, загострення екологічних проблем, пов'язані з викидом небезпечних речовин в атмосферу та водні басейни, обумовлюють необхідність пошуку ефективних механізмів розвитку альтернативної енергетики.

Слід відмітити, що спалювання викопного палива (традиційне джерело енергії) для отримання енергії призводить до значних обсягів викидів парникових газів, які сприяють глобальному потеплінню. У свою чергу, більшість джерел відновлюваної енергії майже не мають викидів. Відповідно до офіційних звітів експертів вартість виробництва енергії з відновлювальних джерел з кожним роком знижується за рахунок розвитку та впровадження інноваційних технологій. При цьому крім зменшення забруднення повітря, а також витрат та стабілізацію цін на енергоносії, відновлювані джерела енергії обумовлюють екологоорієнтований розвиток промислового сектору і, як наслідок, одержання не лише економічних, а й соціальних ефектів (зростання кількості робочих місць, зменшення рівня захворюваності тощо).

Результати дослідження свідчать, що традиційно виокремлюють такі види відновлювальних джерел енергії:

- енергія сонця – сонячна енергія, а також її похідні: енергія вітру, енергія рослинної біомаси, енергія водних потоків тощо;
- енергія Землі – геотермальна енергія;
- енергія орбітального руху планет – енергія припливів та відпливів.

Під енергією Землі розуміють геотермальну енергію нашої планети. У надрах Землі зосереджена теплова енергія, однак технологічні труднощі



і високі витрати не дозволяють розглядати ці енергоресурси як поширене джерело енергії. Крім того, розподіл доступної геотермальної енергії на континентах дуже нерівномірний і обумовлений структурно-тектонічними умовами місцевості.

Щодо енергії припливів та відпливів, то вона має вузьку географічну орієнтацію, і в реаліях України створення та використання такого джерела енергії є малоефективним в промислових обсягах. Розташування греблі в гирлах річок має значний вплив на екосистему, а для практичного та ефективного функціонування гідроелектростанцій без греблі важливе значення мають значні перепади відміток місцевості, висока водність і швидкість течії. Для розташування вітрових електростанцій найкращими є місцевості з потужними та сталими вітрами, такі як прибережні смуги та вершини гір, що обмежує повсюдне використання вітроелектростанцій.

Враховуючи вище зазначене, а також беручи до уваги безшумність систем генерації сонячної енергії, легкість автоматизації, безпеку в експлуатації, надійність, ремонтпридатність та низькі експлуатаційні витрати, сонячна енергія не випадково займає лідируюче положення серед всіх видів відновлювальних джерел енергії і є найбільш перспективною [194].

До основних недоліків, що обмежує застосування відновлювальних джерел енергії, слід віднести відносно низьку енергетичну потужність і мінливість. Низька питома потужність потоку енергоносія призводить до збільшення габаритних показників енергетичних установок, а мінливість первинного енергоресурсу, аж до періодів його повної відсутності, викликає необхідність в пристроях акумулювання енергії або резервних джерелах енергії. Слід зазначити і про відносно високі капітальні затрати на енергетичні установки і вартість енергії, виробленої з альтернативних джерел. Також повільний розвиток відновлювальних джерел енергії в Україні можна пояснити [195]:

- відсутністю надійних прогнозів соціально-економічного та енергетичного розвитку країни на тривалу перспективу;

- істотно нижчими, ніж в інших країнах, цінами і тарифами на електричну та теплову енергію в районах централізованого енергопостачання, що знижує економічну конкурентоспроможність альтернативних джерел енергії;

- слабкою поінформованістю представників органів влади, бізнес-спільноти та населення про можливості та переваги використання альтернативних джерел енергії;

- недостатнім фінансуванням науково-дослідних, дослідно-конструкторських робіт і дослідно-демонстраційних об'єктів в різних регіонах країни.

На думку авторів, актуальним є питання щодо поширення та популяризації відновлюваної енергетики у світі загалом та в Україні зокрема.

У дослідженні [196] автори зазначають, що хоча сонячна енергетика має незначну частку в загальному виробництві, саме вона має найшвидші темпи зростання в світі завдяки вдалим діям урядів окремих країн щодо стимулювання та дотацій цього сектору. У праці [197] науковці зазначають, що саме завдяки альтернативній енергетиці та інноваційним рішенням незабаром грецький острів Тілос стане першим автономним відновлюваним зеленим островом у Середземномор'ї, що буде функціонувати лише за рахунок вітрової та сонячної енергії. У праці [198] зазначається, що використання сонячної енергії в Колумбії дозволило більш ніж 2% населення країни з не електрифікованих місцевостей освітити своє житло. Досліджуючи альтернативні види енергії у світі Кабір та Кумар у праці [199] відзначили, що незважаючи на кілька недоліків саме сонячна енергія є однією з найбільш перспективних відновлюваних джерел енергії для задоволення майбутнього світового попиту на енергію. Таким чином,

незалежно від географічного положення країни та року дослідження всі вчені приходять до висновку, що сонячна енергія має потужний потенціал для вирішення світових енергетичних проблем.

Для повноти огляду і аналізу літератури варто приділити окрему увагу науковим роботам, які вбачають негативний вплив відновлювальної енергетики загалом та скептично ставляться до сонячної енергетики зокрема. Так, Гед Трейнер у праці [200] зазначає, що альтернативні джерела ніколи не зможуть задовольнити світові енергетичні потреби, аргументуючи свою позицію мінливістю відновлюваних джерел енергії та непомірними і недооціненими інвестиційними затратами. Нсілулу Мбунгу в своїй публікації [201] визначає, що основним недоліком альтернативної енергетики є проблеми, спричинені процесами та технологіями перетворення джерел енергії: візуальне «забруднення» для вітроенергетики, запах для біомаси, значні потреби землі для сонячної енергетики, соляні розчини від геотермальних систем. У праці [202] автори критично оцінюють вплив основних відновлюваних джерел енергії на навколишнє середовище, аргументуючи свою думку деструктивним впливом процесів і технологій відновлюваної енергетики на місцеві середовища існування рослин та тварин, що призводить до знищення цілих екосистем. Давід Мохташам у своїй оглядовій статті [203] основну проблему використання відновлюваних джерел енергії вбачає у великих початкових витратах, але, враховуючи переваги, саме у відновлюваних джерелах енергії бачить рішення сучасних екологічних, соціальних та економічних проблем суспільства. Відповідь усім критикам дають Марк Дісендорф та Бен Елістон. У своїй праці [204] вони обґрунтували, що основними перешкодами на шляху до глобального впровадження відновлювальної енергетики є у першу чергу політичні, інституційні та культурні чинники.

Тенденції альтернативної та сонячної енергетики у світі. Стрімке проникнення принципів сталого розвитку в усі сектори економіки обумовлює нагальність та важливість розвитку альтернативних джерел енергії, що забезпечують зниження екодеструктивного впливу на навколишнє природне середовище. За останнє десятиліття було досягнуто значного прогресу у використанні відновлюваної енергетики, енергоефективності та розширенні доступу до енергії. Однак світ все ще далекий до досягнення міжнародних кліматичних цілей, встановлених Паризькою угодою, та міжнародних цілей сталого розвитку [205]. У країнах ЄС енергетичний перехід до системи на основі відновлювальної енергії регулюється Директивою [206], яка зобов'язувала країни-члени до 2020 року збільшити до 20 % частку енергії з відновлюваних джерел у загальному споживанні енергії в Європі. Також країни ЄС Директивою [207] встановили обов'язкову ціль на частку відновлюваної енергії в загальному виробництві щонайменше 32 % до 2030 року. Згідно прогнозів енергетично-інформаційної агенції США [208] в 2050 році у світі електроенергія, отримана від сонця, вітру, води, біомаси та тепла землі, буде складати майже 50% від загальної кількості виробленої електроенергії.

Останніми роками в світі відновлювана енергетика розвивається інтенсивніше, ніж традиційна. Так, відповідно до Глобальної доповіді REN21 «Про статус відновлюваної енергетики 2020» [209], питома вага відновлюваної енергетики в 2019 році складала 75 % від нововведених енергогенеруючих потужностей у світі, рисунок 3.10.

Треба зазначити, що вже п'ятий рік поспіль питома вага енергії, згенерованої відновлюваними джерелами перевищує 50 % від загальної кількості нововведених енергогенеруючих потужностей у світі. Результати досліджень свідчать, що питома вага відновлюваної енергетики в виробництві електроенергії в світі з кожним роком поступово зростає. Понад 200 ГВт відновлювальної енергетики було встановлено в усьому

світі впродовж 2019 року, а загальна глобальна потужність відновлюваної енергетики зросла більше ніж на 8% та становить близько 2,588 ГВт на кінець 2019 року. З приростом близько 115 ГВт, що складає 57 % від нових відновлюваних потужностей, сонячні джерела є лідерами встановленої потужності відновлюваної енергії, на другому і третьому місцях – нові відновлювані потужності, пов'язані з енергією вітру (30 %) та гідроенергетикою (8 %), Рисунок 3.11.

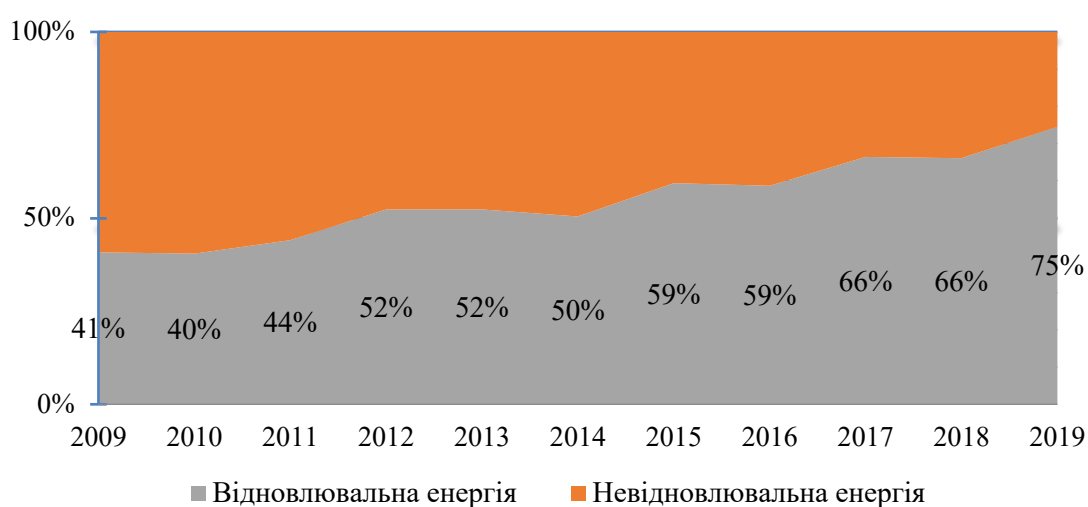


Рисунок 3.10 – Питома вага відновлюваних джерел енергії у щорічних нововведених енергогенеруючих потужностях у світі (побудовано на основі даних [209])

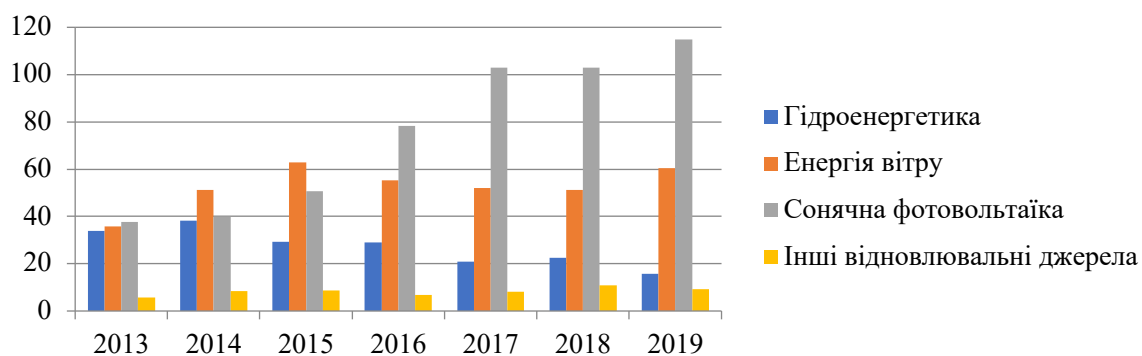


Рисунок 3.11 – Щорічні прирости потужностей відновлюваної енергетики за джерелами енергії, % (побудовано на основі даних [209])

Упродовж 2019 року продовжувала змінюватися структура встановленої потужності відновлюваної енергетики в світі. Так, гідроенергетика більше не становила половини сукупної потужності відновлюваної енергії в експлуатації, знизившись до 44 %. Тим часом енергія вітру зросла і вперше перевищила 23 % встановленої потужності виробництва відновлюваної енергії, у той час як сонячні фотоелектричні елементи продовжили своє зростання та становили майже 23%. Загалом, відновлювана енергетика зросла до 33% від загальної встановленої в світі потужності з виробництва енергії [210].

Відповідно до офіційних даних, у 2019 році світовий ринок сонячної фотовольтаїки третій рік поспіль зріс більш ніж на 100 ГВт, тим самим збільшивши загальну потужність майже на 25 % до 627 ГВт, рисунок 3.12.

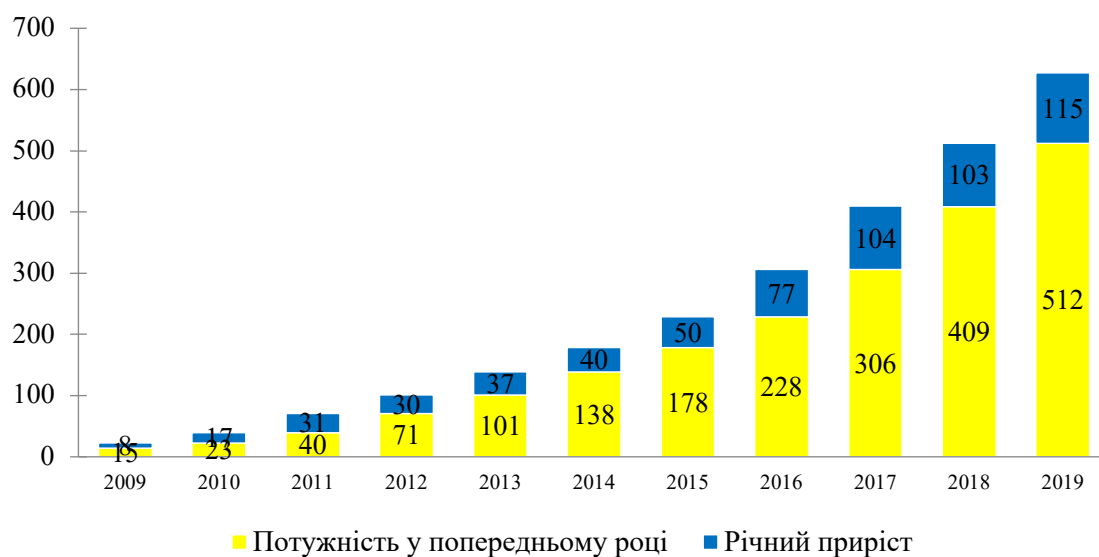


Рисунок 3.12 – Загальна потужність сонячної фотоелектрики та щорічні прирости, ГВт побудовано авторами на основі [209]

Лідуючі позиції займають Китай, США, Індія, Японія, В'єтнам, Іспанія, Німеччина, Австралія, Україна та Корея, які сумарно встановили майже 75% нововведених потужностей [209]. Станом на кінець 2019 року провідними країнами за загальною потужністю сонячної фотоелектрики, як

і рік тому, залишилися Китай, США, Японія, Німеччина та Індія, рисунок 3.13.

