

УДК 330.3:303.092.5:620.92(477)

УКПШ

№ 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



ЗВІТ

за договором від 27 жовтня 2020 року № 63/02.2020 та

за договором від 05 травня 2021 року № 129/02/0231

**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»

(заключний)

Керівниця НДР

доцент кафедри маркетингу

д-рка екон. наук, доцент

Т.В. Пімоненко

14.12.2021

2021

Результати роботи розглянуто науковою радою Сумського державного університету, протокол від 14.12.2021 р. № 6

СПИСОК АВТОРІВ

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



14.12.2021

Т. В. Пімоненко
(вступ, розділи 1-6,
висновки)

Професорка кафедри фінансів
та підприємництва, директор
ННІ БІЕМ, д-рка екон. наук,
професор

14.12.2021

Т. А. Васильєва
(розділи 1,2 реферат)

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

14.12.2021

І. О. Макаренко
(розділи 3, 4)

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

14.12.2021

Т. О. Курбатова
(розділ 1, 6)

Доцент кафедри управління,
канд. екон. наук, доцент

14.12.2021

О. Ю. Мірошниченко
(розділ 3, 6)

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

14.12.2021

Н. Є. Летуновська
(розділ 4, 6)

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

14.12.2021

Я. В. Самусевич
(розділ 1, 6)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 280 с., 52 табл., 77 рис., 1 додаток, 345 джерел.

ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЗЕЛЕНА ЕНЕРГЕТИКА, НАЦІОНАЛЬНА ЕКОНОМІКА, СТОХАСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, СОЦІ-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ДЕТЕРМІНАНТИ.

Мета проєкту – розроблення дорожньої карти синхронізації енергетичної політики України із положеннями європейської зеленої угоди, науково-обґрунтованого та статистично підтвердженого комплексу заходів, механізмів, інструментів щодо покрокової реалізації проєкту «концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року». Емпіричним підґрунтям, якої стали результати поелементного та інтегрального оцінювання ефективності державної енергетичної політики, визначення рівня, швидкості та основних атракторів її асинхронності з європейськими практиками, оцінювання розривів енергоефективності та їх залежності від соціо-еколоого-економічних патернів розвитку економіки, оптимізація та прогнозування структури енергетичного балансу України (традиційні та відновлювані (за типами) джерела), форсайт-прогнозування рівня енергоефективності України в залежності від сценаріїв розвитку економіки.

Методи дослідження – декомпозиційний аналіз, регресійний аналіз, стохастичний аналіз, методологія ODYSSEE-MURE, σ - та β -конвергенції, OLS моделювання, тести Гренджера, Вальда, Хаусмана, VEC-моделювання, нейронні мережи, моделювання Бокса-Дженкінса, тести Дікі–Фуллера та Йохансена.

Отримані результати надають емпірично підтверджені аргументи для органів державного регулювання щодо формування стратегій посунання енергоефективності економіки, формування державної програми національної енергополітики, виявлення розривів енергоефективності економіки.

ABSTRACT

The report contains: 280 p., 52 Tables., 77 Figures., 1 annex, 345 reference.

ENERGY SECURITY, ENERGY EFFICIENCY, GREEN ENERGY, NATIONAL ECONOMY, STOCHASTIC MODELING, SOCIOLOGICAL-ECONOMIC.

The project provides the road map development for Ukrainian energy policy synchronisation with the European Green Deal Policy provisions, scientifically grounded and statistically proved action plan, mechanisms, stepwise realisation tools of the project “Green Energy Transition Concept of Ukraine 2050”. The empirical base was formed with the elementwise and integral evaluation of the state energy policy efficiency, the detection of level, speed and main attractors of its asynchrony with European practices, energy-efficient gaps measure and its dependence on social, ecological and economic patterns of economic development, optimization and forecasting on fifteen-years perspective of Ukraine energy balance structure (traditional and renewable (by type) sources), foresight forecasting Ukraine energy-efficient level depending on the economic development scenarios.

Research methods – decomposition analysis, regression analysis, stochastic analysis, ODYSSEE-MURE methodology, σ - and β -convergence, OLS modeling, Granger, Wald, Hausman tests, VEC modeling, neural networks, Box-Jenkins modeling, Dickie-Fuller tests and Johansen.

The obtained results provide empirically confirmed arguments for state regulators on the formation of strategies for promoting energy efficiency of the economy, the formation of the state program of national energy policy, identifying gaps in energy efficiency of the economy.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ПОЕЛЕМЕНТНЕ ТА ІНТЕГРАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ.....	10
1.1. Оцінювання ефективності енергетичної політики України.....	10
1.2. Формалізація взаємозв'язків рівня енергоефективності економіки України від більше ніж 30 індикаторів соціального, екологічного та економічного розвитку України	42
1.3. Розроблення економіко-математичної моделі з метою поелементного та інтегрального оцінювання ефективності енергетичної політики України	59
РОЗДІЛ 2 РЕТРОСПЕКТИВНИЙ ПОРТРЕТ РОЗРИВІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ» ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ ЗАЛЕЖНО ВІД СОЦІО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ПАТЕРНІВ ЇЇ РОЗВИТКУ	71
2.1. Розроблення моделі для оцінювання розривів енергоефективності національної економіки та побудова їх «ретроспективних портретів залежно від соціо-еколого-економічних патернів розвитку України .	71
2.2. Визначення статистичної значущості впливу соціо-еколого-економічних факторів на величину розривів енергоефективності національної економіки	78
РОЗДІЛ 3 АСИНХРОННІСТЬ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ З ЄВРОПЕЙСЬКИМИ ПРАКТИКАМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ КОМПОНЕНТИ КЛІМАТИЧНОЇ СТРАТЕГІЇ «GREEN DEAL POLICY».....	92
3.1. Оцінювання рівня асинхронності та швидкості реагування енергетичної політики на зміни у європейських стандартах регулювання зеленого	

енергетичного розвитку з урахуванням принципів концепції σ - та β -конвергенції	92
3.2 Виявлення та оцінювання причинно-наслідкових зв'язків розривів енергоефективності та рівня асинхронності стратегічних політик, з використанням методів Грейнджера, Вальда, Хаусмана.	103
РОЗДІЛ 4 ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ УКРАЇНИ ТА СТРУКТУРИ ЕНЕРГОВИРОБНИЦТВА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	
4.1. Визначення ключових факторів і моделювання оптимального співвідношення обсягів виробництва енергії з традиційних та відновлювальних джерел в енергетичному балансі України	121
4.2 Прогнозування оптимального співвідношення обсягів виробництва енергії з традиційних та відновлювальних джерел в енергетичному балансі України	137
РОЗДІЛ 5 СЦЕНАРІЇ ДОСЯГНЕННЯ УКРАЇНОЮ ЦІЛЕЙ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ЗЕЛЕНОЇ УГОДИ.....	
5.1. Виявлення трендів зміни рівня енергоефективності економіки України за умови наявності значної волатильності ключових соціо-еколого-економічних показників розвитку економіки України.....	156
5.2. Виявлення патернів (комбінації таких показників), які кумулятивно накопичуючись протягом тривалого періоду часу, сформували «слабкі місця», «критичні точки» та атрактори, що гальмуватимуть в прогностичному періоді динаміку досягнення цілей Європейської зеленої угоди	162
РОЗДІЛ 6 ДОРОЖНЯ КАРТА КОНВЕРГЕНЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ З ПОЛОЖЕННЯМИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ЗЕЛЕНОЇ УГОДИ.....	
	178

6.1. Формування інтегрованого плану з розвитку енергетики та боротьби зі зміною клімату до 2030 року.....	178
6.2. Таргети конвергенції національної енергетичної політики з положеннями Європейської зеленої угоди: Європейський досвід.....	210
6.3. Розроблення комплексу заходів, механізмів, інструментів тощо покрокової конвергенції енергополітики України з Європейською зеленою угодою	220
ВИСНОВОК.....	230
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	232
ДОДАТОК А.....	273

ВСТУП

Європейською комісією у грудні 2019 р. представлено нову європейську кліматичну стратегію «European Green Deal», відповідно до якої країни ЄС взяли зобов'язання до 2050 року зменшити обсяги викидів шкідливих речовин у навколишнє природне середовище до нульового рівня з одночасним значним зростанням питомої ваги відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі. Проголошений Україною євроінтеграційний вектор передбачає серед іншого і синхронізацію національної енергетичної політики у відповідності до стратегічних орієнтирів ЄС щодо переходу до циркулярної та вуглецево-нейтральної економіки. Стрімке зростання попиту на енергоресурси (відповідно до офіційного звіту Всесвітньої Енергетичної Ради, глобальне споживання енергії в 2030 р. зросте на 55% порівняно з 2000 р.) загострює потребу у зміні структури енергетичного балансу країн. Тому Україні, як і іншим євроінтеграційно налаштованим країнам, вкрай потрібна виважена та структурована дорожня карта синхронізації національної енергетичної політики із загальноєвропейською, яка б передбачала науково-обґрунтований покроковий алгоритм поступової зміни співвідношення обсягів виробництва енергії з відновлюваних та традиційних джерел.

Метою проєкту є розроблення дорожньої карти гармонізації української енергетичної політики з європейською кліматичною стратегією на основі результатів поелементного та інтегрального оцінювання ефективності державної енергетичної політики, визначення рівня, швидкості та основних атракторів її асинхронності з європейськими практиками, оцінювання розривів енергоефективності та їх залежності від соціо-еколого-економічних патернів розвитку економіки, оптимізація та прогнозування структури енергетичного балансу України (традиційні та

відновлювані (за типами) джерела), форсайт-прогнозування рівня енергоефективності України в залежності від сценаріїв розвитку економіки.

Основними завданнями проєкту є розроблення методології та економіко-математичного інструментарію: 1) поелементного та інтегрального оцінювання ефективності енергетичної політики України; 2) оцінювання рівня, швидкості та основних атракторів асинхронності енергетичної політики України з європейськими практиками переходу до циркулярної та вуглецево-нейтральної економіки; 3) побудови «ретроспективних портретів розривів енергоефективності» економіки України залежно від соціо-еколого-економічних патернів її розвитку; 4) оптимізація та прогнозування до 2035 р. структури енергетичного балансу України та структури енерговиробництва за типами відновлювальних джерел енергії; 5) форсайт-прогнозування сценаріїв досягнення Україною цілей Європейської зеленої угоди в залежності від волатильності ключових показників розвитку економіки; 6) розроблення дорожньої карти конвергенції національної енергетичної політики з європейською кліматичною стратегією.

У додатку А наведено публікації за результатами реалізації проєкту.

РОЗДІЛ 1 ПОЕЛЕМЕНТНЕ ТА ІНТЕГРАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ

1.1. Оцінювання ефективності енергетичної політики України

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 [54, 111-112] 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 [12, 11, 232, 230], 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.

Доцільно звернути увагу на дослідження тенденцій зміни рівня енергоефективності на загальноекономічному рівні в співвідношенні до ВВП країни. Авторами [228] 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 та соціально-екологічної відповідальності [13], а саме розвиток екологічно-соціального підприємництва як способу сталого розвитку національної економіки.

Нових обертів набувають наукові дослідження ринків зелених облігацій, інвестицій [232-240], декарбонізованих фінансових ринків та енергоефективних (вуглецево-нейтральних) інновацій. 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 [232], реформуванні й розбудові нового зеленого (екологічного) оподаткування, що матиме на меті послаблення податкового навантаження на еко-орієнтовані напрями діяльності [32].

Науковцями детально досліджуються розвиток розумних енергомереж [230, 300, 301], екологічного менеджменту та зеленого маркетингу (брендингу) [296, 297] як ключового інструментарію підвищення енергетичної ефективності національної економіки при вуглецево-нейтральній моделі розвитку країни.