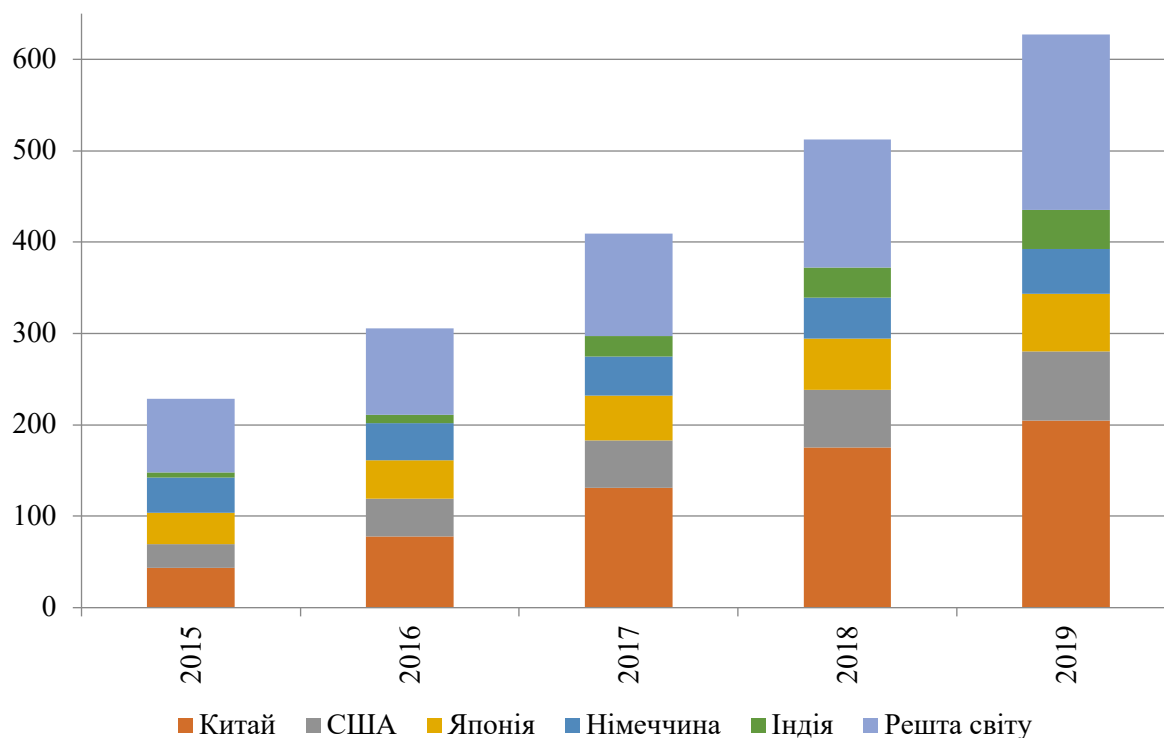


Рисунок 3.13 – Загальна потужність сонячної фотоелектрики по країнами, ГВт (побудовано на основі даних [209])

Глобальні викиди CO<sub>2</sub>, пов'язані з енергетикою, у 2019 р. порівняно з 2018 р. залишилися майже незмінними на рівні 33 гігатон (Gt), після двох років стабільного збільшення. Це відбулось головним чином завдяки різкому зменшенню викидів CO<sub>2</sub> з енергетичного сектора в країнах з розвинутою економікою (Австралія, Канада, Китай, Європейський Союз, Ісландія, Ізраїль, Японія, Корея, Мексика, Норвегія, Нова Зеландія, Швейцарія, Туреччина та США), завдяки зростаючій ролі відновлюваних джерел (переважно вітру та сонячної фотоелектричної енергії) [211].

Глобальні інвестиції в відновлювану енергетику досягли значного прогресу між 2009 та 2019 роками, загалом залучивши більш ніж 3 трильйони доларів США впродовж зазначеного періоду. Відповідно до

офіційних даних, у 2019 р. в альтернативну енергетику у світі було інвестовано понад 300 мільярдів доларів США, що майже вдвічі перевищує показники 2009 р., рисунок 3.14.

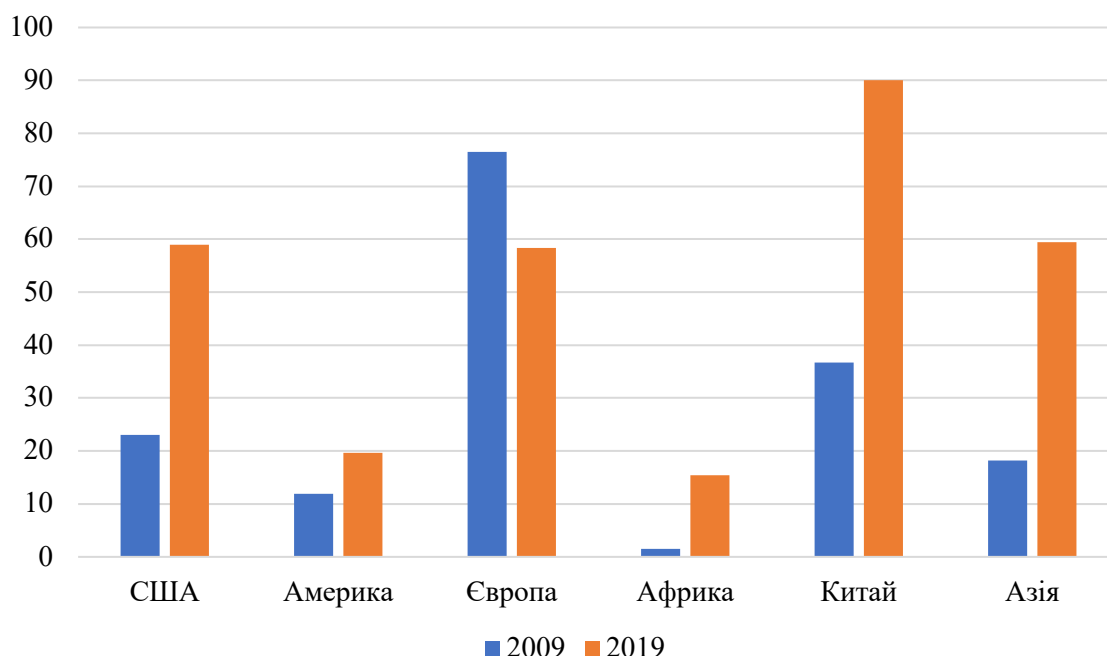


Рисунок 3.14 – Глобальні інвестиції у відновлювану енергетику по регіонам, млрд дол. США (побудовано авторами на основі [212])

На Китай та США, які у 2019 році залучили 90 та 59 млрд дол. США відповідно, припадає 50 % глобальних інвестицій у відновлювану енергетику.

Сонячна та вітрова енергетики закріпили своє домінування у 2019 році, отримавши майже 94 % глобальних інвестицій порівняно з 81 % у 2009 році, рисунок 3.15.

Аналізуючи помітне уповільнення темпів зростання глобальних інвестицій у відновлювану енергетику в останні роки слід враховувати, що з кожним роком на один інвестований долар США встановлюється все більше генеруючих потужностей, що стало можливим завдяки вдосконаленню виробництва та технологій, підтримці досліджень та



розробок, а також політиці прямого стимулювання альтернативної енергетики.

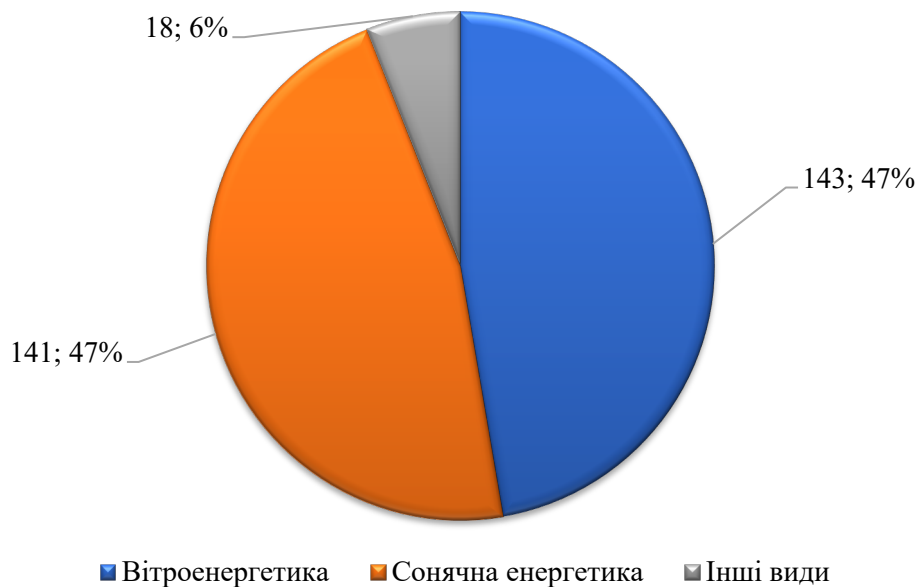


Рисунок 3.15 – Структура глобальних інвестицій у відновлювану енергетику за джерелами у 2019 році, млрд дол. США та у % (побудовано на основі даних [212])

У період з 2013 по 2019 рік значного зростання зазнала зайнятість населення в секторі альтернативної енергетики. За оцінками в усьому світі у 2019 р. кількість робочих місць у відновлюваній енергетиці становила 11,5 млн, збільшившись майже на 3 млн порівняно з показником у 8,5 млн у 2013 р., рисунок 3.16.

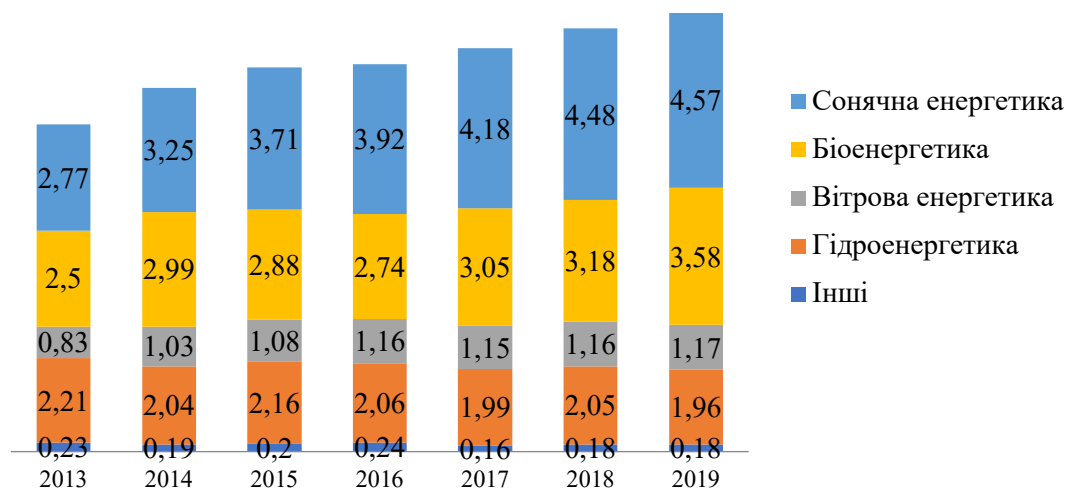


Рисунок 3.16 – Зайнятість у секторі відновлюваної енергетики у світі, млн чол. (побудовано авторами на основі [213])

Більшість робочих місць було створено у невеликій кількості країн у сонячній та біоенергетиці, секторах на які припадає більш 70% працевлаштованого населення у 2019 р., що вказує на те, що впровадження та виробництво продовжують зосереджуватися в кількох країнах, рисунок 3.17. Сонячна фотоелектрична промисловість у 2019 році в усьому світі зберігає перше місце, маючи 33 % загальної кількості робочої сили у відновлюваній енергетиці. У 2019 році майже 60 % загальної зайнятості в галузі фотоелектрики було зосереджено в Китаї, який є провідним виробником фотоелектричного обладнання та найбільшим у світі ринком установок. Основна частина робочих місць у біоенергетиці у 2019 році була зосереджена на трудомістких лініях постачання сировини, а низька механізованість сільськогосподарських секторів пояснює лідируючі позиції Бразилії та Індонезії у зайнятості в цьому секторі відновлюваної енергетики.

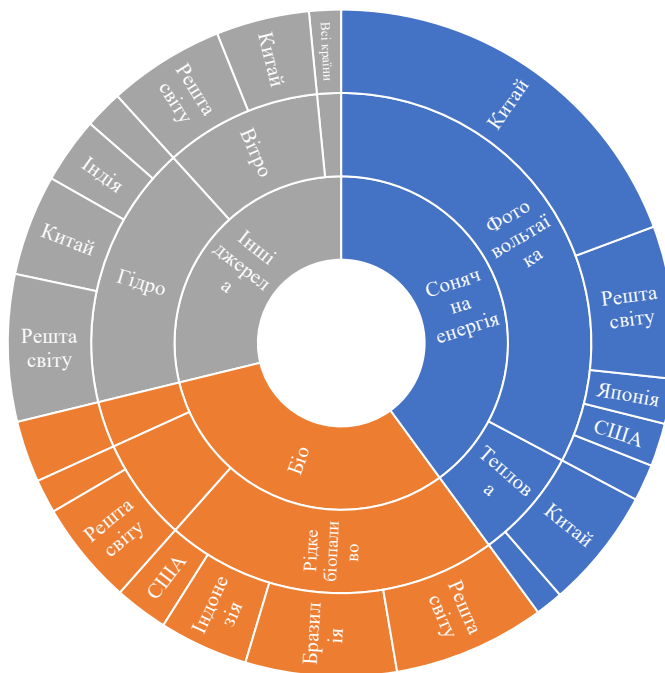


Рисунок 3.17 – Структура зайнятості в альтернативній енергетиці у 2019 році за технологіями та країнами (побудовано авторами на основі [213])

У гідроенергетиці у 2019 році у світі було працевлаштовано близько 2 млн чол., що становить майже 20 % від загальної кількості персоналу, зайнятого у відновлюваній енергетиці, переважно завдяки впровадженню технологій гідроенергетики впродовж багатьох попередніх десятиліть.

Щодо України, то за оцінками в 2019 році у секторі альтернативної енергетики було працевлаштовано понад 50 тис. чол., 50 % з яких були зайняті в секторі сонячної фотовольтаїки.

Вартість кристалічних сонячних фотомодулів, що продаються в Європі, зменшилася приблизно на 90 % у період з грудня 2009 року по грудень 2019 року. Цей факт позитивно позначився на зменшенні середніх витрат з встановлення сонячних комплексів. Так, встановлена вартість проєктів, введених в експлуатацію в 2019 році, становила 995 дол. США/кВт, що на 79 % менше, ніж у 2010 році (4702 дол. США/кВт). У свою чергу таке зменшення затрат додало більшої

конкурентоспроможності сонячній енергетиці – нівельована вартість електроенергії зменшилася на 82 % між 2010 і 2019 роками – приблизно з 0,378 дол. США / кВт-год до 0,068 дол. США / кВт-год у 2019 році [214].

Тенденції альтернативної та сонячної енергетики в Україні. 18 серпня 2017 р. Кабінет Міністрів України прийняв енергетичну стратегію до 2035 р. [215]. Однією з ключових засад цієї стратегії є те, що відновлювані джерела енергії будуть найбільш швидкозростаючим сектором з точки зору вироблення електроенергії, із передбаченим збільшенням частки в загальній структурі первинного енергопостачання до 25 %. Україна має потужний потенціал для розвитку альтернативної енергетики і з кожним роком намагається використовувати його ефективніше, що підтверджується змінами в структурі енергогенеруючих потужностей, рисунок 3.18.

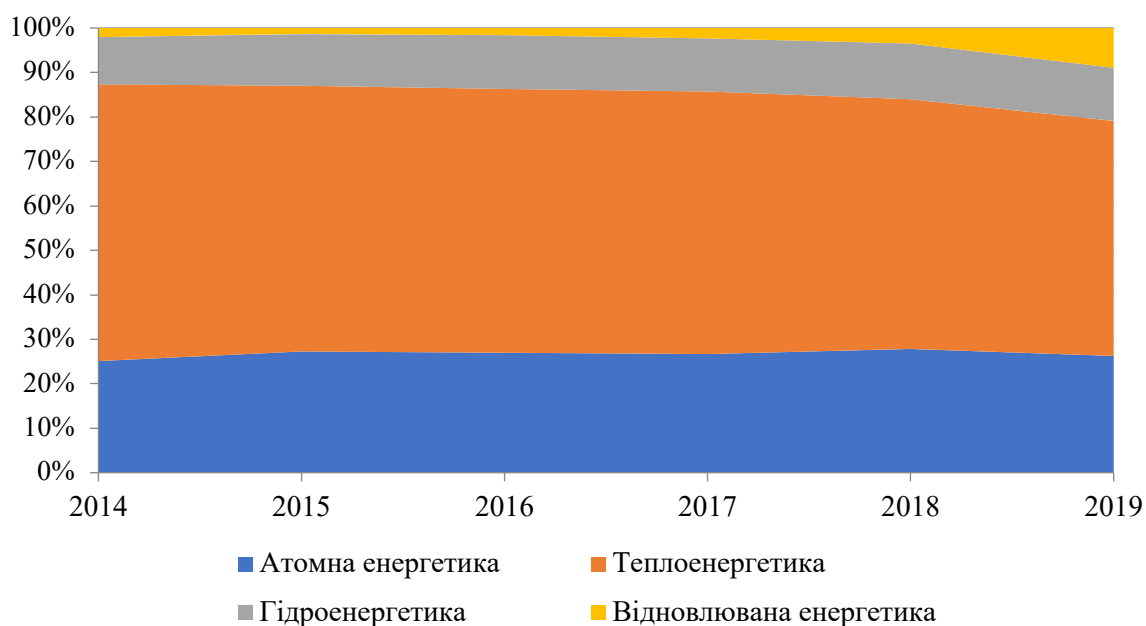


Рисунок 3.18 – Динаміка змін у структурі енергогенеруючих потужностей України побудовано авторами на основі [216]

Узагальнення результатів дослідження свідчать, що в Україні впродовж кількох років спостерігається позитивна динаміка в розвитку всіх типів відновлюваної енергетики, рисунок 3.19.

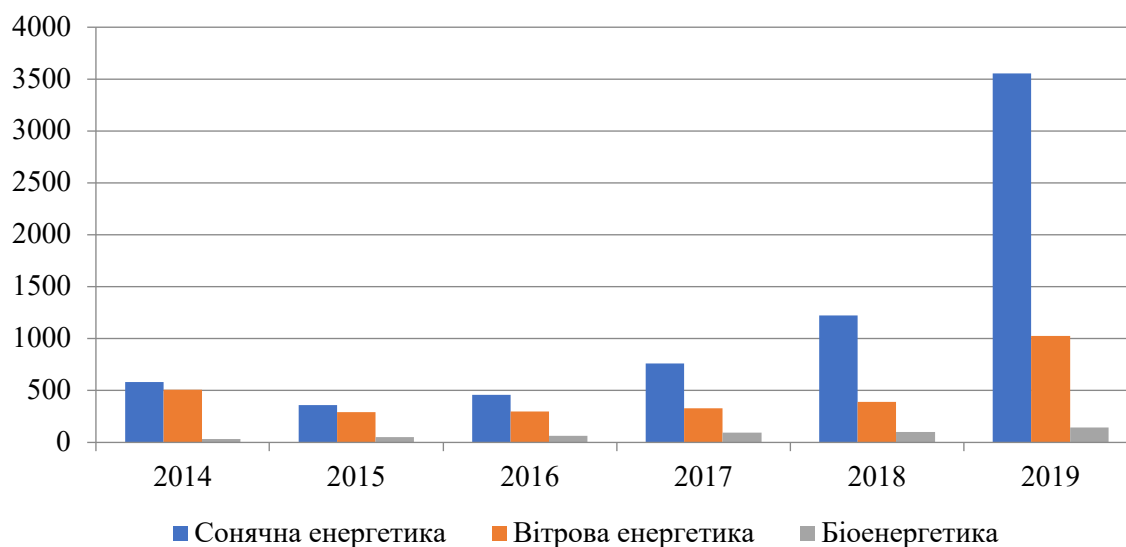


Рисунок 3.19 – Динаміка розвитку встановлених потужностей відновлюваної енергетики в Україні, МВт  
(побудовано на основі даних [216])

Зменшення встановлених потужностей у 2014 році спричинене втратою об'єктів енергетики внаслідок анексії Криму. Серед альтернативних джерел енергії сонячна енергетика на основі фотовольтаїки займає перше місце в Україні. Загалом, розвиток сонячної енергетики в Україні обумовлений сприятливим географічним розташуванням, відносною простотою та короткими строками реалізації проєктів. Так, середньорічна кількість сумарної енергії сонячного випромінювання, яка надходить щорічно на територію України, знаходиться в межах від 1100 кВт·год/м<sup>2</sup> у північній частині України до 1800 кВт·год/м<sup>2</sup> [217].

Результати дослідження свідчать, що розвиток сонячної енергетики в Україні обумовлений змінами в законодавчій базі. Завдяки майбутнім змінам «зеленого тарифу», а саме переходом від зеленого тарифу до аукціонів, у 2019 році Україна встановила рекордні 3,5 ГВт сонячної енергетики (уперше перевищивши 1 ГВт), посівши третє місце у всій

Європі та дев'яте у світі за нововведеними потужностями. Схожою була ситуація і у вітчизняній вітрової енергетиці – у 2019 році спостерігалось майже 10-кратне збільшення вітрових установок порівняно з 2018 роком (додавши 0,6 ГВт), що більш ніж подвоїло потужність до 1,2 ГВт. Міжнародне співробітництво також сприяло розвитку сонячної енергетики в Україні в 2019 р. Китайська машинобудівна корпорація (СМЕС) та українська енергетична фірма «Донбаська паливно-енергетична компанія» (DTEK) завершили проєкт сонячної енергетики потужністю 200 МВт поблизу Нікополя. За даними китайського державного інформаційного агентства «Сінхуа», сонячна електростанція на суму 216 млн євро (243 млн дол. США), спільно побудована СМЕС і DTEK, була профінансована самою компанією DTEK та позикою від Китаю [213, 218].

Оскільки енергетичні потреби суспільства постійно збільшуються, а екологічні проблеми загострюються, то розвиток альтернативних джерел енергії є перспективним напрямком збалансування потреб суспільства та економічного розвитку національної економіки.

Досвід країн ЄС свідчить, що відновлювані джерела енергії формують передумову отримання додаткових економічних, соціальних та екологічних ефектів (зниження екодеструктивного навантаження на навколишнє природне середовище, зниження рівня захворюваності, залучення додаткових зелених інвестицій тощо). При наявності сприятливих ринкових умов і політичної підтримки, відновлювальні джерела енергії забезпечують зростання рівня енергетичної безпеки та енергетичну незалежність країни [219-221].

Масштабування та популяризація технологій виробництва енергії з альтернативних джерел значною мірою скоротить глобальні викиди вуглецю, що є важливою екологічною, соціальною та економічною проблемою в світі в останні роки, та суттєво пом'якшить проблеми

пов'язані з енергетичною безпекою, зміною клімату, безробіттям тощо [186, 222].

Саме тому уряди країн світу мають впроваджувати та стимулювати розвиток альтернативних джерел енергії як на макро- (будування сонячних електростанцій, парків сонячних систем) так і мікрорівнях (сонячні домашні системи, світлові громадські проекти, системи вуличного освітлення).

Крім фінансової підтримки і розвитку відновлювальної енергії в усіх галузях економіки, уряд має прийняти ряд кардинально нових рішень таких як: припинити субсидування викопного палива, прийняти ефективну політику виплат за викиди вуглецю, а в подальшому взагалі відмовитись від використання викопного палива. Слід відмітити, що наразі наявні два варіанти розвитку відновних джерел в Україні: перший – заснований на успішних європейських методах та моделях мотивації; другий – здійсненні самостійних досліджень та наукових розробок для вирішення національних потреб в енергозабезпеченні.

Зазначимо, що реалізація стратегії енергетичного переходу (декарбонізація національної економіки шляхом розвитку альтернативних джерел енергії) потребує системної державної політики.

Низький рівень ефективності та висока енергоємність національної економіки свідчать про неефективність енергетичної політики України. Так, бізнес-сектор та суспільство незацікавлені у раціональному споживанні енергії. Варто відмітити, що одним із головних бар'єрів підвищення енергоефективності у приватному секторі є існування стереотипів щодо нерентабельності енергоефективних проектів та існування надлишку енергоресурсів.

У свою чергу, ця ситуація спричиняє порушення балансу на енергетичному ринку. Так, існуюча енергетична політика стримує підвищення енергоефективності національної економіки, що спричиняє

послаблення конкурентних переваг українських виробників на міжнародному ринку. У наш час атомна енергетика все ще забезпечує більшість енергетичних потреб для функціонування національної економіки. Однак, існування низки проблем в атомній енергетиці України спричиняють погіршення національної енергетичної безпеки. При цьому для українського суспільства оплата електроенергії є значним тягарем.

Приєднання України до ініціатив щодо протидії зміні клімату та пом'якшення її наслідків при одночасному скороченні викидів CO<sub>2</sub> є викликом для національної економіки. У 2009 році Рамковою конвенцією ООН про зміну клімату було наголошено на необхідності запобігання підвищенню температури більше ніж на 2°C. Таким чином, учасники даного договору зобов'язались скоротити викиди парникових газів. Більше того, у грудні 2019 року Європейська Комісія представила комюніке "Європейська зелена угода" щодо скорочення викидів CO<sub>2</sub> до нульового рівня до 2050 року. При цьому Україна поставила перед собою мету досягнути вуглецевої нейтральності до 2070 року.

Враховуючи вищезазначене, українська енергетична політика потребує модернізації за умови обмеження викидів парникових газів та реалізації заходів щодо мінімізації негативного впливу на довкілля.

Систематизація наукових напрацювань свідчить про те, що науковці здебільшого досліджували питання функціонування енергетичного сектору, зокрема: Аліянова С., Гулузаде Е., Колосок С., Назім, О. Г., Палієнко М., Круков Ю. Чернягін Д., Квілінський А., Дзвіголь Х. та ін. [32, 33] проаналізували інвестиційну привабливість енергетичного сектору. У роботах [38, 39] авторами досліджено енергоефективні розриви як основну детермінанту, що спричиняє зниження енергоефективності країни. Низку наукових робіт [16, 117, 160, 171, 173, 174] спрямовано на пошук ефективних інструментів підвищення енергоефективності країни.

У свою чергу, у дослідженні [168] авторами розглянуто



енергоефективну політику ЄС як основну рушійну силу у розвитку енергетичного ринку та вуглецево-нейтральної економіки. У рамках робіт [16, 97, 160, 170, 180] головною метою було розроблення ефективної державної політики щодо мінімізації енергоефективних розривів. За результатами теоретичного дослідження встановлено, що зелені інвестиції відіграють суттєву роль у енергоефективному розвитку. У публікаціях [1, 80, 117] авторами проаналізовано особливості та перспективи залучення зелених інвестицій на національному та міжнародному рівнях. У свою чергу, низка науковців досліджували можливі перешкоди у підвищенні енергоефективності. Отримані результати показали, що низька екологічна обізнаність суспільства сповільнює енергоефективний розвиток [32, 174, 175]. Так, населення розглядає впровадження енергоефективних проєктів високовартісними та нерентабельними. Таким чином, доцільним є застосування ефективного маркетингового механізму для підвищення екологічної обізнаності суспільства [171, 223].

Стрімкі зміни клімату вимагають від наукової спільноти інтенсифікації зусиль у формуванні зеленої економічної політики [173, 176]. У статті [60] автори розглядають Європейську зелену угоду як головну рушійну силу у зеленому розвитку. Крім того, автори зазначили, що нові екологічні вимоги ЄС відкривають вікно можливостей для розвитку. Однак, вони можуть загрожувати економічному розвитку в країнах, які не слідують зеленому курсу. За результатами бібліометричного аналізу виділено шість кластерів, які свідчать про напрямки наукових досліджень у сфері енергоефективності (Рисунок 3.19). Найбільший кластер вказує на науковий інтерес до дослідження особливостей розвитку відновлюваної енергетики в умовах зміни клімату. Рисунок 3.20 демонструє, що починаючи з 2013 року, науковці почали приділяти увагу дослідженню біоенергетики та технологічного розвитку.

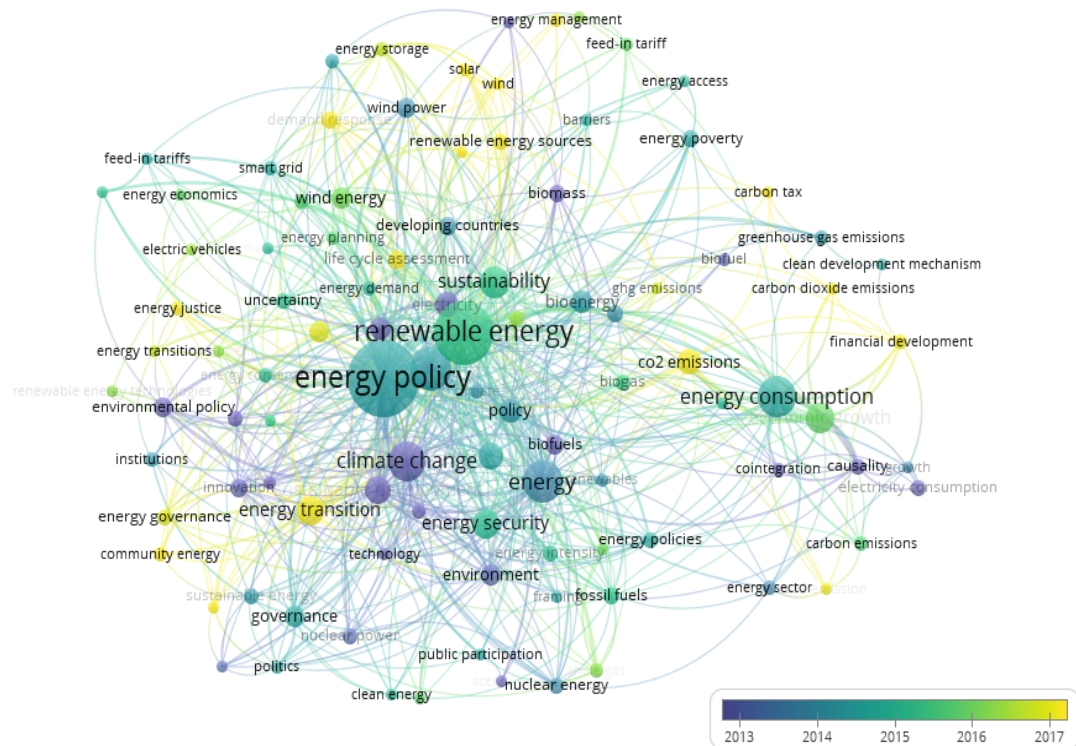


Рисунок 3.20 – Мережева карта еволюції співпов'язи ключових слів (розроблено за допомогою програмного забезпечення VOSviewer на основі даних наукометричної бази Scopus)

З 2014 року науковці зосередилися переважно на формуванні енергетичної політики, дослідженню питань сталого розвитку, викидів парникових газів тощо. У 2015-2016 рр. дослідження були спрямовані на визначення взаємозв'язку між розвитком відновлюваної енергії та економічним зростанням. Роботи, які датуються з 2017 року, охоплюють питання енергетичної трансформації, розвитку відновлюваних джерел енергії, скорочення викидів CO<sub>2</sub> тощо. Варто зазначити, що дослідження питань енергетичної політики є мультидисциплінарним. За результатами аналізу наукових публікацій бази даних Scopus, 29,7 % – індексуються в галузі енергетики; 18,6 % – навколишнього природного середовища; 16,9 % – інженерії; 6,7 % – суспільних наук; 5,3 % – комп'ютерних наук; 3,3 % – бізнесу, менеджменту та бухгалтерського обліку; 3,2 % – економіки, економетрики та фінансів; 2,9 % – математики; 2,4 % – науки про Землю та

планету; 2,2 % – матеріалознавства; 8,8 % – інше.

Рисунок 3.20 демонструє, що починаючи з 2013 року, науковці почали приділяти увагу дослідженню біоенергетики та технологічного розвитку. З 2014 року науковці зосередилися переважно на формуванні енергетичної політики, дослідженню питань сталого розвитку, викидів парникових газів тощо. У 2015-2016 роках дослідження були спрямовані на визначення взаємозв'язку між розвитком відновлюваної енергії та економічним зростанням. Роботи, які датуються з 2017 року, охоплюють питання енергетичної трансформації, розвитку відновлюваних джерел енергії, скорочення викидів CO<sub>2</sub> тощо. Варто зазначити, що дослідження питань енергетичної політики є мультидисциплінарним. За результатами аналізу наукових публікацій бази даних Scopus, 29,7 % – індексуються в галузі енергетики; 18,6 % – навколишнього природного середовища; 16,9 % – інженерії; 6,7 % – суспільних наук; 5,3 % – комп'ютерних наук; 3,3 % – бізнесу, менеджменту та бухгалтерського обліку; 3,2 % – економіки, економетрики та фінансів; 2,9 % – математики; 2,4 % – науки про Землю та планету; 2,2 % – матеріалознавства; 8,8 % – інше.

Після підписання угоди про асоціацію з ЄС, перед Україною постала необхідність зміни пріоритетів стратегії соціального та економічного розвитку, особливо щодо енергетичної політики. Таким чином, Україна має змінити підходи до формування енергетичної політики, щоб відповідати принципам та вимогам ЄС. Виходячи із зазначеного вище, уряд України схвалив Енергетичну стратегію України до 2035 року. Слід зазначити, що даний документ спрямований на досягнення енергетичних цілей за допомогою формалізації урядової політики, постановки завдань та розробки механізмів синхронізації всіх зацікавлених сторін, таких як уряд, бізнес, та суспільство. При цьому Енергетична стратегія України до 2035 року передбачає три етапи реалізації, датовані періодами до 2020, 2025 та 2035 років (Рисунок 3.21).