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].

Враховуючи виконання ключових векторів, відповідно до Плану дій з енергоефективності на 2007–2020 рр. (План 20-20-20) [6, 8-10, 20], 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 [9], поставила за мету зменшити викиди CO₂ на 40 % до 2030 р. щодо показників 1990 р.

На рисунку 1.1 відображено динаміку обсягів викиду CO₂ на душу населення.

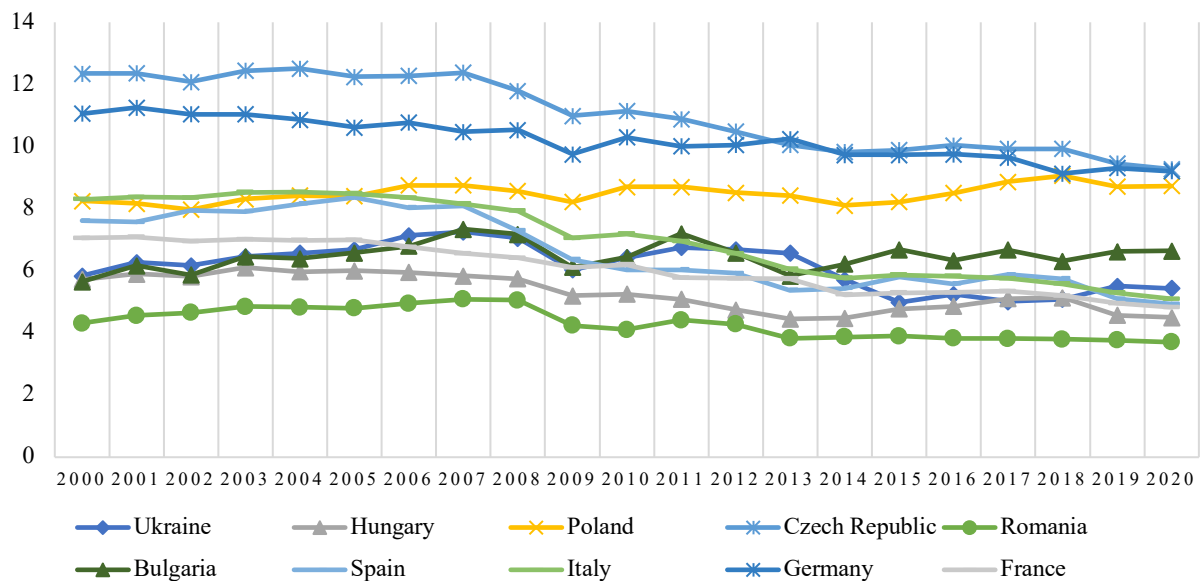


Рисунок 1.1 – Динаміка обсягу викидів CO₂ на душу населення в Україні та країнах-членах Європейського Союзу на 2000-2020 рр., т/душу населення (побудовано на основі даних [118])

Відповідно до даних рисунка 1.1 можна зробити висновок про незначні коливання в процесі зниження рівня обсягу CO₂ для низки досліджуваних країн. Зокрема, в Україні у 2020 році рівень CO₂ 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 CO₂ 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 [54]. Результати ранжування країн світу за рівнем енергоефективності в розрізі секторів економіки подано на Рисунку 1.2.

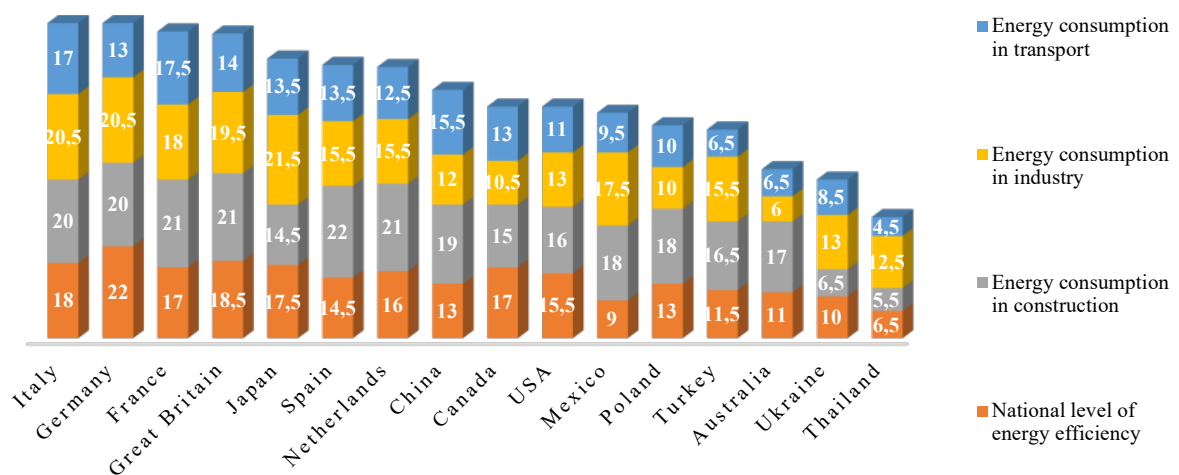


Рисунок 1.2 – Рейтинг країн світу за рівнем енергоефективності в розрізі секторів економіки за 2017–2018 рр. (побудовано на основі даних [118])

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:

1) червоний кластер – «Державне регулювання енергетичного сектору», що об'єднує 309 термінів, пов'язаних із дослідженням державного регулювання енергетичного сектору національної економіки.

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.

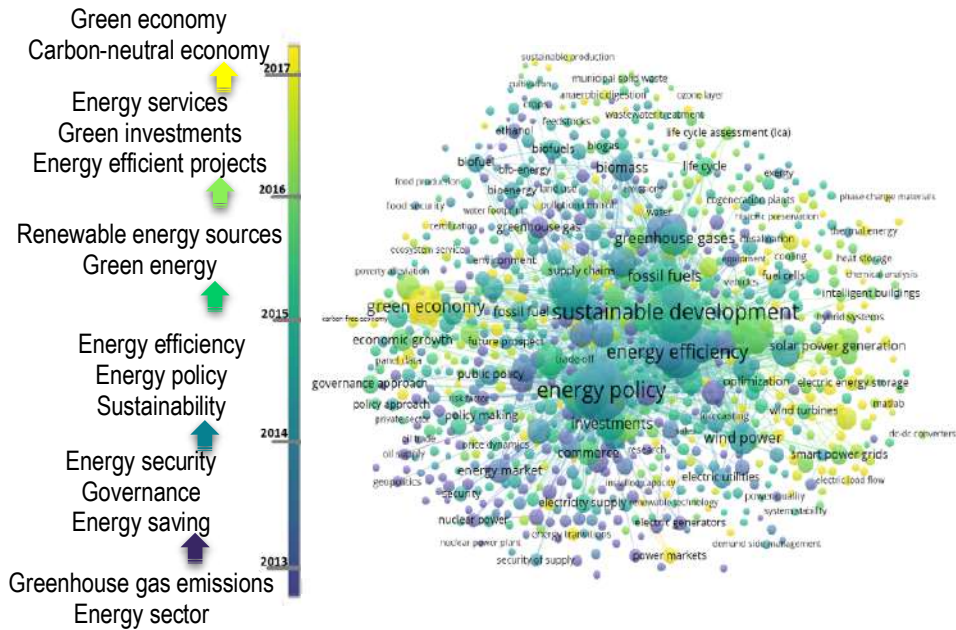


Рисунок 1.4 – Візуалізація еволюції теорії забезпечення енергоефективності національної економіки у взаємозв'язку з концепціями сталого та вуглецево-нейтрального розвитку національної економіки

Джерело: побудовано авторами.

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.

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 фокусувалися на інструментах поширення зеленої енергетики та оцінювання ефективності впровадження відновлювальних джерел енергії для підвищення енергоефективності національної економіки;

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

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.

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.

У наукових працях [90, 194] важливими є дослідження щодо пошуку та впровадження механізмів поширення відновлювальних джерел енергії, удосконалення енергетичної структури національної економіки, відновлювання стану навколишнього природного середовища за рахунок популяризація зеленої енергетики серед домогосподарств та промисловості. Автори у роботах [90, 194] підтверджують гіпотезу, що розвиток енергетичної політики залежить від комплексного підходу до усіх сфер економіки, враховуючи специфічні особливості кожної галузі та ефективності функціонування комунікацій в системі управління підприємством.

На основі емпіричних розрахунків авторами [232, 234] визначено, що розвиток альтернативних джерел енергії залежить від ефективності енергетичної політики країни, що супроводжується активним залученням маркетингових інструментів (зелений брендинг, стратегії зелених інвестицій, тощо) для розвитку декарбонізації країни. При цьому вченими визначено, що ефективність функціонування енергетичного сектору впливає на рівень макроекономічної стабільності країни [186, 238].

Енергетичний сектор є стратегічною ланкою у забезпеченні конкурентоспроможності національної економіки, її екологічної та економічної безпеки. При цьому забезпечення рівного доступу до джерел

енергії та зниження рівня енергетичної бідності є одними з пріоритетних Цілей Сталого Розвитку 2030. Так енергетична політика країн-світових лідерів направлена на підвищення рівня: енергетичної безпеки країни, енергетичного капіталу (доступність енергії) та екологічної стійкості. Відповідно до вище зазначених показників в табл.1.1 представлений рейтинг топ-10 країн за рівнем ефективності енергетичної політики, що визначаються за допомогою Індексу енергетичної трилеми.

Таблиця 1.1 – Рейтинг стійкості національної енергетичної політики за 2020 рік

Рейтинг	Країна	Балансова оцінка	Індекс енергетичної трилеми	Енергетична безпека	Енергетичний доступ	Екологічна стійкість
1	Швейцарія	AAA	84,3	24	9	1
2	Швеція	ABA	84,2	6	28	2
3	Данія	AAA	84	4	15	10
4	Австрія	AAA	82,1	12	14	12
4	Фінляндія	ABA	82,1	2	31	22
5	Франція	AAA	81,7	18	21	5
5	Велика Британія	AAA	81,7	17	14	11
6	Канада	AAВ	81,5	1	19	36
7	Німеччина	AAA	80,9	11	22	25
8	Норвегія	BAА	80,5	47	21	3
9	Сполучені Штати	AAВ	79,8	9	13	43
10	Нова Зеландія	AAA	79,5	29	24	18
50	Україна	АСВ	68,9	12	74	49

Джерело: сформовано автором на основі [186].

Індекс енергетичної трилеми розроблено закордонним експертом Олівером Вайманомом та відображає здатність країни забезпечувати ефективний розвиток енергетичного сектору за трьома основними показниками (рівень енергетичної безпеки, рівень доступу до енергетичних ресурсів, рівень екологічної стійкості). При цьому застосовується шкала

оцінювання від 1 до 100, де 100 – найвище значення індексу, 1 – найнижче значення індексу.

Результати рейтингування за складовою енергетичної безпеки відображає спроможність країни швидко та без суттєвих втрат реагувати на форс-мажорні обставини, пов'язані із можливими перебоями в постачанні енергії, максимально задовольняти поточні та планувати майбутні енергопотреби. При цьому застосовується наступна шкала:

- $1 \leq A < 30$ – високий рівень;
- $30 \leq B < 61$ – вище середнього рівень;
- $61 \leq C < 82$ – середній рівень;
- $82 \leq D$ – низький рівень [18].

Рівень доступу до енергетичних ресурсів оцінює здатність національної економіки забезпечувати безперебійний та рівний доступ до енергетичних ресурсів всім зацікавленим особам в достатній кількості за конкурентними цінами. У даному випадку шкала оцінювання є наступною:

- $1 \leq A < 28$ – високий рівень;
- $28 \leq B < 71$ – вище середнього рівень;
- $71 \leq C < 89$ – середній рівень;
- $89 \leq D$ – низький рівень [18].