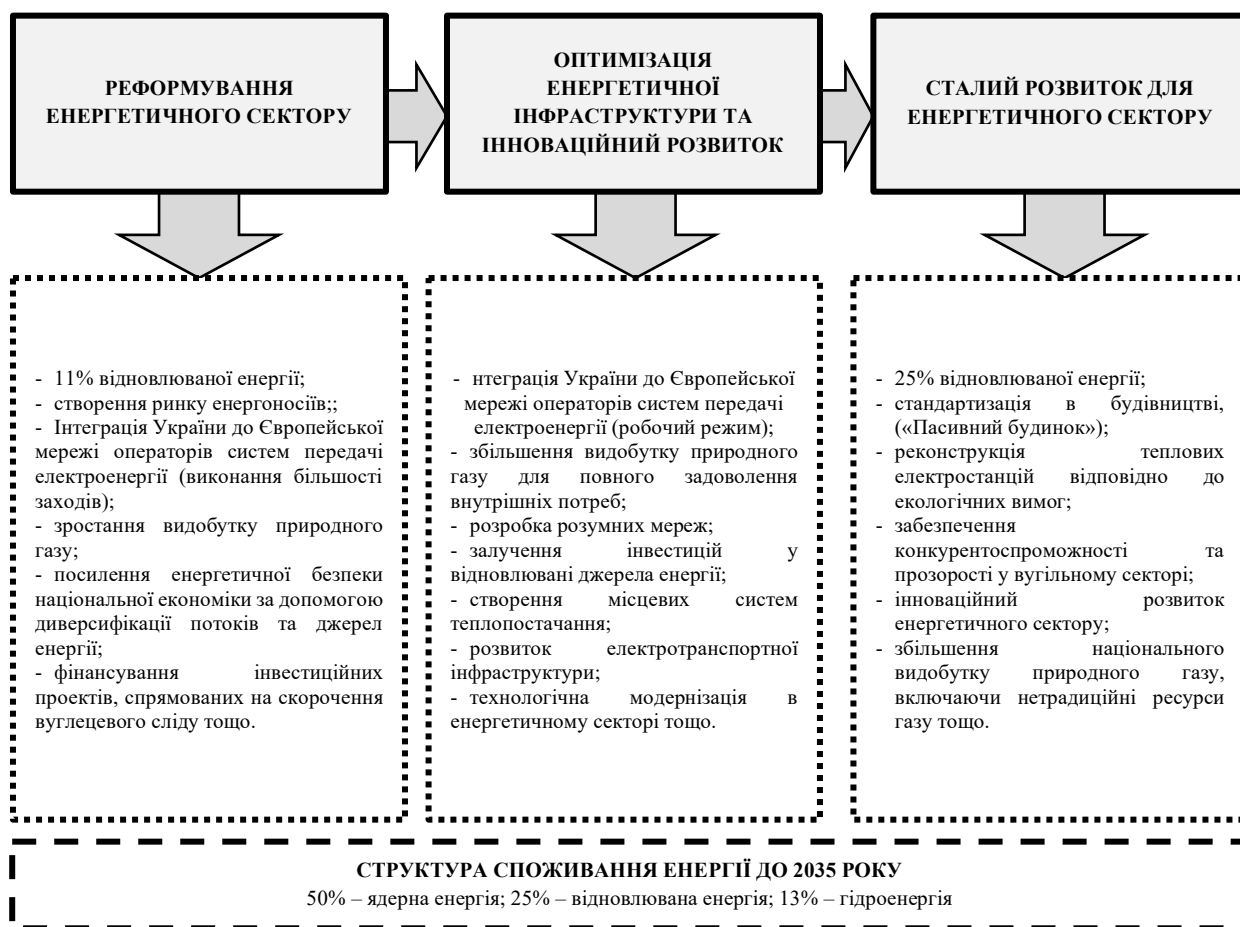


Рисунок 3.21 – Пріоритети Енергетичної стратегії України до 2035 року  
(систематизовано на основі даних [224-226])

Таким чином, завданням першого етапу є реформування енергетичного сектору до 2020 року; другого – оптимізувати та стимулювати інноваційний розвиток до 2025 року; третього етапу – сталий розвиток енергетичного сектору.

Рисунок 3.22 демонструє незначну висхідну тенденцію ВВП. У свою чергу, у рамках Енергетичної стратегії України поставлено амбітну ціль збільшити ВВП у два рази до 2035 року. Однак, висока частка енергоємних та низько технологічних секторів економіки є головними бар'єрами для досягнення даної цілі. Таким чином, зменшення попиту на енергію в реальному економічному секторі є одним із пріоритетів державної політики

щодо розробки механізму стимулювання енергоефективного зростання серед споживачів енергії.

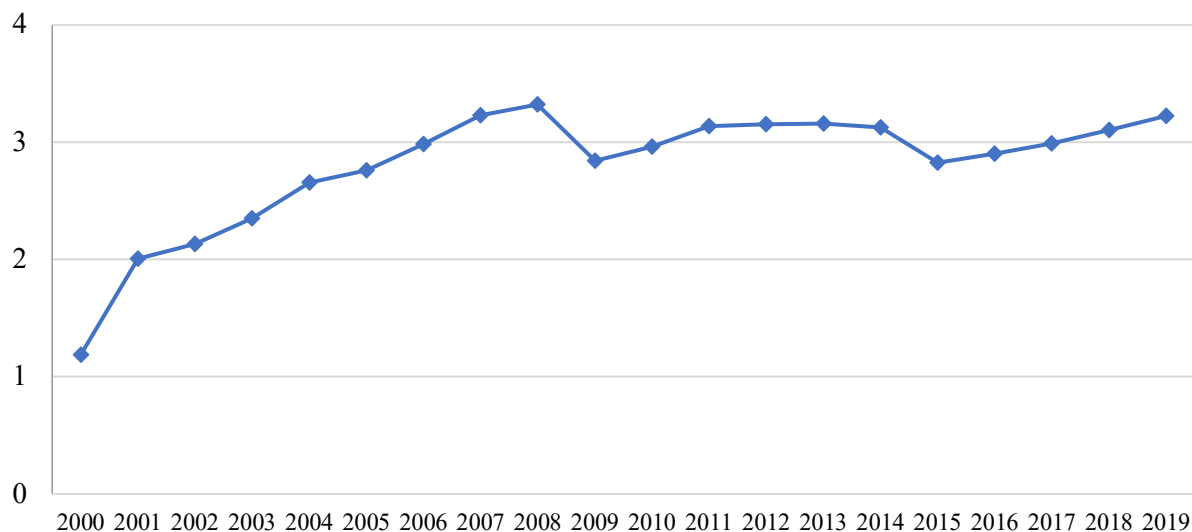


Рисунок 3.22 – Динаміка ВВП на душу населення в Україні, дол. США порівняно з 2010 роком (сформовано авторами на основі даних [227])

Зобов'язання зменшити вплив на навколишнє природне середовище вимагає від України збільшення інвестицій. При цьому особливо важливо зменшити вуглецевий слід національної економічної діяльності шляхом впровадження енергоефективних заходів та збільшення виробництва відновлюваної енергії. Відповідно до зазначеного вище, для забезпечення національної енергетичної безпеки та скорочення викидів парникових газів, частка відновлюваних джерел енергії до 2035 року повинна становити щонайменше 25 %.

Рисунок 3.23 демонструє висхідну тенденцію у виробництві відновлюваної енергії. Так, у 2019 році частка первинної енергії з відновлюваних джерел зросла у 1,6 рази порівняно до 2000 року. Однак можна припустити, що Україна не зможе досягти орієнтовної мети – 11 % до 2020 року.

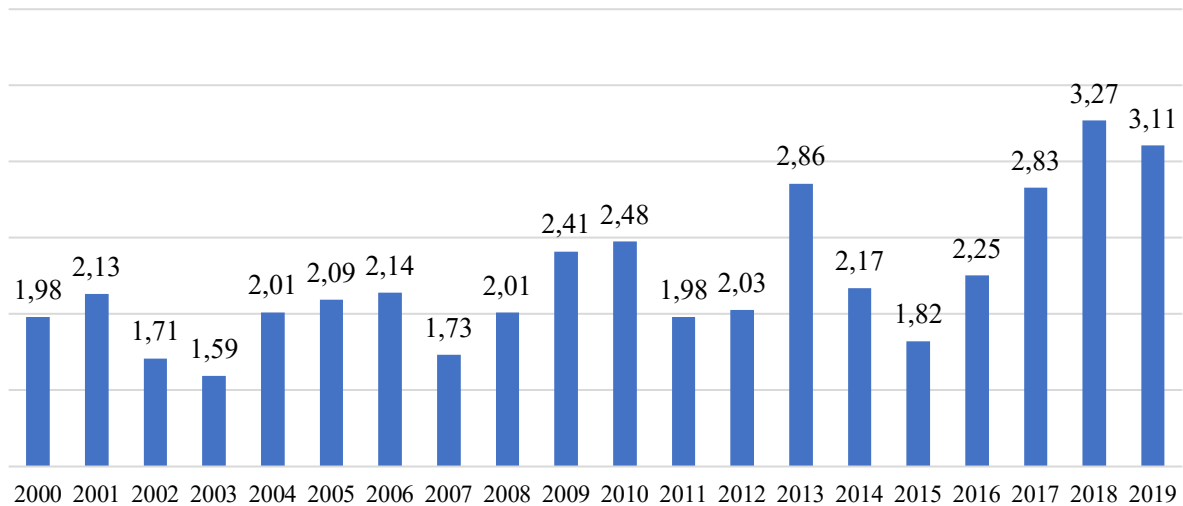


Рисунок 3.23 – Динаміка частки первинної енергії з відновлювальних джерел (сформовано авторами на основі даних [228])

Виходячи з вищезазначеного, було проведено прогноз частки первинної енергії з відновлюваних джерел до 2035 року за допомогою моделі Авторегресивної інтегральної ковзної середньої (ARIMA). На основі досліджень [167, 225], формальний запис моделі  $ARIMA(p,d,q)$  (3.2) та короткий (3.3) виглядають так:

$$(\Delta^d X_t) = \sum_{i=1}^p \varphi_i (\Delta^d X_{t-1}) + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^q \theta_j (\Delta^d \varepsilon_{t-j}), \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2) \quad (3.2)$$

$$\varphi(B)(1 - B)^d X_t = \theta(B)\varepsilon_t \quad (3.3)$$

де  $\varphi$ ,  $\theta$  – поліноми  $p$  та  $q$  ступеню;

$B$  – лагові оператори ( $B^j X_t = X_{t-j}, B^j \varepsilon_{t-j}, j = 0, \pm 1, \dots$ ),

$d$  – порядок різниць ( $\Delta X_t = X_{t-1} - X_t = (1 - B)X_t, \Delta^2 X_t = \Delta^2 X_{t+1} - \Delta X_t = (1 - B)^2 X_t, \dots$ ).

Емпіричне дослідження було здійснено за допомогою програмного забезпечення Eviews (рисунок 3.24). Вибіркою дослідження є частки генерації первинної енергії з відновлюваних джерел енергії.

Null Hypothesis: D(RE) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=8)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.025673	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.653730	
5% level	-2.957110	
10% level	-2.617434	

Рисунок 3.24 – Розширений тест Дікі-Фуллера (ADF)

Варто зазначити, що побудова моделі ARIMA вимагає перевірки часових рядів на стаціонарність. Таким чином, було застосовано розширений тест Дікі-Фуллера (ADF). Отримані результати засвідчили, що часовий ряд є нестаціонарним, оскільки значення t-статистики перевищує критичне значення. Для отримання стаціонарного ряду використовувався оператор взяття послідовних різниць.

На наступному етапі було оцінено параметри моделі та проаналізовано залишки ряду з метою перевірки моделі на адекватність після отримання стаціонарного ряду.

Рисунок 3.25 демонструє прогноз частки первинної енергії з відновлюваних джерел до 2035 року. Отримані результати свідчать про висхідну тенденцію у генеруванні первинної енергії з відновлюваних джерел. Так, у 2035 р. частка первинної енергії з відновлюваних джерел збільшиться в 1,16 рази (3,62 %). Однак Україна не зможе досягти цільового показника 25 % первинної енергії з відновлюваних джерел. За отриманими результатами встановлено необхідність перегляду національної енергетичної політики та впровадження соціальних та

економічних реформ для стимулювання виробництва відновлюваної енергії.

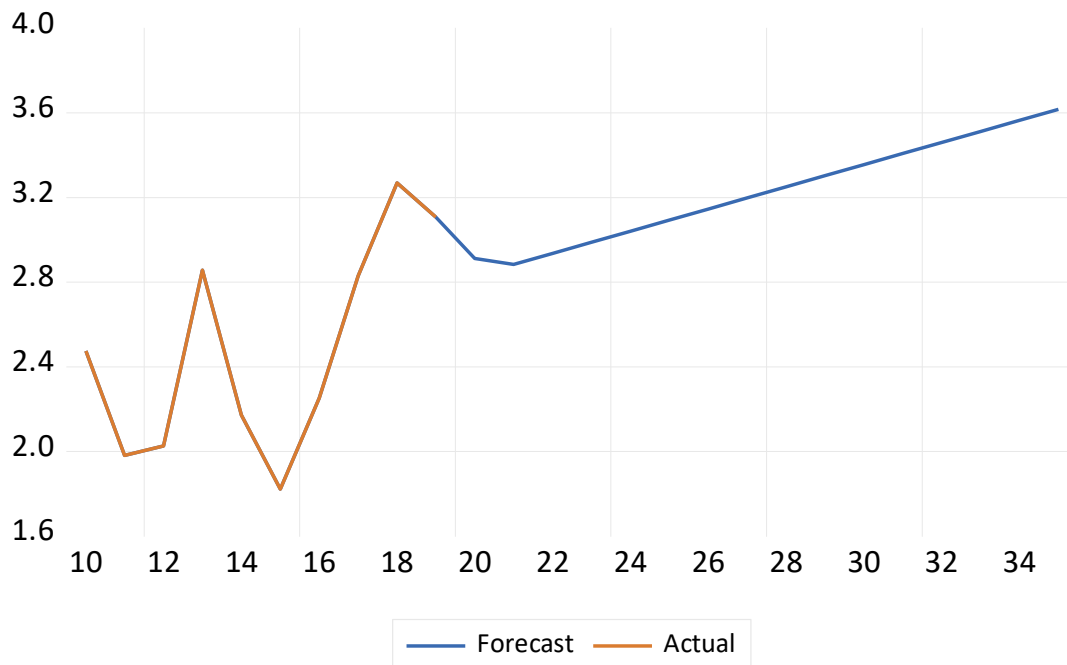


Рисунок 3.25 – Прогноз частки первинної енергії від відновлюваних джерел енергії, % (розроблено на основі даних [228])

Таким чином, за результатами аналізу встановлено, що державна політика має посилювати міжнародне співробітництво для залучення потенційних міжнародних інвесторів та донорів на ринок відновлюваної енергетики України. При цьому необхідним є розширення виробництва електроенергії з відновлюваних джерел енергії, забезпечення механізмів стимулювання впровадження сонячних та вітрових електростанцій; збільшення споживання біоенергії в промисловості, підвищення суспільної обізнаності щодо екологічних та економічних переваг відновлюваної енергії тощо.

За результатами дослідження встановлено, що Україна не досягне цільового показника у забезпеченні 25% первинної енергії з відновлюваних джерел до 2035 року. Таким чином, необхідним є вдосконалення



енергетичної політики з метою деформування реальної економіки у напрямку скорочення ресурсо- та енергоємної діяльності шляхом впровадження сучасних енергоефективних технологій, раціонального використання енергоресурсів, оптимізації енергетичної інфраструктури тощо.

Крім того, доцільно вдосконалити механізм економічного стимулювання для переорієнтації бізнесу та суспільства на енергоефективну модель. У цьому випадку уряд повинен створити інституційні умови для споживачів енергії для інвестування в енергоефективність.

## ВИСНОВКИ

У рамках дослідження встановлено, що 2014 рік є переломним періодом у зміні рівня зацікавленості суспільства та наукової спільноти щодо питань енергетичної ефективності національної економіки. Це підтверджується істотним зростанням публікацій із питань енергетичної ефективності, проіндексованих наукометричними базами даних Scopus та Web of Science, а також кількості пошукових запитів серед Google-користувачів. Результати другого етапу дослідження дозволили кластеризувати міждисциплінарні взаємозв'язки досліджень із теорії забезпечення енергетичної ефективності національної економіки. Аналіз цільності взаємозв'язків між ключовими словами дозволив виявити шість міждисциплінарних кластерів наукових досліджень із питань забезпечення енергетичної ефективності в контексті переходу національної економіки до вуглецево-нейтральної моделі її розвитку.

Зроблено висновки, що трансформація енергетичного сектору України повинна здійснюватися шляхом впровадження ефективних механізмів конвергенції національної політики в сфері енергоефективності та провідних країн ЄС. Результати оцінки  $\sigma$ - та  $\beta$ -конвергенції підтвердили конвергенцію національної енергетичної політики та ЄС. Обґрунтовано, що зростання рівня енергоефективності в Україні обмежено значною часткою імпорту пального та високою інтенсивністю викидів CO<sub>2</sub>. Крім того, значне погіршення енергетичної інфраструктури є бар'єром при підвищенні енергоефективності та вимагає додаткових інвестицій на модернізацію. Результати  $\sigma$ -конвергенції за показниками Індексу енергетичної трилемми вказують на необхідність вдосконалення законодавства в енергетичному секторі, зокрема щодо використання енергії з відновлюваних джерел.