Показник рівень екологічної стійкості дає змогу оцінити силу та наслідки негативного впливу функціонування національної економіки на стан навколишнього природного середовища за шкалою:

- $1 \leq A < 27$ – високий рівень;
- $27 \leq B < 58$ – вище середнього рівень;
- $58 \leq C < 82$ – середній рівень;
- $82 \leq D$ – низький рівень [186].

Таким чином, згідно даних таблиці 1, можемо зробити висновок, що в топ-10 країн за рейтингом стійкості національної енергетичної політики

потрапили країни у яких питома вага відновлювальних джерел енергії в структурі енергетичного балансу країни є найвищою. Крім цього уряди даних країн стимулюють на загальнодержавному рівні розвиток інноваційних зелених технологій з метою забезпечення переходу до вуглецево-нейтральної економіки. Узагальнення результатів аналізу ефективності вітчизняної енергетичної політики (за Індексом енергетичної трилеми) Україна покращила свої позиції у 2020 р. – 50 місце зі 108 представлених на 15 міс. Тоді як у 2014-2015 рр. – 65 місце, а у 2019 р. – 61 місце.

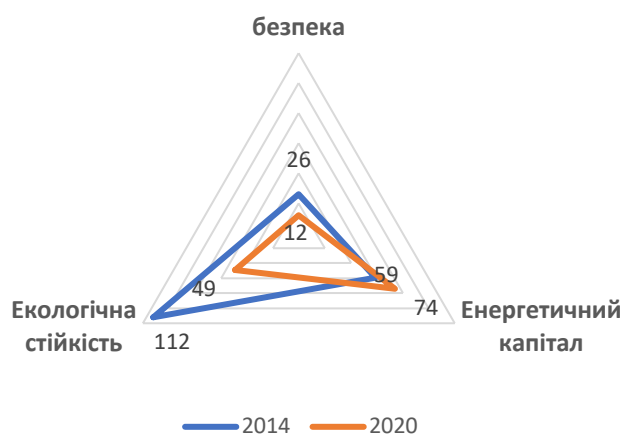


Рисунок 1.5 – Ефективність енергетичної політики України за Індексом енергетичної трилеми у 2014 р. та 2020 р.

Джерело: розроблено автором на основі [186].

Отримані дані (рис. 1.5) свідчать, що Україна суттєво покращила свої позиції за рівнем екологічної стійкості майже в 3 рази в порівнянні з 2014-2015 рр., це спричинено частковою модернізацією наявних очисних споруд, зростанням обсягу зелених інвестицій у розвиток інноваційних чистих технологій, переорієнтації комерційних та некомерційних сфер на впровадження зелених енергетичних технологій тощо.

Слід відмітити, що результати ретроспективного аналізу ефективності енергетичної політики за рівнем доступу до енергетичних ресурсів свідчать, що в порівнянні з минули роками Україна втрачає свої позиції за даним параметром. У першу чергу, це є наслідком відсутності єдиної узгодженої державної політики щодо розбудови зеленої енергетичної інфраструктури по всіх населених пунктах країни. Слід зазначити, що рівень енергетичної безпеки покращився, що обумовлене не впровадженням та поширенням зелених енергоефективних технологій, а зниженням темпів розвитку промислового сектору та наявними воєнно-політичними конфліктами в країні. Крім цього, на рівень енергетичної безпеки значно впливає імпортозалежність національної економіки на енергоресурси від інших країн світу в енергозабезпеченні (рис. 1.6).

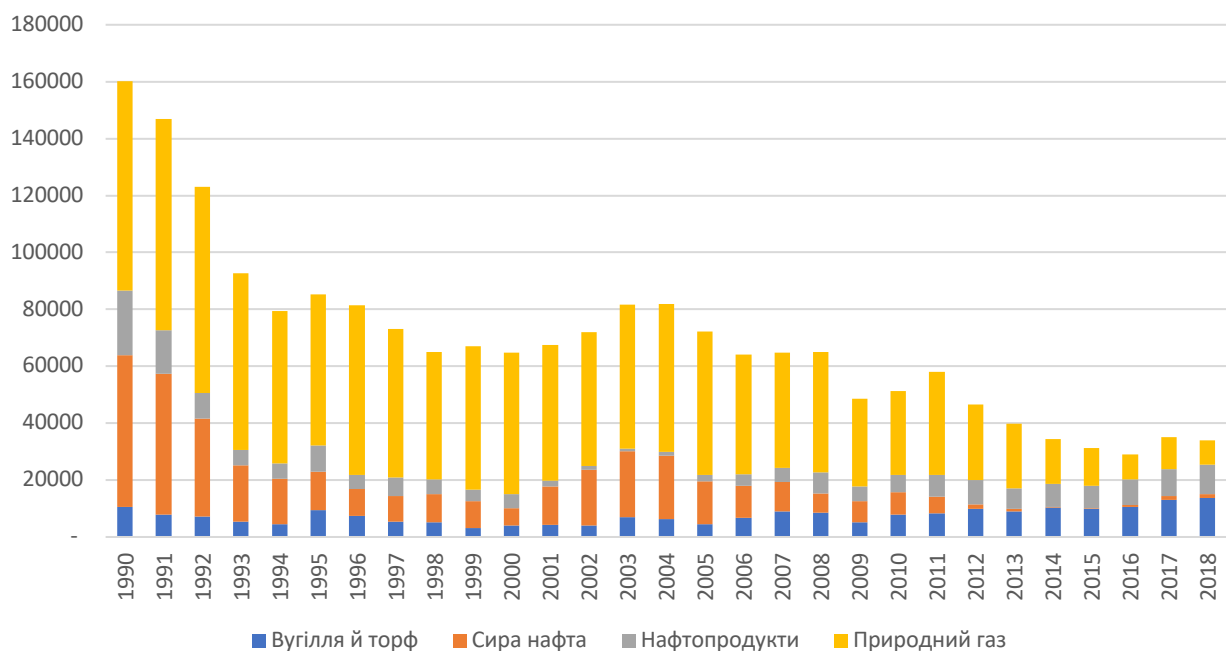


Рисунок 1.6 – Імпорт енергоресурсів України 1990-2018 рр.

Джерело: розроблено автором на основі [4, 6].

З 2018 року World Economic Forum запровадив новий рейтинг енергоефективності країн світу. Був доданий параметр готовності країн до переходу на енергоефективний шлях розвитку. Цей новий рейтинг отримав назву Energy Transition Index. Одна зі складових “System performance” повністю повторює вже проаналізований рейтинг за складовими Global Energy Architecture Performance Index. Складова ж “Transition readiness” як раз є тим додатковим елементом, що відрізняє оновлений рейтинг енергоефективності World Economic Forum від того, що був діючим до 2017 року. Energy Transition Index відрізняється підходом до розрахунків від свого попередника (Letunovska & Syhyda, 2019). У ньому використовують критерій нормалізації показників min-max із шкалою від 0 до 100. Результати рейтингу 2021 року для тих самих країн, що і в таблиці 1.1 з рейтингом Global Energy Architecture Index Report 2017 року представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Рейтинг Energy Transition Index (ETI) 2021 року для країн європейського регіону

Країна	ETI score	System performance	Transition readiness	Рейтинг
1	2	3	4	5
Швеція	79	84,4	72,7	1
Норвегія	77	82,7	70,8	2
Данія	76	74,8	78,2	3
Швейцарія	76	79,9	73	4
Австрія	75	75,2	75,2	5
Фінляндія	73	73,5	73	6
Об'єднане Королівство	72	75,8	69,2	7
Франція	71	77,6	64,4	9
Ісландія	71	75	66,9	10
Нідерланди	71	71,2	70,6	11
Латвія	71	73,1	68,4	12
Ірландія	69	70,2	67,5	14
Литва	69	72,6	64,9	15
Естонія	69	67,8	69,4	16
Іспанія	68	69,7	66,9	17
Німеччина	68	67,4	69,2	18
Португалія	68	71,6	64,8	19

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5
Бельгія	67	67,8	66,3	20
Хорватія	67	71,8	61,4	23
Албанія	66	74,5	58,3	25
Італія	66	71,2	61,1	27
Словенія	66	70,8	60,4	31
Угорщина	65	71	59,8	32
Румунія	64	70,3	58,4	38
Люксембург	64	62,1	65,7	40
Мальта	64	68,4	59,3	41
Словацька Республіка	63	68,3	57,9	43
Чеська Республіка	63	68,2	56,9	45
Кіпр	60	64,5	56,5	51
Чорногорія	60	62,2	58	52
Греція	60	66,7	53,2	54
Вірменія	59	63,6	53,7	57
Болгарія	59	60,5	56,7	58
Польща	58	63,7	51,8	62
Сербія	53	59,4	47,6	84
Республіка Молдова	52	64,3	39,8	90
Україна	52	58,1	45,5	91
Боснія і Герцеговина	50	54,6	46,2	98

Джерело: систематизовано авторами.

В оновленому рейтингу в 2021 році Україна отримала 91-е місце з 115 країн світу [167, 169]. При цьому країна має достатньо гарну позитивну динаміку зі зростання показника енергоефективності, починаючи відлік від 2012 року. Україна одержала однакове розрахункове інтегральне значення показника Energy Transition Index зі своїм географічним сусідом у європейському регіоні Молдовою, маючи при цьому краще значення готовності до енергетичного переходу, як показує шкала рейтингу.

Узагальнюючим показником енергоефективності національної економіки та ключовим показником енергетичної безпеки держави є енергоємність ВВП. Енергоємність в Україні в динаміці зображена на рисунку 1.7.

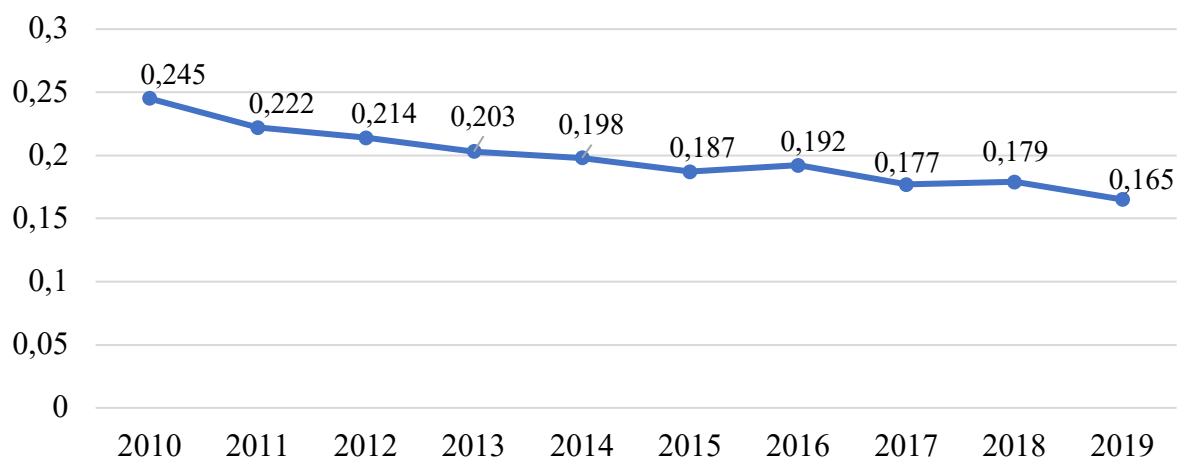


Рисунок 1.7 – Енергоємність економіки України, т е.н./тис. міжн. дол.

Джерело: [4, 6].

Щоб побачити майбутні тенденції змін енергоємності в Україні побудуємо прогноз. Дані з 2010 по 2019 рік дають можливість згенерувати віяло прогнозів на три період уперед, тобто до 2023 року. Регресійний аналіз у середовищі SPSS Statistics та Excel здійснений для різних типів моделей з узагальненням показників у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Перевірка моделей прогнозу енергоємності України на їх спроможність

Вид моделі	Рівняння регресії	R2	$\frac{S}{y_{max} - y_{min}}, \%$	Значущість F і коефіцієнтів		Значення коефіцієнт Дарбіна-Уотсона	Пояснення
1	2	3	4	5		6	7
Лінійна	$\hat{y}=0,233-0,0006t$	0,86	10,65	0,000	0,005 0,001	1,113	За всіма перевірочними параметрами не відхиляємо
Парабола лінійною складовою з	$\hat{y}=0,247-0,11t+0,000449t^2$	0,91	8,9	0,000	0,007 0,003 0,000	1,61	За всіма перевірочними параметрами не відхиляємо
Парабола лінійної складової без	$\hat{y}=0,218-0,00039t^2$	0,72	15,06	0,000	0,005 0,000	0,72	Відхиляємо за невідповідністю коефіцієнта Дарбіна-Уотсона

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5		6	7
Логарифмічна	$\hat{y}=0,244-0,028\ln(t)$	0,95	6,38	0,000	0,004 0,002	2,08	За всіма перевірочними параметрами не відхиляємо
Експонента	$\hat{y}=0,203-2,684E-0,007et$	0,35	23,19	0,045	0,000 0,045	0,41	Відхиляємо за перевірочними параметрами R2, значущість F та коефіцієнтів, коефіцієнт Дарбіна-Уотсона

Джерело: побудовано авторами.

З таблиці 1.3 очевидно, що надійними, точними та адекватними є такі види ліній прогнозу: лінійна, парабола з лінійною складовою та логарифмічна. Проте побудована на практиці модель параболи з лінійною складовою показала за більшістю років від'ємні значення, тому також була відхилена, як не прийнятна до реальних значень аналізованого показника. Рисунок 1.8 демонструє віяло прогнозу для енергоємності економіки України до 2023 року.

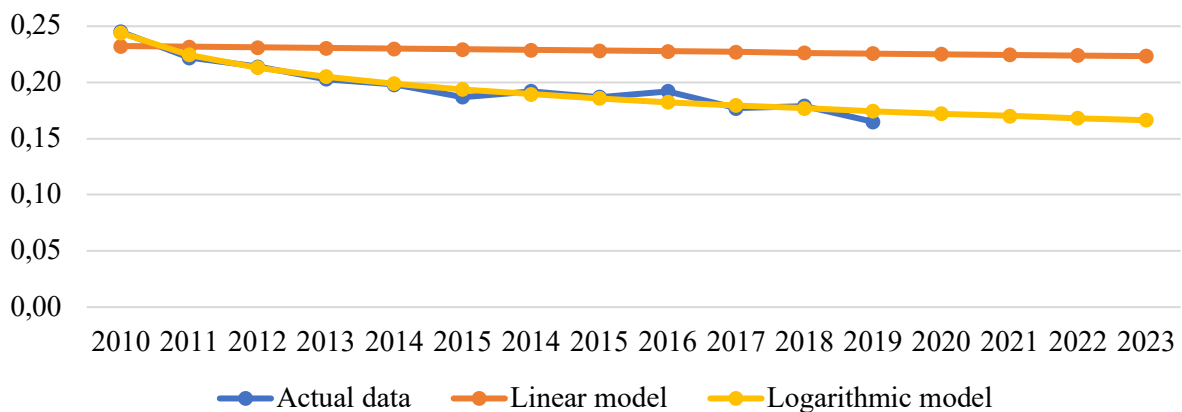


Рисунок 1.8 – Результати прогнозу енергоємності України, т е.н./тис. міжн.
дол.

Джерело: побудовано авторами.

Результати розрахунку (рис. 1.8) дають підстави зробити висновок, що за оптимістичним прогнозом логарифмічної моделі енергоємність України буде падати більш швидкими темпами, а за песимістичним прогнозом лінійної моделі це падіння не буде таким відчутним у найближчій перспективі. У цілому, незважаючи на позитивну динаміку, темпи підвищення енергоефективності національної економіки України впродовж 2010-2019 рр. є низькими навіть зважаючи на декларування та впровадження європейських підходів до реалізації державної регуляторної політики в сфері енергоефективності. Україна є однією з найменш енергоефективних країн європейського регіону. У таблиці 2.4 представлено результати аналізу наявності кореляційного зв'язку між кількістю споживаної енергії певною країною та виробленими нею товарами та послугами, вираженими через ВВП.

Таблиця 1.4 – Перевірка наявності кореляційного зв'язку між ВВП країни та сумарним споживанням енергії, виконана в програмному середовищі

SPSS Statistics

		GDP	Energy consumption
GDP	Pirson correlation	1	0,947**
	Mean		0,000
	N	14	14
Energy consumption	Pirson correlation	0,947**	1
	Mean	0,000	
	N	14	14

Джерело: побудовано авторами.

За коефіцієнтом значимості, що дорівнює 0,947 виявлено сильний кореляційний зв'язок. Можемо припустити, енергоспоживання країни співвідноситься з її ВВП.

Результати ретроспективного аналізу динаміки споживання енергії є базисом для побудови прогнозів рівня енергоефективності країни (рис. 1.9).

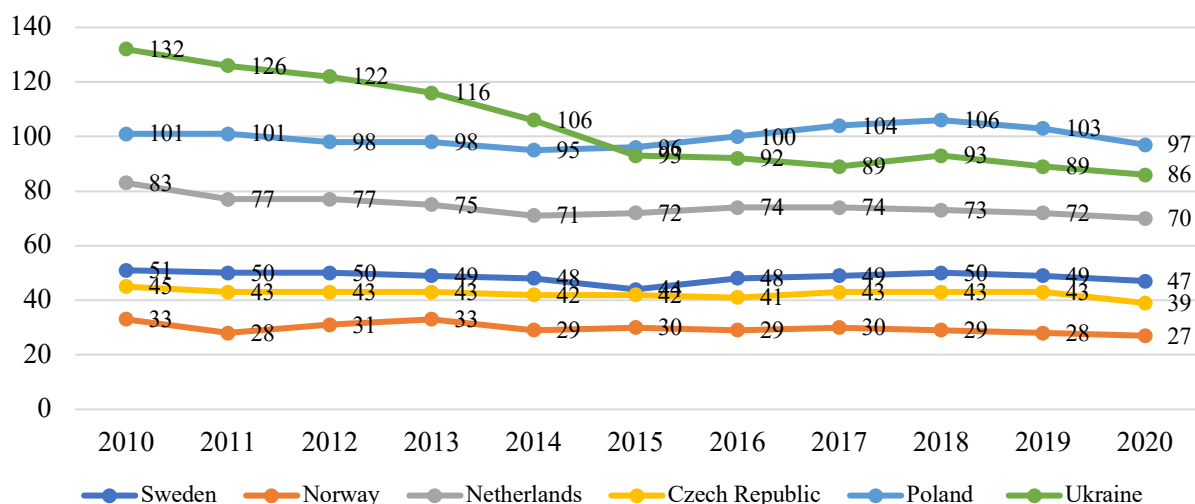


Рисунок 1.9 – Динаміка споживання енергії в деяких країнах європейського регіону, у Мтоє

Джерело: побудовано авторами на основі [111, 112, 115, 118].

Аналіз динаміки споживання енергії в ряді країн європейського регіону в проміжок часу з 2010 по 2020 рік показує, що країни з відносно низькими обсягами споживання відрізняються стабільністю динаміки (Чехія, Норвегія, Нідерланди, Чехія). Утім, у Польщі спостерігаються певні скачки споживання з його відносним падінням до 2014 року та з повторним наростанням обсягів споживання до 2019 року. В Україні спостерігаємо падіння надвисоких обсягів споживання в 2010 році до 89 Мтоє в 2019 році. У 2020 році в усіх аналізованих на рисунку 1.9 країн бачимо зменшення обсягів споживання енергії, що зокрема зумовлено карантинними обмеженнями в багатьох галузях економіки та життєдіяльності майже впродовж усього року. Якщо поглянути на динаміку споживання первинної енергії у більш тривалих рамках ретроспективного аналізу, то для країн європейського регіону саме вісімнадцяте століття було часом безпрецедентних змін в економіці з упровадженням нових технологій, відходу від сільського господарства з переходом на масштабне

виробництво на заводах з використанням нових машин та пристроїв. Тоді ж значно зріс попит на енергію. Основним джерелом енергії було вугілля. Велика Британія до кінця 80-х років ХХ ст. була одним із основних виробників та споживачів бітумного вугілля в світі. Пізніше вугілля почали замінювати більш чистими видами палива (нафта, природний газ). Одним з важливих аспектів, який дає можливість оцінити стан енергоефективності економіки країни, є визначення структури постачання енергії (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 – Структура загального первинного постачання енергії в Україні та інших країнах європейського регіону, ktoe

Країна	Total	Coal	Natural gas	Nuclear	Hydro	Wind, solar, etc.	Biofuels and waste	Oil
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Німеччина	302 079	68 768	73 552	19 804	1 545	14 435	30 122	98 044
Франція	246 355	9 034	36 726	107 596	5 613	4 036	17 748	70 998
Об'єднане Королівство	175 212	8 038	67 849	16 953	472	6 053	13 754	60 451
Італія	150 577	8 556	59 513		4 195	9 110	14 514	50 914
Іспанія	125 017	11 254	27 082	14 530	2 952	7 308	8 009	52 926
Польща	105 803	49 409	16 124		169	1 207	8 659	29 734
Нідерланди	72 934	8 213	30 729	916	6	1 351	3 912	26 989
Бельгія	53 199	3 130	14 908	7 451	27	1 008	3 780	21 160
Швеція	49 766	2 201	1 001	17 861	5 349	1 475	12 771	10 367
Чеська Республіка	43 299	15 682	6 819	7 817	140	276	4 327	9 416
Фінляндія	33 985	4 188	2 172	5 939	1 144	512	10 133	8 010
Румунія	33 578	5 065	9 843	2 964	1 519	736	3 953	9 716
Австрія	32 835	2 722	7 395		3 236	863	6 181	11 667
Норвегія	28 326	823	5 151		11 934	333	1 859	8 978
Білорусь	26 963	846	17 083		28	24	1 544	7 524
Угорщина	26 739	2 252	8 274	4 114	19	333	2 701	7 812
Швейцарія	23 832	102	2 854	6 680	3 008	239	2 719	8 367
Греція	22 566	4 705	4 117		494	1 154	1 199	10 358
Португалія	22 013	2 696	5 022		1 066	1 477	3 128	8 852
Болгарія	18 496	5 477	2 612	4 186	443	288	1 768	4 349
Словацька Республіка	17 353	3 377	4 07	3 913	309	67	1 390	3 902
Данія	17 024	1 720	2 673		1	1 346	4 712	6 113
Сербія	15 349	7 523	2 132		915	19	1 087	3 664
Ірландія	13 713	1 394	4 488		60	758	752	6 265
Хорватія	8 507	365	2 292		662	145	1 381	3 198
Литва	7 605	210	1 776		37	106	1 419	2 960
Боснія і Герцеговина ⁱ	7 468	4 230	199		552	11	1 192	1 681
Словенія	6 939	1 133	725	1 505	404	83	709	2 423
Естонія	6 268	4 746	414		1	57	1 147	66
Ісландія	6 142	110			11 88	4 219	41	585

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Латвія	4 632	48	1 169		209	11	1 687	1 430
Молдова	4 067	83	2 138		24	2	786	952
Україна	93 492	28 055	25 653	22 145	897	197	3 208	13 325
У цілому в Європі	1 984 271	314 706	496 697	244 374	54 874	72 029	176 990	622 798

Джерело: узагальнено авторами на основі [319, 6, 118].