Далі в ході дослідження дійшли висновку, що у країнах з різними рівнями демократії та політичних режимів, зміни основних економічних параметрів, економічної та політичної глобалізації призводять до розвитку відновлюваної енергії з різною амплітудою. Так, збільшення політичної глобалізації на 1 % спричиняє зростання відновлюваної енергетики на 0,84 для країн з повною демократією, на 0,43 – для недосконалої демократії та на 3,62 – для гібридного режиму. Країнам з гібридним режимом доцільно зосередитися на впровадженні механізму зміцнення політичної стабільності та забезпечення політичної глобалізації. Зростання економічної глобалізації на 1 % призведе до збільшення відновлюваної енергетики на 0,12 і 0,13 для країн з повною демократією, 0,33 і 0,31 – для недосконалої демократії, 0,42 і 0,54 – для гібридного режиму. Зростання торгової та фінансової відкритості дає можливість зміцнити економічну глобалізацію та збільшити швидкість поширення та проникнення відновлюваної енергії.

Результати досліджень підтвердили наявність одностороннього зв'язку між обсягами викидів парникових газів та рівнем енергоефективності, питомою вагою відновлюваної енергії в кінцевому енергоспоживанні та обсягами зелених інвестицій й викидами парникових газів. Крім того, двонаправлений взаємозв'язок виявлено між рівнем енергоефективності національної економіки та питомою вагою відновлюваної енергії в кінцевому енергоспоживанні, рівнем енергоефективності національної економіки та обсягами зелених інвестицій, а також обсягами викидів парникових газів й зелених інвестицій. Отже, залучення зелених інвестицій та розвиток відновлюваної енергетики формують передумови до зниження обсягів викидів парникових газів та підвищення енергоефективності економіки країни.

Одержані результати показують, що впровадження політики зелених угод в Україні сприятиме відновленню економіки, покращенню рівня життя

громадян, підвищенню конкурентоспроможності бізнесу, захисту довкілля. Зроблено висновок про важливість залучення всіх зацікавлених сторін до розроблення політики зеленої угоди.

За результатами сценарного прогнозування навіть за песимістичним прогнозом на 2035 рік обсяги використання енергії від біопалива та відходів в Україні будуть становити близько 6 млн. т.н.е., що складає майже третину від енергії викопного палива на 2020 рік. Саме використання енергії від біопалива та відходів є найменш капіталомістким та не залежить від кліматичних умов, на відміну від гідро-, сонячної та вітрової енергій. Використання гідроелектроенергії за сценарним прогнозуванням свідчить про те, що її подальший розвиток залежить від економічної спроможності та стабільності в державі. Песимістичний прогноз можливий за умови повної відмови України від використання цього виду енергії. Оптимістичний прогноз зміни обсягів використання вітрової та сонячної енергії можливий при максимальному залученні еко-інвестицій в будівництво сонячних та вітрових електростанцій та удосконаленню їх нормативно-правового регулювання.

У ході дослідження обґрунтовано доцільність державної політики в напрямку посилення міжнародного співробітництва для залучення потенційних інвесторів на ринок відновлювальної енергетики України. Встановлено, що Україна не досягне цільового показника у забезпеченні 25 % первинної енергії з відновлюваних джерел до 2035 року. Тому необхідним є вдосконалення енергетичної політики з метою деформування реальної економіки у напрямку скорочення ресурсо- та енергоємної діяльності шляхом впровадження сучасних енергоефективних технологій, раціонального використання енергоресурсів, оптимізації енергетичної інфраструктури тощо.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. A. Gilleo. The 2015 state energy efficiency scorecard / A. Gilleo, A. Chittum, K. Farley, M. Neubauer, S. Nowak, D. Ribeiro, S. Vaidyanathan. – American Council for an Energy-Efficient Economy, 2015.
2. American Council on Energy Efficiency [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://www.aceee.org/>.
3. Teletov A. Use of language games in advertising texts as a creative approach in advertising management / A. Teletov, S. Teletova, N. Letunovska // Periodicals of Engineering and Natural Sciences. – 2019. – Vol. 7, No 2. – P. 458-465.
4. Miskiewicz R. Efficiency of electricity production technology from post-process gas heat: ecological, economic and social benefits / R. Miskiewicz // Energies. – 2020. – № 13(22). – 6106. <https://doi.org/10.3390/en13226106>.
5. Granade H. C. Unlocking energy efficiency in the US economy / H. C. Granade, J. Creyts, A. Derkach, P. Farese, S. Nyquist, K. Ostrowski. – McKinsey & Company, 2009.
6. Rosokhata A. Renewable energy: a bibliometric analysis / A. Rosokhata, M. Minchenko, L. Khomenko, O. Chygryn : E3S Web of Conferences 250. (TRESP 2021). DOI: 10.1051/e3sconf/202125003002.
7. L. Saher L. Closed-looped supply chain: a bibliometric and visualization analysis / L. Saher, L. Syhyda, O. Korobets, T. Berezianko : E3S Web of Conferences, 234. doi:10.1051/e3sconf/202123400011.
8. Ziabina Ye. Regularities in the development of the theory of energy efficiency management / Ye. Ziabina, Y. Kovalenko // SocioEconomic Challenges. – 2021. – № 5(1). – P. 117-132. [https://doi.org/10.21272/sec.5\(1\).117-132.2021](https://doi.org/10.21272/sec.5(1).117-132.2021).
9. Artyukhov A. The role of the university in achieving SDGs 4 and 7: a Ukrainian case / A. Artyukhov, I. Volk, T. Vasylieva, S. Lyeonov : E3S

Conferences, 2021. – 250(9-11), 04006. DOI:10.1051/e3sconf/202125004006.

10. Ang B. W. Monitoring changes in economy-wide energy efficiency: from energy-GDP ratio to composite efficiency index / B. W. Ang // *Energy policy*. – 2006. – № 34(5). – P. 574-582.

11. Зябіна Є. А. Детермінанти підвищення енергетичної ефективності національної економіки / Євгенія Анатоліївна Зябіна : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.03. – Суми, 2021. – 240 с.

12. Chygryn O. The mechanism of the resource-saving actiity at joint stock companies: the theory and implementation features / O. Chygryn // *International Journal of Ecology and Development*. – 2016. – № 31(3). – P. 42-59.

13. Mačaitytė I. Volkswagen emission scandal and corporate social responsibility – a case study / I. Mačaitytė, G. Virbašiūtė // *Business Ethics and Leadership*. – 2018 – № 2(1). – P. 6-13. doi: 10.21272/bel.2(1).6-13.2018.

14. Keliuotytė-Staniulėnienė G. The global green bond market in the face of the COVID-19 pandemic / G. Keliuotytė-Staniulėnienė, K Daunaravičiūtė // *Financial Markets, Institutions and Risks*. – 2021 – № 5(1). – P. 50-60. [http://doi.org/10.21272/fmir.5\(1\).50-60.2021](http://doi.org/10.21272/fmir.5(1).50-60.2021).

15. Starchenko L. V. Social and eco-friendly entrepreneurship: the keys to sustainability / L. V. Starchenko, Ya. Samusevych, K. Demchuk // *Business Ethics and Leadership*. – 2021. – № 5(1). – P. 118-126. [https://doi.org/10.21272/bel.5\(1\).118-126.2021](https://doi.org/10.21272/bel.5(1).118-126.2021).

16. Panchenko V. Energy-efficient innovations: marketing, management and law supporting / V. Panchenko, Yu. Harust, Ya. Us, O. Korobets, V. Pavlyk // *Marketing and Management of Innovations*. – 2020. – № 1. – P. 256-264. <http://doi.org/10.21272/mmi.2020.1-21>.

17. Vanickova R. Innovation corporate energy management: efficiency of green investment / R. Vanickova // *Marketing and Management of Innovations*. – 2020. – № 2. – P. 56-67.

18. Vasilyeva T. Assessment of the dynamics of bifurcation transformations in the economy / T. Vasilyeva, O. Kuzmenko, V. Bozhenko, O. Kolotilina : Proceedings of the CEUR Workshop Proceedings, 2019. – 2422. – P. 134-146.

19. Pavlyk V. Assessment of green investment impact on the energy efficiency gap of the national economy / V. Pavlyk // Financial Markets, Institutions and Risks. – 2020. – № 4(1). – P. 117-123. [http://doi.org/10.21272/fmir.4\(1\).117-123.2020](http://doi.org/10.21272/fmir.4(1).117-123.2020).

20. El Amri A. Carbon financial markets underlying climate change mitigation, pricing and challenges: technical analysis / A. El Amri, S. Oulfarsi, R. Boutti, A. Sahib Eddine, A. Hmioui // Financial Markets, Institutions and Risks. – 2021. – № 5(1). – P. 5-17. [https://doi.org/10.21272/fmir.5\(1\).5-17.2021](https://doi.org/10.21272/fmir.5(1).5-17.2021).

21. Taliento M. Corporate social/environmental responsibility and value creation: reflections on a modern business management paradigm / M. Taliento, A. Netti // Business Ethics and Leadership. – 2020. – № 4(4). – P. 123-131. [https://doi.org/10.21272/bel.4\(4\).123-131.2020](https://doi.org/10.21272/bel.4(4).123-131.2020).

22. Kolosok S. Open data in electrical energy balancing of ukraine: Green deal and security aspects / S. Kolosok, I. Myroshnychenko, L. Zakharkina : Proceedings of the CEUR Workshop Proceedings, 2020. – 2732. – P. 270-281.

23. Dzwigol H. Sustainable development of the company on the basis of expert assessment of the investment strategy / H. Dzwigol, M. Dzwigol-Barosz // Academy of Strategic Management Journal. – 2020. – № 19(5). – P. 1-7.

24. Dzwigol H. Evaluation of the energy security as a component of national security of the country / H. Dzwigol, M. Dzwigol-Barosz, Z. Zhyvko, R. Miskiewicz, H. Pushak // Journal of Security and Sustainability Issues. – 2019. – № 8(3). – P. 307-317. [http://doi.org/10.9770/jssi.2019.8.3\(2\)](http://doi.org/10.9770/jssi.2019.8.3(2)).

25. Y. Kharazishvili A. Social safety of society for developing countries to meet sustainable development standards: indicators, level, strategic benchmarks (with calculations based on the case study of Ukraine) / Y. Kharazishvili,

A. Kwilinski, O. Grishnova, H. Dzwigol // Sustainability. – 2020. – № 12(21). – 8953. <https://doi.org/10.3390/su12218953>.

26. Kolosok S. Public policy and international investment position in European integration of Ukraine / S. Kolosok, V. Dementov, S. Korol, O. Panchenko // Journal of Applied Economic Sciences. – 2018. – № 13(8). – P. 2375-2384.

27. Васильєва Т. А. Інтегральне оцінювання інноваційного потенціалу національної економіки України: науково-методичний підхід і практичні розрахунки / Т. А. Васильєва, В. А. Касьяненко // Актуальні проблеми економіки. – 2013. – № 144(6). – С. 50-59.

28. Chygryn O. Green competitiveness: The evolution of concept formation / O. Chygryn, A. Rosokhata, O. Rybina, N. Stoyanets : Proceedings of the E3S Web of Conferences, 2021. – 234.

29. Rosokhata A. Improving the classification of digital marketing tools for the industrial goods promotion in the globalization context / A. Rosokhata, O. Rybina, A. Derykolenko, V. Makerska // Research in World Economy. – 2020. – Vol. 11, No 4. – P. 42-52.

30. Bondarenko A. F. The economic and marketing attractiveness of countries: measurement and positioning in terms of economic security / A.F. Bondarenko, L.S. Zakharkina, L.Yu. Saher, L.O. Syhyda // International Journal of Sustainable Development and Planning. – 2020. – № 15(4). – P. 439-449. DOI: 10.18280/ijstdp.150404.

31. Vasylieva T. Setting up architecture for environmental tax system under certain socioeconomic conditions / T. Vasylieva, V. Machová, A. Vysochyna, J. Podgórska, Y. Samusevych // Journal of International Studies. – 2020. – № 13(4). – P. 273-285.

32. Hakimova Y. Eco-innovation VS. environmental taxation: what is more effective for state budget? / Y. Hakimova, Y. Samusevych, S. Alijanova,



E. Guluzade // Marketing and Management of Innovations. – 2021. – № 1. – P. 312-323. <http://doi.org/10.21272/mmi.2021.1-24>.

33. Vorontsova A. The influence of state regulation of education for achieving the sustainable development goals: case study of Central and Eastern European countries / A. Vorontsova, T. Vasylieva, Y. Bilan, G. Ostasz, T. Mayboroda // Administratie si Management Public. – 2020. – № 34. – P. 6-26. DOI: 10.24818/amp/2020.34-01.

34. Andrade H. S. A comparative analysis of strategic planning based on a systems engineering approach / H. S. Andrade, G. Loureiro // Business Ethics and Leadership. – 2020. – № 4(2). – P. 86-95. [https://doi.org/10.21272/bel.4\(2\).86-95.2020](https://doi.org/10.21272/bel.4(2).86-95.2020).

35. Vakulenko I. The first step in removing communication and organizational barriers to stakeholders' interaction in Smart Grids: A theoretical approach / I. Vakulenko, L. Saher, L. Syhyda, S. Kolosok, A. Yevdokymova : Proceedings of E3S Web of Conferences, 2021. – 234, 00020.

36. Didenko I. Migration, environment, and country safety: analysis of touchpoints / I. Didenko, K. Volik, T. Vasylieva, S. Lyeonov, N. Antoniuk : Proceedings of the E3S Web of Conferences, 2020. – 202.

37. Letunovska N. Dependence of public health on energy consumption: a cross-regional analysis / N. Letunovska, L. Saher, T. Vasylieva, S. Lieonov // E3S Web of Conferences 250, 04014. – 1st Conference on Traditional and Renewable Energy Sources: Perspectives and Paradigms for the 21st Century (TRESP 2021). – 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125004014>.

38. Kolosok S. Renewable energy innovation in Europe: energy efficiency analysis / S. Kolosok, I. Myroshnychenko, H. Mishenina, I. Yarova : Proceedings of the E3S Web of Conferences, Kenitra, Morocco, 25-27 December 2021.

39. Đonlagić A. The impact of FDI inflow on the environment: a case of the Baltic-Black sea region countries / A. Đonlagić, B. A. Moskalenko //

SocioEconomic Challenges. – 2020. – № 4(4). – P. 151-159. [https://doi.org/10.21272/sec.4\(4\).151-159.2020](https://doi.org/10.21272/sec.4(4).151-159.2020).

40. Boutti R. Multivariate analysis of a time series EU ETS: methods and applications in carbon finance / R. Boutti, El.Ad. Amri, F. Rodhain // Financial Markets, Institutions and Risks. – 2019. – № 3(1). – P. 18-29. [http://doi.org/10.21272/fmir.3\(1\).18-29.2019](http://doi.org/10.21272/fmir.3(1).18-29.2019).

41. A. Kasych M. Theoretical and methodical principles of managing enterprise sustainable development / A. Kasych, M., Vochozka // Marketing and Management of Innovations. – 2017. – № 2. – P. 298-305. DOI:10.21272/mmi.2017.2-28.

42. Bilan Y. From shadow economy to lower carbon intensity theory and evidence / Y. Bilan, P. Srovnalã-Kovãi, J. Streimikis, S. Lyeonov, I. Tiutiunyk, Y. Humenna // International Journal of Global Environmental Issues. – 2020. – № 19(1-3). – P. 196-216.

43. Green Paper of the Commission of the European Communities: European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_713#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_713#Text).

44. Закон України Про ратифікацію Паризької угоди [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1469-19#n2>.

45. European Statistical Office [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity\\_price\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics)

46. Hanley N. D. The impact of a stimulus to energy efficiency on the economy and the environment: a regional computable general equilibrium analysis / N. D. Hanley, P. G. McGregor, J. K. Swales, K. Turner // Renewable Energy. – 2006. – № 31(2). – P. 161-171.

47. Shevchenko T. Degvelopment of biodegradable municipal waste separate collection system in Ukraine to fulfill the requirements of the European

Union Directives / T. Shevchenko, I. Koblianska, L. Saher // *Journal of Environmental Management and Tourism*. – 2016. – № 7(3). – P. 361-369.

48. Pająk K. Energy security in regional policy in Wielkopolska region of Poland / K. Pająk, O. Kvilinskyi, O. Fasiiecka, , R. Miśkiewicz // *Economics and Environment*. – 2017. – № 2(61). – P. 122-138.

49. Komelina O. Methodology of estimation of energy reserves and energy efficiency of the housing fund of Ukraine / O. Komelina, S. Shcherbinina // *Marketing and Management of Innovations*. – 2018. – № 1. – P. 382-390. <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.1-30>.

50. Vasylieva T. Assessment of energy efficiency gaps: the case for Ukraine / T. Vasylieva, V. Pavlyk, Y. Bilan, G. Mentel, M. Rabe // *Energies*. – 2021. – № 14(5).