Структура загального первинного постачання енергії в Україні відрізняється від цієї структури в інших країнах європейського регіону. Найбільш відмінності у частках сировини та відновлювальних джерел енергії. Україна споживає майже 9% європейського обсягу споживання вугілля. Серед проаналізованих країн вона на другому місці за споживанням атомної енергії після Франції, а також серед лідерів за споживанням природного газу разом з такими країнами, як Німеччина, Франція, Велика Британія, Італія, Іспанія, Нідерланди.

Останніми роками значна увага приділяється охороні навколишнього природного середовища. Є намагання зменшити викиди діоксиду сірки, оксидів азоту, вуглекислого газу. У Європі активно впроваджують процеси декарбонізації економіки, що в довгостроковій перспективі здатні покращити якість повітря та продовжити життя населення регіону. Статистичні значення очікуваної тривалості життя населення різних країн Європи при народженні відображені в таблиці 1.6.

Унаслідок масштабного використання викопних видів палива (кам'яне та буре вугілля, нафта і природний газ) відбувається інтенсивне забруднення довкілля. Споживання цих видів палива характеризується підвищеним рівнем забруднення повітря і підвищеними концентраціями парникових газів в атмосфері. Забруднене повітря в свою чергу є причиною 40% смертей людей через ішемічну хворобу серця, 7% через пневмонію, 8% через інсульт, 6% через хронічне обструктивне захворювання легень, 7%

через рак легень. Як бачимо, саме ішемічна хвороба серця є однією з основних проблем забруднення повітря для населення.

Таблиця 1.6 – Очікувана тривалість життя при народженні в деяких країнах Європи, років

Країна	2015 (m/f*)	2016 (m/f)	2017 (m/f)	2018 (m/f)	2019 (m/f)
Швеція	80,4/84,1	80,6/84,1	80,8/84,1	80,9/84,3	81,5/84,8
Норвегія	80,5/84,2	80,7/84,2	81/84,3	81,1/84,5	81,3/84,7
Об'єднане Королівство	79,2/82,8	79,4/83	79,5/83,1	79,5/83,1	n.d.
Франція	79,2/85,6	79,5/85,7	79,6/85,7	79,7/85,8	79,9/85,9
Нідерланди	79,9/83,2	80/83,2	80,2/83,4	80,3/83,4	80,6/83,7
Іспанія	80,1/85,7	80,5/86,3	80,6/86,1	80,7/86,3	81,1/86,7
Німеччина	78,3/83,1	78,6/83,5	78,7/83,4	78,6/83,3	79/83,7
Португалія	78,1/84,3	78,1/84,3	78,4/84,6	78,3/84,5	78,7/84,8
Бельгія	78,7/83,4	79/84	79,2/83,9	79,4/83,9	79,8/84,3
Італія	80,3/84,9	81/85,6	80,8/85,2	81,2/85,6	81,4/85,8
Румунія	71,4/78,6	71,7/79,1	71,6/79	71,7/79,2	71,9/79,5
Чеська Республіка	75,7/81,6	76,1/82,1	76,1/82	76,2/82	76,4/82,2
Польща	73,5/81,6	73,9/82	73,9/81,8	73,7/81,7	74,1/81,9
Україна	66,4/76,2	66,7/76,4	67,1/76,8	66,7/76,7	66,9/77

* – male/female

Джерело: узагальнено авторами на основі [319, 6, 118].

З цих позицій у таблиці 1.7 проаналізована динаміка кількості смертельних випадків серед населення європейського регіону, причиною яких стала ішемічна хвороба серця. Дані проаналізовані до впровадження принципів Euroeran Green Deal.

В Україні спостерігається деяка регіональна відмінність у показнику кількості померлих через ішемічну хворобу серця (рисунок 1.10). У 2019 році цей показник залишався на достатньо високому рівні в цілому в державі – 268 341 особа. З рисунку 1.10 бачимо, що найбільша кількість померлих осіб припадає на Дніпропетровську, Харківську область та м. Київ.

Таблиця 1.7 – Смерть від ішемічної хвороби серця, частота

Країна	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Швеція	79,48	77,44	73,42	71,64	68,74	65,4	63,49	59,83
Норвегія	42,94	42,1	39,62	36,24	40,06	34,57	31,88	32,03
Англія	80,25	80,58	77,5	72,8	71,89	67,51	66,09	61,99
Франція	29,18	29,47	28,38	27,28	27,48	26,21	n.d.	n.d.
Нідерланди	26,04	26,2	26,06	25,33	24,9	24,18	22,31	21,29
Іспанія	38,14	37,8	36,33	34,77	36,31	34,07	33,65	31,65
Німеччина	92,21	91,1	91,24	84,78	89,21	82,49	86,36	83,81
Португалія	23,77	23,45	22,72	26,9	27,64	26,95	24,57	22,96
Бельгія	34,8	34,16	33,39	30,58	31,83	29,42	28,76	26,59
Італія	71,31	70,78	66,22	62,4	64,86	58,53	58,77	52,99
Румунія	223,56	226,98	208,58	205,13	206,85	192,97	190,2	185,87
Чехія	281,21	280,4	288,82	269,37	276,78	235,03	236,36	225,16
Польща	114,57	104,96	90,88	86,33	85,52	87,01	103,74	97,9

Джерело: узагальнено авторами на основі [319, 6, 118].

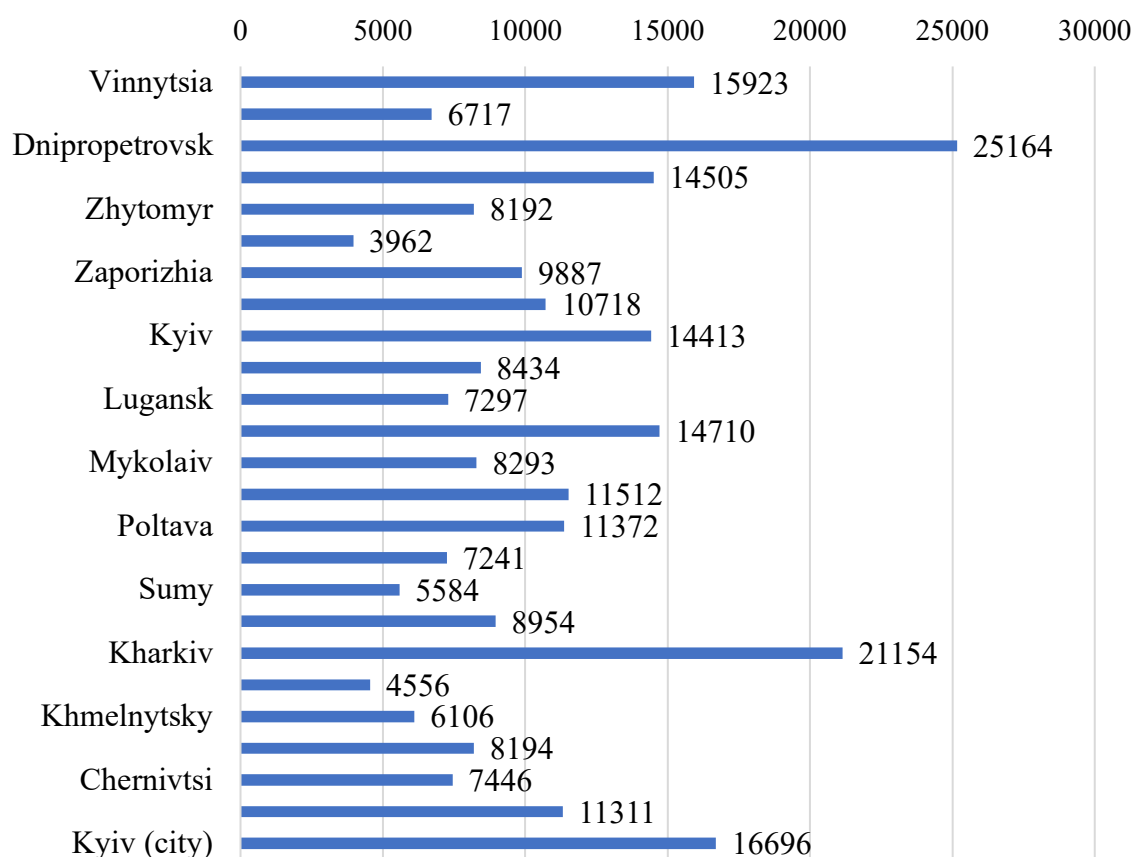


Рисунок 1.10 – Кількість померлих від ішемічної хвороби серця в Україні за регіонами

Джерело: узагальнено авторами на основі [4].

Що пояснюється, по-перше, кількістю мешканців у великих регіонах та в столиці, а по-друге, розвиненим промисловим сектором, який є основним споживачем електроенергії, що виробляється в Україні (рисунок 1.11). На рисунку 1.11 регіони відсортовані за збільшенням кількості підприємств промисловості переробного профілю. З таким сортуванням наявною є значна кількість підприємств промисловості саме в м. Київ, Харківській та Дніпропетровській області. Лідируючі регіони за цим показником також серед лідерів і в негативному рейтингу за кількістю смертей від ішемічної хвороби серця, що є частим наслідком перманентної забрудненості повітря в навколишньому середовищі проживання людини.

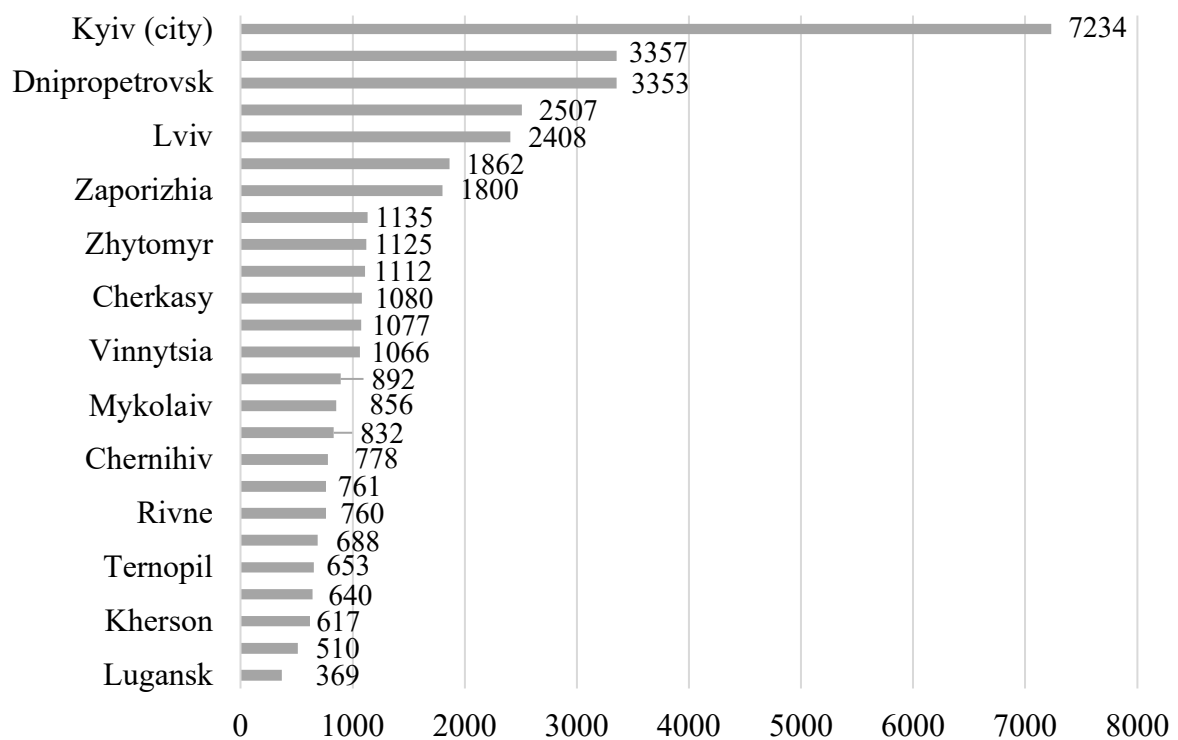


Рисунок 1.11 – Кількість переробних підприємств в Україні за регіонами в 2018 році

Джерело: узагальнено авторами на основі [4].

Аналіз думки респондентів в опитування 2020 р. серед громадян України показав, що більшість опитаних вважають екологічну ситуацію в

країні незадовільною. Якщо подивитися на двовимірний розподіл відповідей на запитання «Як би Ви оцінили в цілому екологічну ситуацію у Вашому населеному пункті?» та «Тип населеного пункту», то можна побачити, що чим більшим є населений пункт проживання респондента, тим гірші оцінки стану екології в цій місцевості вони дають. Водночас більшість громадян зауважили, що впродовж останніх років екологічна ситуація у світі (77,4 %), в Україні (84,0 %) та в їхньому населеному пункті (69,7 %) погіршилася. Вважають, що екологічний стан у світі покращився, 8,8 % респондентів, в Україні – 5,4 %, у населених пунктах – 15,5 %. Серед основних екологічних проблем світу – глобальне потепління, зміна клімату (47,9 %) та посухи, лісові пожежі (44,1 %); серед українських проблем – зростання кількості побутових і промислових відходів (45,9 %) та забруднення атмосферного повітря (38,1 %). Більшість українців (62,3 %) бачать залежність свого здоров'я та стану навколишнього середовища і вважають, що екологічна ситуація у їхньому місті негативно впливає на їхнє здоров'я (“точно так” – 25,2 %, “скоріше так” – 37,1 %). Разом із тим більше чверті опитаних (29,3 %) не відзначають такого негативного впливу (“точно ні” – 8,4 %, “скоріше ні” – 20,9 %). Ще 8,4 % не змогли дати відповідь на це запитання. Найбільше тих, хто вбачають негативний вплив не-сприятливої екологічної ситуації на власне здоров'я, проживає у Центрі України (71,8 %), тоді як на Заході такий вплив відчують найменше (38,9 %). Турбота про навколишнє середовище, про здоров'я людини стає дуже важливою для громадян України, що відповідає тенденціям у світі загалом.

Серед аналізованих, наприклад, у Польщі впроваджують процес декарбонізації, який у довгостроковій перспективі покращить якість повітря та продовжить життя громадян. За результатами розрахунків експертів Науково-технічного університету факультету палива та енергетики зменшення викидів за планами до 2050 року призведе до скорочення кількості втрачених років життя жителів країни приблизно на

35 000. Необхідно зазначити, що в останні три роки відбулось суттєве зменшення обсягів імпортованої сирової нафти, що негативно впливає на вітчизняних виробників, що займаються переробкою сировини. Також на рівень енергетичної безпеки впливають не лише зовнішні фактори, але й внутрішні (технічний стан паливно-енергетичного комплексу, екологічна ситуація в країні, політичний та законодавчий клімат, тощо) Зазначимо, що на державному рівні у 2017 році Кабінетом Міністрів України прийнято енергетичну стратегію України до 2035 «Безпека, Енергоефективність, Конкурентоспроможність», що складається з трьох основних етапів: реформування енергетичного сектору (до 2020 року); оптимізація та інноваційний розвиток інфраструктури (до 2025 року); забезпечення сталого розвитку (до 2035 року) [186]. Основною метою даної стратегії є підвищення ефективності функціонування енергетичного сектору національної економіки з метою забезпечення її екологічної, економічної та енергетичної безпеки. Однак, дана стратегія вимагає оновлення та перегляд з урахуванням прийнятих зобов'язань у рамках прийнятої політики зеленого енергетичного переходу. Відповідно до зазначених термінів, то реалізація заявлених етапів просувається досить повільно, що спричинено початком всесвітньої кризи в наслідок пандемії (COVID-19). На основі узагальнення результатів аналізу досвіду країн ЄС у розбудові вуглецево-нейтральної економіки, наявних соціальних, політичних та економічних викликів в Україні, а також виявлених проблем і недоліків у вітчизняній енергетичній політиці було виокремлено перспективні напрями підвищення її ефективності. Так, по-перше, необхідно запровадити довгострокове і короткострокове прогнозування та планування етапів розвитку енергетичного сектора в Україні, з чіткими часовими рамками та закріпленням відповідальних за даним процесом. По-друге, нагальним є розбудова інфраструктури функціонування систем енергозабезпечення для безперебійного та якісного енергопостачання в усіх населених пунктах

країни. По-третє, необхідним є поширення інноваційних зеленних технологій з метою забезпечення підвищення рівня енергоефективності та енергозбереження в країні. Крім цього, розбудова єдиного енергетичного ринку з країнами ЄС вимагає адаптації вітчизняного нормативного забезпечення у енергетичній сфері та синхронізація його з Європейським. Слід відмітити, що забезпечення енергетичного суверенітету країни не можливе без формування узгодженої політики розбудови енергетичного сектору відповідно до прийнятої концепції зеленого енергетичного переходу.

Україна має значний енергетичний потенціал малих рік, а природні умови країни є сприятливими для розбудови цього сектору відновлювальної енергетики (ВЕ). Так, в Україні нараховується 63119 річок, 93% з яких коротші за 10 км [214]. За експертними оцінками теоретичний потенціал малої гідроенергетики України становить 12501 млн кВт·год/рік, технічно можливий – 8252 млн кВт·год/рік, економічно доцільний – 3747 млн кВт·год/рік [214], з якого станом на кінець 2018 року фактично освоєно лише 241,6 млн кВт·год. За встановленою потужністю у 2018 році економічно доцільний потенціал малої гідроенергетики був реалізований лише на 8,6% (98,6 МВт з можливих 1140 МВт) [214]. Повна реалізація економічно доцільного потенціалу потребує близько 2 мільярдів євро інвестиційних вкладень і дозволить отримати економію органічного палива в обсягах, еквівалентних 1,3 млрд м³ природного газу [20]. Доцільність реалізації потенціалу малої гідроенергетики в Україні визначається низкою переваг, до яких належать [20]: тривалий термін служби та висока надійність експлуатації малих гідроелектростанцій (МГЕС); використання МГЕС для забезпечення покриття пікових навантажень, регулювання частоти та потужності, мобільного аварійного резерву в Об'єднаній Енергетичній Системі України; можливість і доцільність застосування МГЕС у віддалених гірських та сільських районах, що дозволяє повністю або частково розв'язати

проблеми забезпечення електроенергією цих територій; захист за допомогою МГЕС прилеглих населених пунктів від повеней; розвиток рибного господарства; виробництво електроенергії без викидів діоксиду вуглецю. Таким чином, наявний енергетичний потенціал та переваги генерації електроенергії МГЕС обумовлюють доцільність розбудови сектору малої гідроенергетики в Україні. Паризька кліматична угода – угода в рамках Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, що регулює заходи щодо зниження вмісту діоксиду вуглецю в атмосфері з 2020 року. Угода була підготовлена для заміни Кіотського протоколу, і на відміну від нього передбачає, що зобов'язання скоротити викиди парникових газів беруть на себе всі країни, незалежно від ступеня їх економічного розвитку.

Основна мета Паризької кліматичної угоди – не допустити зростання глобальної температури більше 2°C. Україна в рамках кліматичної угоди має за мету скоротити викиди на 40% відносно рівня 1990 року до 2030 року та на 70% до 2050 року (рис. 1.12).

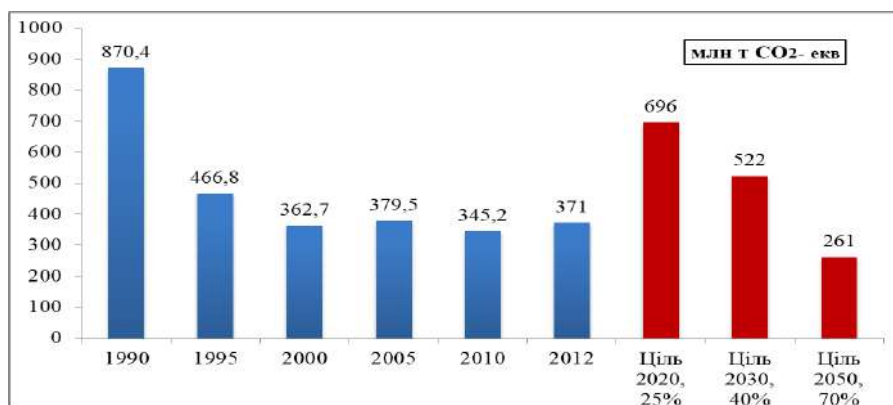


Рисунок 1.12– Викиди парникових газів в Україні у 1990-2012 роках (млн т CO₂-екв) та цілі щодо їх скорочення у 2020-2050 роках (%)

Джерело: побудовано авторами на основі [214].

Однак, як видно з рисунку 1.7 цілі України щодо скорочення викидів парникових газів залишаються слабкими, оскільки базовим періодом було

визначено 1990 рік. Фактичний рівень викидів діоксиду вуглецю у 2015 році був уже на рівні 32%. Тому передбачається перегляд нового національного внеску України до кліматичної угоди, і від України очікують встановлення більш амбітних цілей щодо скорочення викидів парникових газів. Варто зазначити, що Україна, входить до ТОП-30 країн світу, що є найбільшими забруднювачами викидами діоксиду вуглецю у результаті використання викопного палива. Саме сектору “Енергетика” належить перше місце за викидами діоксиду вуглецю серед інших секторів національної економіки України: його внесок становить близько 76% від сукупної емісії цього парникового газу протягом останніх років. Тому основними напрямками скорочення викидів є впровадження заходів з енергозбереження та заміщення електростанцій на органічних паливно-енергетичних ресурсах електростанціями на основі ВДЕ, одними з яких є МГЕС. Однією з ключових переваг генерації електроенергії на основі гідроенергетичних ресурсів є відсутність викидів парникових газів в атмосферу. Сьогодні на законодавчому рівні в Україні відсутні методики для розрахунку зниження викидів парникових газів від впровадження проєктів ВЕ. Тому для даної мети пропонуємо використовувати методика для генеруючих потужностей ВЕ, приєднаних до електричної мережі. Згідно з вищезазначеною методикою скорочення викидів парникових газів розраховується за формулою:

$$ER_t = BE_t - PE_t, \quad (1.1)$$

де ER_t – скорочення викидів у період t , т CO_2 -еквіваленту; BE_t – базові викиди у період t , т CO_2 -еквіваленту; PE_t – проєктні викиди у період t , т CO_2 -еквіваленту.

Так, відповідно до [123] базові викиди парникових газів при виробництві електроенергії з гідроенергетичних ресурсів розраховуються наступним чином:

$$BE_t = QE_t \cdot EF_t, \quad (1.2)$$

де BE_t – базові викиди у період t , т CO₂-еквіваленту; QE_t – обсяг електроенергії, згенерованої МГЕС у період t , МВт·год; EF_t – питомі викиди діоксиду вуглецю при генерації електроенергії тепловими електростанціями, які підключені до Об'єднаної Енергетичної Системи України, у період t , т CO₂-еквіваленту.