51. Samusevych Y. Environmental, energy and economic security: assessment and interaction / Y. Samusevych, A. Vysochyna, T. Vasylieva, S. Lyeonov, S. Pokhylko : *Proceedings of the E3S Web of Conferences*, 2021. – 234.

52. Ziabina Ye. Energy efficiency of national economy: social, economic and ecological indicators / Ye. Ziabina, T. Pimonenko, L. Starchenko // *SocioEconomic Challenges*. – 2020. – № 4(4). – P. 160-174. [https://doi.org/10.21272/sec.4\(4\).160-174.2020](https://doi.org/10.21272/sec.4(4).160-174.2020).

53. Financing the green transition: The European Green Deal Investment Plan and Just Transition Mechanism. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/en/newsroom/news/2020/01/14-01-2020-financing-the-green-transition-the-european-green-deal-investment-plan-and-just-transition-mechanism](https://ec.europa.eu/regional_policy/en/newsroom/news/2020/01/14-01-2020-financing-the-green-transition-the-european-green-deal-investment-plan-and-just-transition-mechanism).

54. Офіційний сайт World Energy Council [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.worldenergy.org>.

55. Zhang H. A quantitative assessment of energy strategy evolution in China and US / H. Zhang, D. Zhou, J.A. Cao // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2011. – №15(1). – P. 886-890.

56. Jensen L. K. A comprehensive framework for strategic energy planning based on Danish and international insights / L. K., Jensen. K. Sperling // *Energy Strategy Reviews*. – 2019. – № 24. – P. 83-93.

57. Siksnyte I. Implementation of EU energy policy priorities in the Baltic Sea Region countries: Sustainability assessment based on neutrosophic MULTIMOORA method / I. Siksnyte, E.K. Zavadskas, R. Bausys, , D. Stzeimikiene // *Energy Policy*. – 2019. – №125. – P. 90-102.

58. Akimova L. M. State regulation of foreign economic activity / L. M. Akimova, O. O. Akimov, O. O. Liakhovich // *Науковий вісник Полісся*. – 2017. – № 14(12). – P. 98-103.

59. Ibragimov Z. The national economy competitiveness: effect of macroeconomic stability, renewable energy on economic growth / Z. Ibragimov, T. Vasylieva, O. Lyulyov // *Economic and Social Development: Book of Proceedings*. – 2019. – P. 877-886.

60. Ziabina Y. The Green Deal Policy for renewable energy: a bibliometric analysis / Y. Ziabina, T. Pimonenko // *Virtual Economics*. – 2020. – № 3(4). – P. 147-168. [https://doi.org/10.34021/ve.2020.03.04\(8\)](https://doi.org/10.34021/ve.2020.03.04(8)).

61. Vasylieva T. Sustainable economic development and greenhouse gas emissions: The dynamic impact of renewable energy consumption, GDP, and corruption / T. Vasylieva, O. Lyulyov, Y. Bilan, D. Streimikiene // *Energies*. – 2019. – № 12(17). doi:10.3390/en12173289.

62. Kwilinski A. Digitalisation of the EU Economies and People at Risk of Poverty or Social Exclusion / A. Kwilinski, O. Vyshnevskyi, H. Dzwigol // *Journal of Risk and Financial Management*. – 2020. – № 13(7). – P. 142. <https://doi.org/10.3390/jrfm13070142>.

63. Rubanov P. The fintech sector as a driver of private entrepreneurship

development in time of Industry 4.0. The impact of Industry 4.0 on the level of shadow employment / P. Rubanov, S. Lyeonov, Y. Bilan, O. Lyulyov // International Scientific Conference on The Impact of Industry 4.0 on Job Creation Location: Trencianske Teplice, SLOVAKIA, 2019. – P. 319-327.

64. Пімоненко Т. В. Екологічні фондові індекси: зарубіжний досвід та уроки для України / Т. В. Пімоненко, Ю. О. Мирошніченко, О. М. Коробець, О. І. Литвиненко // Вісник СумДУ. Серія Економіка. – 2017. – № 3. – С. 61-67.

65. Bilan Y. Financial, business and trust cycles: the issues of synchronisation / Y. Bilan, M. Brychko, A. Buriak, T. Vasylieva // Zbornik Radova Ekonomski Fakultet u Rijeka. – 2019. – № 37(1). – P. 113-138. <https://doi.org/10.18045/zbefri.2019.1.113>.

66. Vasylieva T. Optimisation of the financial decentralisation level as an instrument for the country's innovative economic development regulation /, T. Vasylieva, Yu. Harust, N. Vynnychenko, A. Vysochyna // Marketing and Management of Innovations. – 2018. – № 4. – P. 381-390. <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.4-33>.

67. Sotnyk I. Management of renewable energy innovative development in Ukrainian households: problems of financial support / I. Sotnyk, I. Shvets, L. Momotiuk, Y. Chortok // Marketing and Management of Innovations. – 2018. – № 4. – P. 150-160. <https://doi.org/10.21272/mmi.2018.4-14>.

68. Kendiukhov I. Managing innovations in sustainable economic growth / I. Kendiukhov, M. Tvaronavičienė // Marketing and Management of Innovations. – 2017. – № (3). – P. 33-42. <https://doi.org/10.21272/mmi.2017.3-03>.

69. Lipkova L. Measuring commercialisation success of innovations in the EU / L. Lipkova, D. Braga // Marketing and Management of Innovations. – 2016. – № 4. – P. 15-30.

70. Kasztelnik K. Correlational study: internal auditing and management control environment innovation within public sector in the United States /

K. Kasztelnik, V.W. Gaines // *Financial Markets, Institutions and Risks*. – 2019. – № 3(4). – P. 5-15. [http://doi.org/10.21272/fmir.3\(4\).5-15.2019](http://doi.org/10.21272/fmir.3(4).5-15.2019).

71. Ibragimov Z. Green investing for SDGs: EU experience for developing countries / Z. Ibragimov, S. Lyeonov, T. Pimonenko // *Economic and Social Development: Book of Proceedings*, 2019. – P. 867-876.

72. Lyeonov S. Assessment of green investments' impact on sustainable development: linking Gross Domestic Product Per Capita, Greenhouse Gas Emissions and Renewable Energy / S. Lyeonov, T. Pimonenko, Y. Bilan, D. Štreimikienė, G. Mentel // *Energies*. – 2019. – № 12(20). – 3891.

73. Kwilinski A. Organisational and methodological support for Ukrainian coal enterprises marketing activity improvement / A. Kwilinski, Y. Zaloznova, N. Trushkina, N. Rynkevych // *E3S Web of Conferences*, 2020. 168, 00031. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016800031>.

74. Kwilinski A. Mechanism of modernisation of industrial sphere of industrial enterprise in accordance with requirements of the information economy / A. Kwilinski // *Marketing and Management of Innovations*. – 2018. – №4. – P. 116–128. <https://doi.org/10.21272/mmi.2018.4-11>.

75. Miskiewicz R. The impact of innovation and information technology on greenhouse gas emissions: a case of the Visegrad countries / R. Miskiewicz // *Risk and Financial Management*. – 2021. – № 14(2). – 59. <https://doi.org/10.3390/jrfm14020059>.

76. Pimonenko T. Net zero house: EU experience in Ukrainian conditions / T. Pimonenko, O. Prokopenko, J. Dado // *International Journal of Ecological Economics & Statistics*. – 2017. – № 38(4). – P. 46-57.

77. Akimov O. Determination of requirements for protection of radio-electronic means of security management of particularly important state energy facilities from the destructive impact of electromagnetic / O. Akimov, M. Karpa, C.V. Dubych, D. Zayats, N. Movmyga, N. Tverdokhliebova // *International*

Journal of Emerging Trends in Engineering Research. – 2020. – № 8(9). – P. 6214-6219. doi:10.30534/ijeter/2020/211892020.

78. Akhundova N. Sustainable growth and country green brand: visualisation and analysis of mapping knowledge / N. Akhundova, T. Pimonenko, Y. Us // Economic and Social Development: Book of Proceedings. 2020. – P. 234-243.

79. Пімоненко Т. В. Маркетинг і менеджмент зелених інвестицій : дис. ... д-ра екон. наук: 08.00.04 / Пімоненко Тетяна Володимирівна ; Сумський державний університет. – Суми, 2019. – 481 с.

80. Чигрин О. Ю. Теоретико-прикладні аспекти розвитку екологічного інвестування в Україні / О.Ю. Чигрин, В.С. Красняк // Маркетинг і менеджмент інновацій. – 2015. – № 3. – С. 226-234.

81. Dkhili H. Environmental performance and institutions quality: evidence from developed and developing countries / H. Dkhili // Marketing and Management of Innovations. – 2018. – № 3. – P. 333-344. <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.3-30>.

82. Cebula J. Biogas as an alternative energy source in Ukraine and Israel: Current issues and benefits / J. Cebula, O. Chygryn, S.V. Chayen, T. Pimonenko // International Journal of Environmental Technology and Management. – 2018. – № 21(5-6). – P. 421-438.

83. Bilan Y. Linking between renewable energy, CO2 emissions, and economic growth: challenges for candidates and potential candidates for the EU Membership / Y. Bilan, D. Streimikiene, T. Vasylieva, O. Lyulyov, T. Pimonenko, A. Pavlyk // Sustainability. – 2019. – №11(6). – 1528. <https://doi.org/10.3390/su11061528>.

84. Gerarden T. D. Assessing the energy-efficiency gap / T. D. Gerarden, R. G. Newell, R. N. Stavins // Journal of Economic Literature. – 2017. – № 55(4). – P. 1486-1525.

85. Stadelmann M. Mind the gap? Critically reviewing the energy efficiency gap with empirical evidence / M. Stadelmann // *Energy research & social science*. – 2017. – № 27. – P. 117-128.

86. Labanca P. B. Beyond energy efficiency and individual behaviours: policy insights from social practise theories / P. B. Labanca // *Energy Policy*. – 2018. – № 115. – P. 494–502.

87. Mardani A. A comprehensive review of data envelopment analysis (DEA) approach in energy efficiency / A. Mardani, E.K. Zavadskas, D. Streimikiene, A. Jusoh, M. Khoshnoudi // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2017. – № 70. – P. 1298-1322.

88. Vakulenko I. Approaches to the organisation of the energy-efficient activity at the regional level in the context of limited budget resources during the transformation of energy market paradigm / I. Vakulenko, I. Myroshnychenko // *Environmental and climate technologies*. – 2015. – № 15(1). – P. 59-76. <https://doi.org/10.1515/rtuect-2015-0006>.

89. Han L. Energy efficiency convergence across countries in the context of China's Belt and Road initiative / L. Han, B. Han, X. Shi, B. Su, X. Lv, X. Lei // *Applied Energy*. – 2018. – № 213. – P. 112-122.

90. Qi S. Z. Energy intensity convergence in Belt and Road Initiative (BRI) countries: What role does China-BRI trade play? / S. Z. Qi, H. R. Peng, Y. J. Zhang // *Journal of Cleaner Production*. – 2019. – № 239, 118022.

91. Bulut U. Revisiting energy intensity convergence: new evidence from OECD countries / U. Bulut, D. Durusu-Ciftci // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2018. – № 25(13). – P. 12391-12397.

92. Apergis N. Energy productivity convergence: new evidence from club converging / N. Apergis, C. Christou // *Applied Economics Letters*. – 2016. – № 23(2). – P. 142-145.



93. KOF Swiss Economic Institute [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://kof.ethz.ch/en/forecasts-and-indicators/indicators/kof-globalisation-index.html>.

94. Cole M. A. Does trade liberalisation increase national energy use? / M. A. Cole // *Economics Letters*. – 2006. – № 92(1). – P. 108-112.

95. Bilan Y. EU vector of Ukraine development: Linking between macroeconomic stability and social progress / Y. Bilan, T. Vasilyeva, O. Lyulyov, T. Pimonenko // *International Journal of Business and Society*. – 2019. – № 20(2). – P. 433-450

96. Kostiukevych R. The impact of European integration processes on the investment potential and institutional maturity of rural communities / R. Kostiukevych, H. Mishchuk, A. Zhidebekkyzy, J. Nakonieczny, O. Akimov // *Economics and Sociology*. – 2020. – № 13(3). – P. 46-63. doi:10.14254/2071-789X.2020/13-3/3.

97. Lyulyov O. The Impact of the Government Policy on the Energy Efficient Gap: The Evidence from Ukraine / O. Lyulyov, T. Pimonenko, A. Kwilinski, H. Dzwigol, M. Dzwigol-Barosz, V. Pavlyk, P. Barosz // *Energies*. – 2021. – № 14(2). – 373.

98. Shuquan He (2019). Competition among China and ASEAN-5 in the US market: a new extension to shift-share analysis / He Shuquan // *SocioEconomic Challenges*. – 2019. – № 3(4). – P. 129-137. [http://doi.org/10.21272/sec.3\(4\).129-137.2019](http://doi.org/10.21272/sec.3(4).129-137.2019).

99. Medani P. Bhandari. Sustainable development: is this paradigm the remedy of all challenges? Does its goals capture the essence of real development and sustainability? With reference to discourses, reativeness, Bboundaries and institutional architecture / Bhandari P. Medani // *SocioEconomic Challenges*. – 2019. – № 3(4). – P. 97-128. [http://doi.org/10.21272/sec.3\(4\).97-128.2019](http://doi.org/10.21272/sec.3(4).97-128.2019).

100. Evana E. Business ethics in providing financial statements: the testing of Fraud Pentagon Theory on the manufacturing sector in Indonesia /

E. Evana,, M. Metalia, E. Mirfazli, D.V. Georgieva, I. Sastrodiharjo // *Business Ethics and Leadership*. – 2019. – № 3(3). – P. 68-77. [http://doi.org/10.21272/bel.3\(3\).68-77.2019](http://doi.org/10.21272/bel.3(3).68-77.2019).

101. Bacik R. Marketing instrument of improving hotel management service: Evidence of Visegrad group countries / R. Bacik, L. Kmeco, F. Richard, M. Olearova, M. Rigelsky // *Marketing and Innovation Management*. – 2019. – № 1. – P. 208-220. doi:10.21272/mmi.2019.1-17.

102. Jafarzadeh E. The Impact of income inequality on the economic growth of Iran: an empirical analysis / E. Jafarzadeh, Sh. He // *Business Ethics and Leadership*. – 2019. – № 3(2). – P. 53-62. [http://doi.org/10.21272/bel.3\(2\).53-62.2019](http://doi.org/10.21272/bel.3(2).53-62.2019).

103. Hasan S. Coverage of environmental issues in local dailies of Chattogram Centering World Environment Day / S. Hasan, P. Dutta // *SocioEconomic Challenges*. – 2019. – № 3(4). – P. 63-71. [http://doi.org/10.21272/sec.3\(4\).63-71.2019](http://doi.org/10.21272/sec.3(4).63-71.2019).

104. Rahimipordanjani M. Impact of Mediterranean climatic factors in Algarve on loyalty over international tourist (Case study of Algarve, Portugal) / M. Rahimipordanjani, M.Y.H. Khan, E. Rebelo // *SocioEconomic Challenges*. 2019. – № 3(3). – P. 21-29. [http://doi.org/10.21272/sec.3\(3\).21-29.2019](http://doi.org/10.21272/sec.3(3).21-29.2019).

105. Marcel D. T. Impact of the foreign direct investment on economic growth on the Republic of Benin / D. T. Marcel // *Financial Markets, Institutions and Risks*. – 2019. – № 3(2). – P. 69-78. [http://doi.org/10.21272/fmir.3\(2\).69-78.2019](http://doi.org/10.21272/fmir.3(2).69-78.2019).

106. Vasylieva T. A. Sustainability information disclosure as an instrument of marketing communication with stakeholders: markets, social and economic aspects / T. A. Vasylieva, S. V. Lieonov, I. O. Makarenko, N. Sirkovska // *Marketing and Innovation Management*. 1 – 2017. – № 4. – P. 350-357. doi:10.21272/mmi.2017.4-31.

107. Bublyk M. Analysis impact of the structural competition preconditions for ensuring economic security of the machine building complex /, M. Bublyk, V. Koval, O. Redkva // Marketing and Innovation Management. – 2017. – № 4. – P. 229-240. doi:10.21272/mmi.2017.4-20.

108. Bachoo T. Exploring the organizational benefits and implementation challenges of preparing an integrated report in Mauritius / T. Bachoo, N.S.M. Ahmad // Financial Markets, Institutions and Risks. – 2018. – № 2(4). – P. 101-109. DOI: [http://doi.org/10.21272/fmir.2\(4\).101-109.2018](http://doi.org/10.21272/fmir.2(4).101-109.2018).

109. Shuquan He. The impact of trade on environmental quality: a business ethics perspective and evidence from China / He. Shuquan // Business Ethics and Leadership. – 2019. – № 3(4). – P. 43-48. [http://doi.org/10.21272/bel.3\(4\).43-48.2019](http://doi.org/10.21272/bel.3(4).43-48.2019).