Відповідно до вищезазначеної методики, проєктні викиди (PE_t) при генерації електроенергії МГЕС дорівнюють нулю. Питомі викиди діоксиду вуглецю при виробництві електричної енергії тепловими електростанціями, які підключені до Об'єднаної Енергосистеми України становлять – 1,063 т CO₂-екв./МВт·год (кг CO₂-екв./кВт·год). На основі вищезазначених алгоритмів та фактичних даних щодо обсягу генерації електроенергії МГЕС у 2018 році, річне скорочення викидів сектором малої гідроенергетики України становило 182410,8 т CO₂-екв (табл. 1.8).

Таблиця 1.8 – Скорочення діоксиду вуглецю в Україні при генерації електроенергії МГЕС

Потенціал малої гідроенергетики	Річний обсяг генерації електроенергії, QE_t (МВт·год/рік)	Питомі викиди CO ₂ при генерації електроенергії тепловими електростанціями, EF_t (т CO ₂ -екв.)	Базові викиди, BE_t (т CO ₂ -екв.)	Проєктні викиди, PE_t (т CO ₂ -екв.)	Скорочення викидів, ER_t (т CO ₂ -екв.)
освоєний потенціал станом на кінець 2018 р.	171600	1,063	1824110,8	0	182410,8
за умови освоєння економічно-доцільного потенціалу	3747000	1,063	3983061	0	3983061

Джерело: побудовано авторами.

Таким чином, освоєння економічно-доцільного потенціалу малої гідроенергетики, з метою заміщення традиційних технологій

енерговиробництва, дозволить зменшити викиди діоксиду вуглецю у 21,8 рази у порівнянні з тим обсягом викидів, який забезпечує фактично освоєний потенціал.

1.2. Формалізація взаємозв'язків рівня енергоефективності економіки України від більше ніж 30 індикаторів соціального, екологічного та економічного розвитку України

Результати аналізу еволюції концепції вуглецево-нейтральної економіки свідчать, що на перших етапах дана концепція досліджувалась лише з теоретичної точки зору, а у 2019 році – пріоритетним напрямком розвитку серед усіх світу. Вуглецево-нейтральність передбачає не лише масову трансформацію від традиційної енергетики до відновлювальної (альтернативні), але й повну термомодернізацію, модифікацію виробничого сектору в напрямі енергобереження та енергоефективності, інноваційних змін в очисних системах і переробці вторинної сировини, тощо. Тобто, важливим двигуном розвитку вуглецево-нейтральної економіки в системі національного господарства є набір механізмів та інструментів підвищенням рівня енергоефективності за рахунок сталого інноваційного розвитку. Необхідно зазначити, що традиційно вчені виділяють такі основні показники і фактори, які впливають на рівень енергоефективності – структура ВВП, енергоємність ВВП, первинне та кінцеве енергоспоживання, енергоощадність будівель, питома вага відновлювальних джерел енергії в енергетичному балансі країни, тощо. Слід відмітити, що перехід до вуглецево-нейтральної економіки, у першу чергу, залежить від ефективності функціонування енергетичного сектору, який має стратегічне значення для країни. Проблема підвищення рівня енергоефективності в

Україні є одним з важливих питань для забезпечення сталого інноваційного розвитку та енергетичної незалежності країни.

Розвиток вуглецевої нейтральності розглядається багатьма науковими альянсами в Україні і закордоном. Необхідно відмітити, що основні напрями наукових праць, які направлені на дослідження переходу до вуглецево-нейтральної економіки в контексті сталого розвитку та впровадження енергоефективних рішень у енергетичногий сектор досліджувались науковцями у таких працях [89, 194, 331, 194].

Узагальнення наукових досліджень свідчать, що вчені аналізують різний набір факторів, що впливають на трансформаційні процеси переходу до кліматично-нейтральної економіки. Так вченими виокремлено соціальні [234, 194, 138] екологічні [90, 196, 215], економічні [69, 74, 106] детермінанти впливу на макроекономічну стабільність при реформуванні енергетичного сектору в напрямі вуглецевої нейтральності.

Науковцями у роботах [187; 234, 121] проаналізовано розвиток підприємницької діяльності в умовах переходу до вуглецево-нейтральної економіки та зеленої енергетики, враховуючи соціо-еколого-економічні особливості кожної держави, а також можливі стратегії модифікації виробництва товарів та послуг, що дадуть змогу заповнити більші товарні ніші та посилити конкурентні позиції підприємства. При цьому вчені у роботах [158, 138] доводять, що підвищення інноваційного потенціалу за рахунок використання маркетингових, екологічних, соціальних, екологічних інструментів на мікро- та макрорівнях [186, 194, 262, 261] дозволяють прискорити трансформаційні процеси при переході до вуглецево-нейтральної економіки. Вченими [90, 138, 190, 228, 230, 238] доведено, що зелені інвестиції є каталізатором підвищення рівня енергоефективності та енергозбереження, що є висхідною точкою при переході до вуглецево-нейтральної економіки. Доцільно відмітити наукові праці в напрямі вивчення впливу зміни клімату на господарську діяльність

в Україні та за кордоном, враховуючи ресурсно-економічний потенціал та особливості кожної країни в процесі вуглецево-нейтрального вектору розвитку [169, 234, 234, 262, 194]. Незважаючи на потужний науковий доробок у дослідженні проблематики зеленої та кліматично нейтральної економіки, подальшого дослідження вимагають питання щодо обґрунтування зв'язку між соціальними, екологічними та економічними детермінантами та ефективністю енергетичної політики країни. З огляду на це гіпотезою дослідження є:

H1: показники економічного, соціального та екологічного розвитку країни мають статистично значущий вплив на енергоефективність національної економіки.

Вихідною точкою аналізу було вивчення методології ODYSSEE-MURE, принципи якої було покладено для відбору релевантних індикаторів оцінювання ефективності енергетичної політики країни. Для аналізу використано поліноміальний та множинний регресійний аналіз. Поліноміальний регресійний аналіз використано для оцінювання розвитку енергоефективності національної економіки.

$$y_i = \alpha_0 + \alpha_1 x_i + \alpha_2 x_i^2 + \alpha_3 x_i^3 + \dots + \alpha_n x_i^n + \varepsilon \quad (i = 1, 2, 3 \dots, n), \quad (1.3)$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^m \\ 1 & x_2 & x_2^2 & \dots & x_2^m \\ 1 & x_3 & x_3^2 & \dots & x_3^m \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_0 \\ \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \dots \\ \alpha_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \dots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (1.4)$$

Багаторегресійний аналіз використано для перевірки взаємозв'язку між соціальними, екологічними та економічними показниками та рівнем енергоефективності національної економіки. При цьому коефіцієнт кореляції розраховується як:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1.5)$$

Згідно критеріїв кореляції Пірсона необхідно відмітити наступні умови:

- Сильний прямий зв'язок: від 1 до 0,7;
- Сильний обернений зв'язок: від -1 до -0,7;
- Середній прямий зв'язок: від 0,699 до 0,3;
- Середній обернений зв'язок: від -0,699 до -0,3;
- Слабкий прямий зв'язок: від 0,299 до 0;
- Слабкий обернений зв'язок: від -0,299 до 0.

Для аналізу було обрано по 10 соціальних, економічних та екологічних детермінант. Загальна вибірка становила 30 індикаторів (таблиця 1.9).

Таблиця 1.9 - Описова статистика сформованого масиву даних

Змінна	Позначення	Джерело	Змінна	Позначення	Джерело
1	2	3	4	5	6
Енергоефективність				Intercept	Євростат
Соціальні індикатори			Екологічні індикатори		
Середня тривалість життя	X Var1	Світовий банк	Кінцеве споживання енергії	X Var11	Світовий банк
Чисельність пенсіонерів	X Var2	Укрстат	Вода, взята з природних водойм	X Var12	Укрстат
Природний приріст, зменшення	X Var3	Укрстат	Енергоефективність	X Var13	NationMaster
Зростання міграції, скорочення	X Var4	Укрстат	Частка первинної енергії з відновлюваних джерел	X Var14	Світовий банк
Населення	X Var5	Світовий банк	Середнє відхилення температури біля поверхні	X Var15	Eurostat

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4	5	6
Чисельність економічно активного населення	X Var6	Укрстат	Інтенсивність викидів парникових газів від споживання енергії	X Var16	Світовий банк
Рівень безробіття	X Var7	Укрстат	Обсяги викидів забруднюючих речовин	X Var17	NationMaster
Чисельність осіб з вищою освітою	X Var8	Укрстат	Обсяг утворених відходів I-III класів небезпеки від господарської діяльності підприємств та організацій	X Var18	Укрстат
Населення на межі бідності	X Var9	Укрстат	CO2 викиді від транспорту	X Var19	NationMaster
Частка витрат домогосподарств на житло та комунальні послуги	X Var10	Укрстат	Щорічна зміна інтересу до виробництва відновлюваної енергії	X Var20	Світовий банк
Економічні індикатори					
Поточні витрати на охорону навколишнього середовища	X Var21	Укрстат	Обсяг перевезених пасажирів	X Var26	Укрстат
ВВП на душу населення	X Var22	Національний мастер	Індекс споживчих цін	X Var27	Укрстат
Індекси промислового виробництва	X Var23	Укрстат	Частка інноваційно активних підприємств у загальній кількості промислових підприємств	X Var28	NationMaster
Індекси агропромислового виробництва	X Var24	Укрстат	Прямі іноземні інвестиції, чистий приплив	X Var29	Світовий банк
Обсяг перевезених вантажів	X Var25	Укрстат	Енергоємність ВВП на душу населення	X Var30	Світовий банк

Джерело: побудовано авторами.

Україна є енергозалежною державою, так як більше 50% споживання енергетичних ресурсів складає імпорт. Це спричинено не лише неспроможністю задовольнити потреби власними енергетичними

ресурсами, але й низьким рівнем енергоефективності та енергозбереження при використанні енергетичного потенціалу. Підвищення рівня енергоефективності на мікро- та макрорівні дасть змогу покращити конкурентні позиції на світовій арені та підвищити рівень енергетичної безпеки національної економіки. Результати дослідження свідчать, що у науковій сфері не існує єдиного прийнятого терміну щодо енергоефективності: енергоефективність – показник, який відображає співвідношення корисного ефекту від використання енергетичних ресурсів до їх вартості; енергоефективність – показник, що характеризує ефективне, раціональне використання енергетичних ресурсів, який при умовах економічного розвитку не має тенденції до збільшення. Для оцінювання енергоефективного потенціалу України, було сформовано вибірку щодо рівня енергетичної ефективності з 2000 р. по 2019 р. та використано поліноміально-регресійний аналіз. Графічну інтерпретацію результатів оцінювання енергоефективності національної економіки представлено на рисунку 1.11.



Рисунок 1.11 – Поліноміально-регресійний аналіз енергоефективності в Україні, 2000-2019 рр.

Джерело: побудовано авторами.