110. Scopus database [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.scopus.com/>.

111. Enerdata. Global Energy Statistical Yearbook 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>.

112. Us Ya. Green brand for sustainable business: bibliometric analysis / Ya Us. S. Bilan, T. Pimonenko, R. Seliga, G. Ostasz : Proceedings of the 35th IBIMA Conference: 1-2 April 2020, Seville, Spain.

113. Zolkover A. The shadow economy: a bibliometric analysis / A. Zolkover, V. Terziev // Business Ethics and Leadership. – 2020. – № 4(3). – P. 107-118. [https://doi.org/10.21272/bel.4\(3\).107-118.2020](https://doi.org/10.21272/bel.4(3).107-118.2020).

114. Eddassi H. Fiscal regime and tax policy in resource-rich countries in the process of globalization: literature review / H. Eddassi // SocioEconomic Challenges. – 2020. – № 4(2). – P. 67-77. [https://doi.org/10.21272/sec.4\(2\).67-77.2020](https://doi.org/10.21272/sec.4(2).67-77.2020).

115. Vasylieva T. Sustainability information disclosure as an instrument of marketing communication with stakeholders: markets, social and economic

aspects / T. Vasylyeva, S. Lieonov, I. Makarenko, N. Sirkovska // *Marketing and Innovation Management*. – 2017. – № 4. – P. 350-357. doi:10.21272/mmi.2017.4-31.

116. Augbaka M. Economic development, foreign aid and poverty reduction: paradigm in Nigeria / M. AUgbaka, A. Awujola, T. Shcherbyna // *SocioEconomic Challenges*. – 2019. – № 3(4). – P. 5-12. [http://doi.org/10.21272/sec.3\(4\).5-12.2019](http://doi.org/10.21272/sec.3(4).5-12.2019).

117. Пімоненко Т. В. Сучасні еколого-економічні інструменти забезпечення сталого розвитку / Т. В. Пімоненко, Я. О. Ус, Д. В. Леус, С. М. Федина // *Вісник СумДУ. Серія Економіка*. – 2017. – № 2. – С. 61-71.

118. Vasilyeva T. Institutional development gap in the social sector: crosscountry analysis / T. Vasilyeva, S., Bilan, K, Bagmet, R. Seliga // *Economics and Sociology*. – 2020. – № 13(1). – P. 271-294. doi:10.14254/2071-789X.2020/13-1/17.

119. Miskiewicz R. The Importance of knowledge transfer on the energy market / R. Miskiewicz // *Polityka Energetyczna*. – 2018. – № 21(2). – P. 49-62. <http://dx.doi.org/10.24425%2F122774>.

120. Djalilov K. Comparative studies of risk, concentration and efficiency in transition economies / K. Djalilov, S. Lyeonov, A. Buriak, A. // *Risk Governance and Control: Financial Markets and Institutions*. – 2015. – 5(4CONT1). – P. 178-187. doi:10.22495/rgcv5i4c1art7.

121. A. Kasych. Theoretical and methodical principles of managing enterprise sustainable development / A. Kasych, M. Vochozka // *Marketing and Management of Innovations*. – 2017. – № 2. – P. 298-305. doi:10.21272/mmi.2017.2-28.

122. Chygryn O. Green competitiveness: The evolution of concept formation / O. Chygryn, A. Rosokhata, O. Rybina, N. Stoyanets // *Paper presented at the E3S Web of Conferences*, 234.

123. Chygryn O. Stakeholders of Green Competitiveness: Innovative Approaches for Creating Communicative System / O. Chygryn, Y. Bilan, A. Kwilinski // *Marketing and Management of Innovations*. – 2020. – № 3. – P. 358-370.

124. Pimonenko T. Ukrainian perspectives for developing green investment market: EU Experience / T. Pimonenko // *Economics and Region*. – 2018. – № 4(71). – P. 5-15. doi:10.26906/EiR.2018.4(71).1345.

125. Am D. T. Marcel impact of the foreign direct investment on economic growth on the Re-public of Benin / D. T. Am // *Financial Markets, Institutions and Risks*. – 2019. – № 3(2). – P. 69-78. [http://doi.org/10.21272/fmir.3\(2\).69-78.2019](http://doi.org/10.21272/fmir.3(2).69-78.2019).

126. Jafarzadeh E. The impact of income inequality on the economic growth of Iran: an empirical analysis / E. Jafarzadeh, He. Shuquan // *Business Ethics and Leadership*. – 2019. – № 3(2). – P. 53-62. [http://doi.org/10.21272/bel.3\(2\).53-62.2019](http://doi.org/10.21272/bel.3(2).53-62.2019).

127. Kaya H. D. Government support, entrepreneurial activity and firm growth / H. D. Kaya // *SocioEconomic Challenges*. – 2019. – № 3(3). – P. 5-12. [http://doi.org/10.21272/sec.3\(3\).5-12.2019](http://doi.org/10.21272/sec.3(3).5-12.2019).

128. Mahapatra S. Socio-economic analysis of effectiveness of implementation of an employment guarantee scheme at local level: a study of a village in India / S. Mahapatra, A. Pandey, B. Narayanan // *SocioEconomic Challenges*. – 2020. – № 4(2). – P. 23-30. [https://doi.org/10.21272/sec.4\(2\).23-30.2020](https://doi.org/10.21272/sec.4(2).23-30.2020).

129. Khan M. A. Natural resource rent and financial development nexuses in Bangladesh: the role of institutional quality / M. A. Khan, A. Kishwar. // *Financial Markets, Institutions and Risks*. – 2020. – № 4(2). – P. 108-114. [https://doi.org/10.21272/fmir.4\(2\).108-114.2020](https://doi.org/10.21272/fmir.4(2).108-114.2020).

130. Amri A. El. Sustainable finance at the time of institutions: performativity through the lens of responsible management in Morocco /

A. El Amri, R. Boutti, F. Rodhain // *Financial Markets, Institutions and Risks*. – 2020. – № 4(2). – P. 52-64. [https://doi.org/10.21272/fmir.4\(2\).52-64.2020](https://doi.org/10.21272/fmir.4(2).52-64.2020).

131. T. Kurbatova. Gain without pain: an international case for a tradable green certificates system to foster renewable energy development in Ukraine / T. Kurbatova, R. Sidortsov, I. Sotnyk, I., O. Telizhenko, T. Skibina, R. Hynek // *Problems and Perspectives in Management*. – 2019. – № 17(3). – P. 464.

132. Bozhkova V. Transformation of marketing communications tools in the context of globalisation / V. Bozhkova, O. Ptashchenko, L. Saher, L. Syhyda // *Marketing and Management of Innovations*. – 2018. – № 1. – P. 73-82.

133. Bonamigo A. Value co-creation and leadership: an analysis based on the business ecosystem concept / A. Bonamigo, D. Mendes // *Business Ethics and Leadership*. – 2019. – № 3(4). – P. 66-73. [http://doi.org/10.21272/bel.3\(4\).66-73.2019](http://doi.org/10.21272/bel.3(4).66-73.2019).

134. Летуновська Н.Є. Практичні аспекти бізнес-планування в системі реалізації інвестиційного проекту / Н.Є. Летуновська, О.Ю. Далечін, К.О. Беляєва // *Маркетинг і менеджмент інновацій*. – 2017. – № 3. – С. 226-235. doi: 10.21272/MMI.2017.3-21.

135. Chygryn O. Green entrepreneurship: EU experience and Ukraine perspectives / O. Chygryn. – Centre for Studies in European Integration Working Papers Series, 2017. – (6). – P. 6-13.

136. Bilan Y. Shadow economy and its impact on demand at the investment market of the country / Y. Bilan, T. Vasylieva, S. Lyeonov, I. Tiutiunyk // *Entrepreneurial Business and Economics Review*. – 2019. – № 7(2). – P. 27-43. doi:10.15678/EBER.2019.070202.

137. Kordos M. British-Slovak foreign trade relations: consequences of Brexit / M. Kordos // *Marketing and Management of Innovations*. – 2019. – № 3. – P. 341-353. doi: 10.21272/mmi.2019.3-26.

138. The Economist Intelligence Unit [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.eiu.com/n/campaigns/democracy-index-2020/>.

139. Eurostat database [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg\\_ind\\_eff/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_eff/default/table?lang=en)

140. KOF Globalisation Index. KOF Swiss Economic Institute [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://kof.ethz.ch/en/forecasts-and-indicators/indicators/kof-globalisation-index.html>.

141. World Data Bank [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://data.worldbank.org/>.

142. Adams S. Reducing carbon emissions: The role of renewable energy and democracy / S. Adams, A. Acheampong // *Journal of Cleaner Production*. – 2019. – 118245. doi:10.1016/j.jclepro.2019.118245.

143. Tzankova Z. Public policy spillovers from private energy governance: New opportunities for the political acceleration of renewable energy transitions / Z. Tzankova // *Energy Research and Social Science*. – 2020. – № 67. doi:10.1016/j.erss.2020.101504.

144. Schaffer L. Explaining government choices for promoting renewable energy / L. Schaffer, T. Bernauer // *Energy Policy*. – 2014. – № 68. – P. 15-27. doi:10.1016/j.enpol.2013.12.064.

145. Stadelmann M. Climate policy innovation in the south – domestic and international determinants of renewable energy policies in developing and emerging countries / M. Stadelmann, P. Castro // *Global Environmental Change*. – 2014. – № 29. – P. 413-423. doi:10.1016/j.gloenvcha.2014.04.011.

146. Bildirici M. E. Economic growth and biomass energy / M. E. Bildirici // *Biomass Bioenergy*. – 2013. – № 50. – P. 19-24. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.09.055>.

147. Dogan E. CO2 emissions, real output, energy consumption, trade, urbanisation and financial development: Testing the EKC hypothesis for the

USA / E. Dogan, B. Turkekul // *Environmental Science and Pollution Research* – 2016. – № 23. – P. 1203–1213. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5323-8>.

148. Tugcu C. T. Disaggregate energy consumption and total factor productivity: a cointegration and causality analysis for the Turkish economy / C.T. Tugcu // *International Journal of Energy Economics and Policy*. – 2013. – № 3. – P. 307.

149. Tugcu C. T. Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship revisited: Evidence from G7 countries / C. T. Tugcu, I. Ozturk, A. Aslan // *Energy Economics*. – 2012. – № 34. – P. 1942-1950. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.021>.

150. Saidi K. The impact of renewable energy on carbon emissions and economic growth in 15 major renewable energy-consuming countries / K. Saidi, A. Omri // *Environmental research*. – 2020. – № 186. – 109567.

151. Vo D. H. The role of renewable energy, alternative and nuclear energy in mitigating carbon emissions in the CPTPP countries / D. H. Vo, A. T. Vo, C. M. Ho, H. M. Nguyen // *Renewable Energy*. – 2020. – № 161. – P. 278-292.

152. Baek J. The environmental consequences of globalisation: a country-specific time-series analysis / J. Baek, Y. Cho, W. W. Koo // *Ecological Economics*. – 2009. – № 68(8-9). – P. 2255-2264.

153. Gozgor G. The impact of economic globalisation on renewable energy in the OECD countries / G. Gozgor, M. K. Mahalik, E. Demir, H. Padhan // *Energy Policy*. – 2020. – № 139. – 111365.

154. Masharsky A. Anti-crisis financial management on energy enterprises as a precondition of innovative conversion of the energy industry: case of Ukraine / A. Masharsky, G. Azarenkova, K. Oryekhova, S. Yavorsky // *Marketing and Management of Innovations*. – 2018. – № (3). – P. 345–354. DOI: <https://doi.org/10.21272/mmi.2018.3-31>.



155. Norman M. R. Destruction of the fermi surface in underdoped high-T(c) superconductors / M. R. Norman, H. Ding, M. Randeria, J. C. Campuzano, T. Yokoya, T. Takeuchi and other // *Nature*. – 1998. – № 392(6672). – P. 157-160. DOI: <https://doi.org/10.1038/32366>.

156. Wang F. Mediating effects of stakeholders and supervision on corporate social responsibility / F. Wang, J. Lo, M. Lam // *Business Ethics and Leadership*. – 2020. – № 4(1). – P. 43-56. DOI: [https://doi.org/10.21272/bel.4\(1\).43-56.2020](https://doi.org/10.21272/bel.4(1).43-56.2020).

157. Wieland I. The distinctive aspects of financial markets / I. Wieland, L Kovács., T. Savchenko // *Financial Markets, Institutions and Risks*. – 2020. – № 4 (1). – P. 51-59. DOI: [https://doi.org/10.21272/fmir.4\(1\).51-59.2020](https://doi.org/10.21272/fmir.4(1).51-59.2020).

158. Kiss L. B. The examination of the appearance of CSR in on-line scientific databases / L. B. Kiss // *Business Ethics and Leadership*. – 2018. – № 2(2). – P. 56-65. DOI: [https://doi.org/10.21272/bel.2\(2\).56-65.2018](https://doi.org/10.21272/bel.2(2).56-65.2018).

159. Cebula J. Comparison financing conditions of the development biogas sector in Poland and Ukraine / J. Cebula, T. Pimonenko // *International Journal of Ecology and Development*. – 2015. – № 30(2). – P. 20-30.

160. Palienko M. Fiscal decentralisation as a factor of macroeconomic stability of the country / M. Palienko, O. Lyulyov, P. Denysenko // *Financial markets, institutions and risks*. – 2017 – № 1(4). – P. 74-86.

161. Tsakalidis A. Digital transformation supporting transport decarbonisation: technological developments in EU-funded research and innovation / A. Tsakalidis, K. Gkoumas, F. Pekár // *Sustainability (Switzerland)*. – 2020. – № 12(9). doi:10.3390/su12093762.

162. Kardung M. Development of the circular bioeconomy: drivers and indicators / M. Kardung, K. Cingiz, O. Costenoble, R. Delahaye, W. Heijman, , M. Lovrić and other // *Sustainability (Switzerland)*. – 2021. – № 13(1). – P. 1-24. doi:10.3390/su13010413.

163. Knickel K. Transitioning towards a sustainable wellbeing economy – implications for rural-urban relations / K. Knickel, A.F. Almeida Galli, K. Hausegger-Nestelberger, B., Goodwin-Hawkins, M. Hrabar and other // *Land*. – 2021. – № 10(5). doi:10.3390/land10050512.

164. Ronzon T. Developments of economic growth and employment in bioeconomy sectors across the EU / T. Ronzon, S. Piotrowski, S. Tamosiunas, L. Dammer, M. Carus, R. M'barek // *Sustainability (Switzerland)*. – 2020. – № 12(11). doi:10.3390/su12114507.

165. Greenough R. Low carbon buildings: A solution to landlord-tenant problems? / R. Greenough, P. Tosoratti // *Journal of Property Investment and Finance*. – 2014. – № 32(4). – P. 415-423. doi:10.1108/JPIF-09-2013-0060.

166. Van Dijk J. The EU green deal's ambition for a toxic-free environment: filling the gap for science-based policymaking / J. Van Dijk, , A. Leopold, H. Flerlage, A. van Wezel, Seiler and other // *Integrated Environmental Assessment and Management*. – 2021. doi:10.1002/ieam.4429.

167. Us Y. Energy efficiency profiles in developing the free-carbon economy: on the example of Ukraine and the V4 countries / Y. Us, T. Pimonenko, O. Lyulyov // *Polityka Energetyczna*. – 2021. – № 23(4). – P. 49-66. doi:10.33223/epj/127397.

168. Kolosok S. Energy efficiency policy: impact of green innovations /, S. Kolosok, T. Pimonenko, A. Yevdokymova, O. H. Nazim, M. Palienko, L. Prasol // *Marketing and Management of Innovations*. – 2020. – № 4. – P. 50-60. <http://doi.org/10.21272/mmi.2020.4-04>.

169. Lyulyov O. The link between economic growth and tourism: COVID-19 impact / O. Lyulyov, Y. Us, T. Pimonenko, A. Kwilinski, T. Vasylieva, N. Dalevska, , J. Polchun, V. Boiko : *Proceedings of the 36th International Business Information Management Association (IBIMA)*, ISBN: 978-0-9998551- 5-7, 4-5 November 2020, Granada, Spain. – P. 8070-8086.

170. Чигрин О. Еколого-економічні аспекти впровадження сучасних інструментів екополітики в корпоративному секторі / О. Чигрин, Т. Пімоненко : Тези доповідей Університету державної фіскальної служби України, 2011 (1). – С. 602-614.

171. Пімоненко Т. Стратегії маркетингу «зелених» інвестицій: основні положення та особливості / Т. Пімоненко, О. Люльов, Я. Ус // Вісник Тернопільського національного економічного університету. – 2019. – № 1(91). – С. 177-185.

172. Чигрин О. Ю. Проблеми оцінки інвестиційної привабливості підприємства / О. Ю. Чигрин : Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інвестиційно-інноваційна стратегія розвитку підприємства». – Житомир: ЖДТУ, 2012. – С. 55-56.

173. Pimonenko T. Green development of small and medium enterprises of Ukraine: the EU experience / T. Pimonenko, O. Lyulyov, Ya. Us : Proceedings of the International Scientific Conference «Competitiveness and Innovation in the Knowledge Economy», 2, 28-29 September 2018. – Kishinev, Moldova, P. 69-78.

174. Pimonenko T. Feed-in tariff like an incentive instrument to enlarge renewable energy using by households / T. Pimonenko, O. Lyulyov, Ya. Us, Proceedings of XXII International Scientific Conference «Economics for Ecology», ISCS'2016, 2016. – P. 78-81.

175. Lyulyov O. Sustainable development of agricultural sector: democratic profile impact among developing countries / O. Lyulyov, T. Pimonenko, N. Stoyanets, N. Letunovska // Research in World Economy. – 2019. – № 10. – P. 97-105.

176. Зябіна Є. А. Теоретичні аспекти формування «зеленої» економіки в контексті сталого розвитку / Є. А. Зябіна // Механізм регулювання економіки. – 2016. – № 3. – С. 116-121.

177. State Agency for Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine National Action Plan for Renewable Energy for the period until 2020. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://saee.gov.ua/en/documents/401>.

178. Our word in Data (2021). CO2 emissions [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ourworldindata.org/co2-emissions>.

179. OECD.Stat. Green Growth Indicators [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GREEN\\_GROWTH](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GREEN_GROWTH).

180. Зябіна Є. А. Розвиток зеленої енергетики як шлях до енергетичної незалежності національної економіки: досвід країн ЄС / Є. А. Зябіна, О. В. Люльов, Т. В. Пімоненко // Науковий вісник Полісся. – 2019. – № 3 (19). – С. 39-48.

181. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art\\_id=245234085](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085).

182. Green Paper of the Commission of the European Communities: European Strategy for sustainable, competitive and secure energy [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_713#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_713#Text).

183. Lesakova, L. Small and medium enterprises and eco-innovations: empirical study of Slovak SME's / L. Lesakova // Marketing and Management of Innovations. – 2019. – № 3. – P. 89-97. <http://doi.org/10.21272/mmi.2019.3-07>.

184. Hakobyan N. The implementation of corporate social and environmental responsibility practices into competitive strategy of the company / N. Hakobyan, A. Khachatryan, N. Vardanyan, Y. Chortok, L. Starchenko // Marketing and Management of Innovations. – 2019. – № 2. – P. 42-51. <http://doi.org/10.21272/mmi.2019.2-04>.

185. Smolennikov D. The role of stakeholders in implementing corporate social and environmental responsibility / D. Smolennikov, N. Kostyuchenko // *Business Ethics and Leadership*. – 2017. – № 1(1). – P. 55-62. doi: 10.21272/bel.2017.1-07.

186. Mishenin Ye. Ensuring healthy environment: mechanisms of cluster structures development in the field of waste management / Ye. Mishenin, J. Klisinski, I. Yarova, A. Rak // *Health Economics and Management Review*. – 2020. – № 1(2). – P. 78-90. <https://doi.org/10.21272/hem.2020.2-09>.

187. Us Ya. Green transformations in the healthcare system: the COVID-19 impact / Ya. Us, T. Pimonenko, T. Tambovceva, J.-P. Segers // *Health Economics and Management Review*. – 2020. – № 1(1). – P. 48-59. <https://doi.org/10.21272/hem.2020.1-04>.

188. Ziabina Ye. Energy efficiency of national economy: social, economic and ecological indicators / Ye. Ziabina, T. Pimonenko, L. Starchenko // *SocioEconomic Challenges*. – 2020. – № 4(4). – P. 160-174. [https://doi.org/10.21272/sec.4\(4\).160-174.2020](https://doi.org/10.21272/sec.4(4).160-174.2020).

189. Karakasis V. P. The impact of «policy paradigms» on energy security issues in protracted conflict environments: the case of Cyprus / V. P. Karakasis // *SocioEconomic Challenges*. – 2017. – № 1(2). – P. 5-18. [http://doi.org/10.21272/sec.1\(2\).5-18.2017](http://doi.org/10.21272/sec.1(2).5-18.2017).

190. Kostel M. The sustainable development goals for Eastern partnership countries: impact of institutions / M. Kostel, D. Leus, A. Cebotarenco, A. Mokrushina // *SocioEconomic Challenges*. – 2017. – № 1(3). – P. 79-90. DOI: 10.21272/sec.1(3).79-90.2017.

191. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

192. Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 13 квітня 2017 р. № 2019-VIII. // *Відомості Верховної Ради України*. – 2017. – № 27-28. – С. 312.

193. Про ринок електричної енергії : Закон України від 23 листопада 2018 р. № 2628-VIII // Відомості Верховної Ради України. – 2018. – № 49. – С. 399.

194. The state of renewable energies in Europe edition 2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.eurobserv-er.org/19th-annual-overview-barometer/>.

195. Відновлювана енергетика [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://uk.wikipedia.org/wiki/Відновлювальна\\_енергетика](https://uk.wikipedia.org/wiki/Відновлювальна_енергетика).

196. Uddin M. N. Renewable energy in Bangladesh: Status and prospects / M. N. Uddin, M. A. Rahman, M. Mofijur, J. Taweekun, K. Techato, M. G. Rasul // 2nd International Conference on Energy and Power, ICEP2018, 13-15 December 2018, Sydney, Australia.

197. Kaldellis J. K. Prospects and challenges for clean energy in European Islands. The TILOS paradigm / J. K. Kaldellis, D. Zafirakis // Renewable Energy. – 2020. – № 145. – P. 2489-2502.

198. Soonmin Ho. Investigation of Solar Energy: The Case Study in Malaysia, Indonesia, Colombia and Nigeria / Ho Soonmin, A. Lomi, Ed.C. Okoroigwe, L.R. Urrego // International journal of renewable energy research. – 2019. – Vol. 9, No. 1.

199. Kabir Eh. Solar energy: Potential and future prospects / Eh. Kabir, P. Kumar, S. Kumar, A. A. Adelodun, Ki-H. Kim // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2018. – № 82. – P. 894-900.

200. Trainer T. A critique of Jacobson and Delucchi's proposals for a world renewable energy supply / T. Trainer // Energy Policy. – 2012. – № 44. – P. 476-480.

201. Nsilulu T. An overview of renewable energy resources and grid integration for commercial building applications / Nsilulu T. Mbungu, Raj M. Naidoo, Ramesh C. Bansal, Mukwanga W. Siti, Diambomba H. Tungadio // Journal of Energy Storage. – 2020. – № 29, 101385.

202. Abbasi S. A. The likely adverse environmental impacts of renewable energy sources / S. A. Abbasi, N. Abbasi // *Applied Energy*. – 2000. – № 65. – P. 121-144.

203. Mohtasham J. Review Article-Renewable Energies / J. Mohtasham // *Energy Procedia*. – 2015. – № 74. – P. 1289-1297.

204. Diesendorf M. The feasibility of 100% renewable electricity systems: A response to critics / M. Diesendorf, B. Elliston // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2018. – № 93. – P. 318-330.

205. The Sustainable Development Goals [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html>.

206. Директива Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС [Электронний ресурс]. – Режим доступу : [http://sae.gov.ua/documents/dyrektyva\\_2009\\_28.pdf](http://sae.gov.ua/documents/dyrektyva_2009_28.pdf).

207. Directive (EU) 2018/2001 of The European Parliament and of The Council [Электронний ресурс]. – Режим доступа : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A32018L2001>.

208. International Energy Outlook 2019 [Электронний ресурс]. – Режим доступа : <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/IEO2019.pdf>.

209. REN21, Renewables 2020 Global Status Report [Электронний ресурс]. – Режим доступа : [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr\\_2020\\_full\\_report\\_en.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf).

210. Renewable energy statistics 2019 [Электронний ресурс]. – Режим доступа : [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jul/IRENA\\_Renewable\\_energy\\_statistics\\_2019.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jul/IRENA_Renewable_energy_statistics_2019.pdf).

211. Global CO2 emissions in 2019 [Электронний ресурс]. – Режим доступа : <https://www.iea.org/articles/global-co2-emissions-in-2019>.

212. IRENA and CPI. Global Landscape of Renewable Energy Finance. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2020.

213. IRENA. Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2020.

214. Renewable power generation costs in 2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA\\_Power\\_Generation\\_Costs\\_2019.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf).

215. Розпорядження КМУ Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>.

216. НЕК Укренерго [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ua.energy/vstanovlena-potuzhnist-energosityemy-ukrayiny/#12-2019>.

217. Global irradiation and solar electricity potential [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_download/map\\_pdfs/G\\_opt\\_UA.png](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_pdfs/G_opt_UA.png).

218. Онлайн журнал [www.pv-tech.org](http://www.pv-tech.org) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.pv-tech.org/news/ukraines-largest-solar-project-completed-with-chinese-partners>.

219. Зябіна Є. А. Енергетична політика України: ефективність та напрями її підвищення / Є. А. Зябіна, Т. В. Пімоненко // Економічний простір. – 2020. – № 160. – С. 55-59. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/160-10>.

220. Косолап Н. Є. Маркетинг інновацій та екологічний брендинг: аналіз зв'язку / Н. Є. Косолап, С. М. Махнуша // Маркетинг і менеджмент інновацій. – 2011. – № 1. – С. 36-44.

221. Язвінська Н. В. Особливості ринкового позиціонування продукції для сонячної енергетики України / Н. В. Язвінська, А. А. Барановська // Маркетинг і менеджмент інновацій. – 2015. – № 2. – С. 221-233.



222. Minchenko M. Application of content marketing in the formation of marketing strategy of territorial communities / M. Minchenko, O. Ivanov // Innovation, Social and Economic Challenges : the International Scientific Online Conference (Sumy, December 1-3, 2020). P. 35-38.

223. Пімоненко Т. В. Маркетинг зелених інвестицій: механізм колаборації між основними стейкхолдерами / Т. В. Пімоненко, О. В. Люльов, О. Ю. Чигрин // Вісник ПДТУ. Серія Економічні науки. – 2018. – № 36. – С. 214-220. DOI:<https://doi.org/10.31498/2225-6725.36.2018.169255>.

224. Energy Strategy of Ukraine until 2035 White Book of Ukrainian Energy Policy «Security And Competitiveness» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/NT1202>.

225. Krukov Yu. An Arima model for forecasting a values of network traffic / Yu. Krukov, D. Chernyagin // Journal of Information Technologies and Computing Systems. – 2011. – № 2. – P. 41-49.

226. Ordinance of the Cabinet of Ministers № 605-p dated on August 18, 2017 On approval of the Energy Strategy of Ukraine until 2035 «Security, energy efficiency, competitiveness» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>.

227. The World Bank [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD?locations=UA>.

228. Our word in Data. Renewable energy [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ourworldindata.org/renewable-energy>.

## ДОДАТОК А

### Перелік публікацій за проєктом

«Стохастичне моделювання дорожньої карти гармонізації вітчизняних та європейських стандартів регулювання енергетичного ринку на шляху переходу до циркулярної та вуглецево-нейтральної економіки»  
(№ ДР 0120U104807, наукова керівниця – Пімоненко Т.В.)

### Публікації у наукових виданнях, які індексуються базами Scopus/Web of Science

1. Skibina T. Estimation of management effectiveness of electricity supply enterprises in emerging economies / T. Skibina, T. Kurbatova, I. Sotnyk, O. Telizhenko, M. Sotnyk, Y. Hurchenko // TEM Journal. – 2021. – № 10(1). – P. 238-248. doi:10.18421/TEM101-30.

2. Samusevych Y. Environmental taxes in ensuring national security: a structural optimization model / Y. Samusevych, J. Maroušek, O. Kuzmenko, J. Streimikis, A. Vysochyna // Journal of International Studies. – 2021. – № 14(2). – P. 292-312. doi:10.14254/2071-8330.2021/14-2/19.

3. Lyulyov O. Comprehensive assessment of Smart Grids: is there a universal approach? / O. Lyulyov, I. Vakulenko, T. Pimonenko, A. Kwilinski, H. Dzwigol, M. Dzwigol-Barosz // Energies. – 2021. – № 14(12)б 3497. <https://doi.org/10.3390/en14123497>.

4. Panchenko O. Objectivation of the ecological and economic losses from solid domestic waste at the heating enterprises / O. Panchenko, M. Domashenko, O. Lyulyov, N. Dalevska, T. Pimonenko, N. Letunovska // Management Systems in Production Engineering. – 2021. – № 29(3). – P. 235-241. <https://doi.org/10.2478/mspe-2021-0029>.

### Фахові наукові видання категорії Б

1. Пімоненко Т. Оцінювання причинно-наслідкових зв'язків між детермінантами енергоефективності країни в контексті імплементації

Європейської зеленої угоди / Т. Пімоненко, О. Люльов, Є. Зябіна, Т. Вавилина // Вісник Економіки. – 2021. – № 2. – С. 80-89. DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2021.02.080>.

2. Васильєва Т. А. Конвергенція енергетичних політик України та країн ЄС / Т. А. Васильєва, О. В. Люльов, Т. В. Пімоненко, Я. О. Ус // Науковий погляд: економіка та управління. – 2021. – № 2(72). – С. 51-59. <https://doi.org/10.32836/2521-666X/2021-72-8>.

3. Pimonenko T. Eco-economic decoupling under green deal policy / T. Pimonenko, O. Lyulyov, Ya. Us, Ya. Samusevych, T. Vasylyna // Вісник СумДУ. Серія Економіка. – 2021. – № 2. – С. 24-31.

4. Pimonenko T. Renewable energy generation in the energy balance: the forecast until 2035 / T. Pimonenko, O. Lyulyov, Ya. Us, A. Kwilinski, A. Nazarenko, Yu. Myroshnichenko // Механізм регулювання економіки. – 2021. – № 2. – С. 23-32. <https://doi.org/10.21272/mer.2021.92.03>.

5. Пімоненко Т. В. Розвиток сонячної енергетики в Україні у контексті переходу до вуглецево-нейтральної економіки / Т. В. Пімоненко, О. В. Люльов, Н. Є. Летуновська, О. І. Литвиненко, А. П. Назаренко // Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка. – 2021. – № 1. – С. 208-220.

6. Пімоненко Т. В. Прогнозування структури енергетичного балансу України: питома вага відновлюваних джерел енергії / Т. В. Пімоненко, О. В. Люльов, Є. А. Зябіна, І. О. Макаренко, Т. М. Васирина // Науковий погляд: економіка та управління. – 2021. – № 4(74). – С. 21-27. <https://doi.org/10.32836/2521-666X/2021-74-3>.

### **Тези доповідей у матеріалах наукових конференцій**

1. Lyulyov O. The heterogeneous effect of democracy, economic and political globalisation on renewable energy / O. Lyulyov, T. Pimonenko, A.

Kwilinski, & Y. Us // In E3S Web of Conferences (Vol. 250, 03006). – 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125003006> (**Scopus**).

2. Letunovska N. Dependence of public health on energy consumption: a cross-regional analysis / N. Letunovska, L. Saher, T. Vasylieva, S. Lieonov // E3S Web of Conferences 250, 04014. – 1st Conference on Traditional and Renewable Energy Sources: Perspectives and Paradigms for the 21st Century (TRESP 2021). – 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125004014> (**Scopus**).

3. Ziabina Y. Carbon-free economy: meta-analysis. / Y. Ziabina, T. Pimonenko, L. Prasol // Innovation, Social and Economic Challenges : Proceedings of the International Scientific Online Conference, Sumy, December 1-3, 2020 / edited by Dr. Oleksii Lyulyov, Dr. Tetyana Pimonenko – Sumy : Sumy State University. – P. 18-20.

4. Pimonenko T. Retrospective profile in developing national green brand / T. Pimonenko, O. Lyulyov, Ya. Us [Електронний ресурс] // VI International European conference on social sciences (June 4-6, 2021 Kyiv, Ukraine). – Режим доступу : <https://en.iksadeurope.org/lanscapes>.

5. Ziabina Y. Evolutionary development of energy efficiency in the context of national carbon-free economic development / Y. Ziabina, T. Pimonenko, O. Lyulyov, Ya. Us // In E3S Web of Conferences (прийнято до друку).

6. Chygryn O. Key indicators of green competitiveness: EU and Ukraine performance / O. Chygryn, T. Pimonenko, O. Lyulyov // In E3S Web of Conferences (прийнято до друку).

### **Авторські свідчення**

1. Пімоненко Т., Люльов О., Квілінський О. Механізм виявлення причинно-наслідкових зв'язків розривів розривів енергоефективності та рівня асинхронності державного урядування (подано).

2. Пімоненко Т., Люльов О., Мінченко М. Алгоритм визначення швидкості реагування національної політики на зміни у європейських стандартах регулювання зеленого енергетичного розвитку з урахуванням принципів  $\beta$ -конвергенції: мінімізація розривів енергоефективності (подано).