З рисунку 1.11 можемо зробити висновки, щодо тенденцій розвитку енергетичної ефективності країни, зокрема:

По-перше, зауважимо, що енергоефективність в данному дослідженні

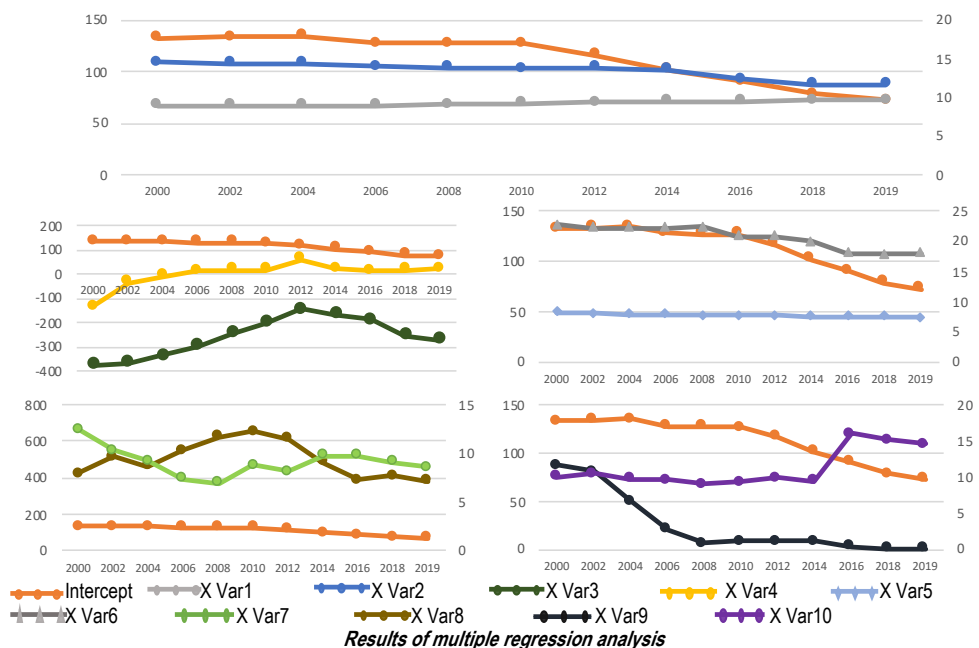
вимірюється млн.т.н.е., таким чином, чим менший показник, тим кращим він є (чим менше країна використовує палива за рік, в процесі активної соціо-економічної діяльності, тим більші перспективи для її розвитку).

По-друге, необхідно відмітити різкий спад енергоефективності в 2009 році, спровокований нажаль не лише позитивними змінами в енергетичній політиці країни, а й рядом політичних, соціальних, економічних проблем в країні. Показник енергоефективності зменшився в 2009 році в порівнянні з 2000 роком на 17%, що загалом було б позитивною зміною, як би не подальший його ріст та не фактори, які спричинили його позитивну динаміку (епідемія грипу, фінансова криза, спад економічної активності, енергетичні війни з Російською Федерацією, тощо).

По-третє, доцільно звернути увагу на зменшення показника енергоефективності в 2015 до 88,93 млн. т. н. е., що майже на 33% менше в порівнянні з 2000 роком, та на 19,4% менше з 2009 роком. Причинами даної позитивної динаміки можна вважати підвищення цін на електроенергію в середньому на 22%, зміна доходів населення спричинена інфляцією, перехід енергетичного сектору від енергетичних ресурсів Російської Федерації та пошук нових партнерів в енергетичній сфері, реформування житлово-комунального комплексу та утворення нового виду об'єднань домогосподарств – ОСББ. Всі ці причини слугували економії власних енергетичних ресурсів та позитивно вплинули на рівень енергоефективності.

По-четверте, рівень енергоефективності в 2019 році склав 72,65 млн.т.н.е., що в порівнянні з 2000 роком менше майже в двічі (на 45,2%) та на 18,3% менше ніж в 2015 році. Всі ці зміни свідчать про позитивні зміни (впровадження відновлювальних джерел енергії, розвиток ОСББ, термомодифікація будівель та споруд, тощо) на шляху до розвитку енергоефективності, але фактори, які вплинули на показник не всі позитивні для країни (обсяги промислового виробництва зменшилися, повільний перехід до інноваційного устаткування та впровадження очисних

споруд). Отже, розглянувши основні тенденції розвитку енергоефективності можемо сказати, що показник мультидисплінарний (на його значення впливають екологічні, економічні, соціальні, політичні, фінансові фактори).



Model	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	
Model 1	Intercept	217,2884	119,3293	1,8209	0,0863	-34,4743	469,0511
	X Var1	-4,1395	1,2717	-3,2549	0,0047	-6,8226	-1,45635
	X Var2	13,6876	2,5128	5,4471	4,35E-05	8,3859	18,9892
Model 2	Intercept	81,0789	19,0156	4,2638	0,001	40,9595	121,1983
	X Var3	-0,1318	0,0735	-1,7929	0,091	-0,2869	0,0233
	X Var4	-0,0196	0,116	-0,1686	0,868	-0,2643	0,2252
Model 3	Intercept	-209,5127	72,4527	-2,8917	0,0104	-362,375	-56,6509
	X Var5	2,9759	2,09697	1,4191	0,17394	-1,44834	7,4001
	X Var6	8,9578	1,58094	5,6661	2,79E-05	5,622298	12,2933
Model 4	Intercept	-20,4174	48,38178	-0,422	0,67831	-122,494	81,6593
	X Var7	5,2808	3,2252	1,63734	0,1199	-1,52379	12,0853
	X Var8	0,1682	0,0506	3,3247	0,00401	0,06147	0,27496
Model 5	Intercept	164,7614	12,2458	13,4545	1,72E-10	138,925	190,5978
	X Var9	0,3169	0,0844	3,7551	0,0016	0,1388	0,4949
	X Var10	-5,2452	1,015	-5,1677	7,73E-05	-7,3866	-3,1037

Рисунок 1.12 – Вплив соціальних показників на рівень енергоефективності: результати багаторазового регресійного аналізу, 2000-2019

Джерело: побудовано авторами.

Результати поліноміально-регресійного аналізу сформували передумови для прогнозування рівня енергоефективності до 2025 року (рис. 1.12). Відповідно до оптимістичного прогнозу на 2025 рік показник енергоефективності буде становити близько 41,5 млн.т.н.е., що на 43% менше ніж в 2019 році. Згідно песимістичного прогнозу, при умові невизначеності в економічній, соціальній та політичній ситуації, показник енергоефективності в 2025 році набуватиме значення близько 59-60 млн.т.н.е., що на 18% менше в порівнянні з 2019 роком, при цьому поліноміального аналізу свідчать, що значення енергоефективності к 2025 року будуть становити менше 40 млн.т.н.е., відповідає оптимістичному прогнозу (рис. 1.12).

Для оцінювання взаємозв'язків енергоефективності та 10 індикаторів соціального розвитку було сформовано 5 досліджуваних моделей шляхом групування аналізованих індикаторів з використанням кореляційно-регресійного аналізу.

Модель 1 включає такі показники - Energy efficiency (Intercept), Average life expectancy (та Number of retirees (X Var2).

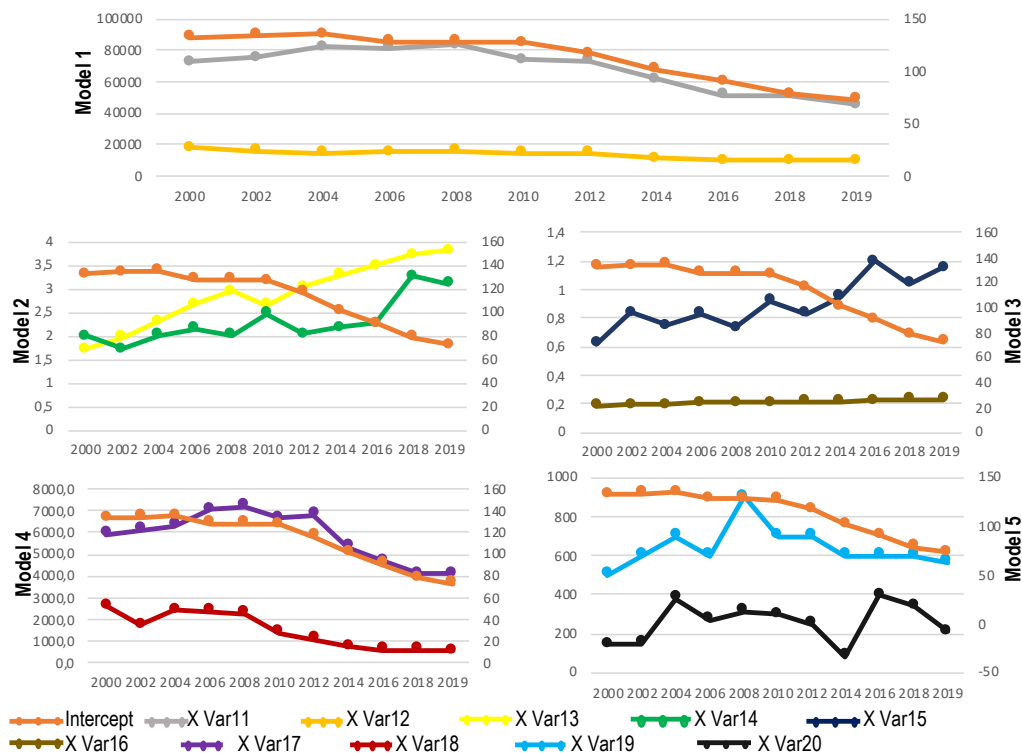
Модель 2 - Energy efficiency (Intercept), Natural increase, reduction (X Var3) та Migration growth, reduction (X Var4).

Модель 3 - Energy efficiency (Intercept), Population (X Var5) та Number of economically active population (X Var6).

Модель 4 - Energy efficiency (Intercept), Unemployment rate (X Var7) та Number of people with higher education (X Var8).

Модель 5 - Energy efficiency (Intercept), Population on the brink of poverty (X Var9) та Share of household expenditures on housing and utilities (X Var10).

Відповідно до розрахунків, представлених на рисунку 1.13 можна сказати, що:



Results of multiple regression analysis

Model	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	
Model 1							$R^2 = 0,9277$
Intercept	5621,9492	7562,2705	0,7434	0,4674	-10333,0469	21576,9452	Significance
X Variable11	0,9562	0,2236	4,2754	0,0005	0,4843	1,428035	$F=2,00E-10$
X Variable12	3,1105	1,03004	3,0198	0,0077	0,9373	5,2837	$r_{x11}=0,9428;$ $r_{x12}=0,922$
Model 2							$R^2 = 0,83667$
Intercept	208,715	10,7731	19,3737	5,03E-13	185,9858	231,4442	Significance
X Var13	-0,02498	0,0044	-5,73593	2,42E-05	-0,03417	-0,01579	$F=2,05E-07$
X Var14	-10,2593	5,9534	-1,7233	0,102977	-22,8199	2,301241	$r_{x13}=-0,899; r_{x14}=-0,722$
Model 3							$R^2 = 0,8237$
Intercept	342,2234	37,4347	9,1419	5,67E-08	263,2431	421,2036	Significance
X Var15	-47,7414	25,136	-1,8993	0,0746	-100,774	5,29097	$F=3,91E-10$
X Var16	-882,212	254,8173	-3,4621	0,00298	-1419,83	-344,595	$r_{x15}=-0,836; r_{x16}=-0,887$
Model 4							$R^2 = 0,8936$
Intercept	39,55	10,1973	3,8785	0,0012	18,036	61,0649	Significance
X Var17	0,0087	0,0021	4,1923	0,0006	0,0043	0,013	$F=5,35E-09$
X Var18	0,0152	0,0027	5,5971	3,21E-05	0,0095	0,0209	$r_{x17}=0,8352;$ $r_{x18}=0,8852$
Model 5							$R^2 = 0,0998$
Intercept	73,0455	32,0508	2,2791	0,0359	5,4242	140,6669	Significance
X Var19	64,0436	48,5392	1,3194	0,2045	-38,3652	166,4525	$F=0,4091$
X Var20	-0,1405	0,2503	-0,5612	0,582	-0,6686	0,3877	$r_{x19}=0,288; r_{x20}=-0,0874$

Рисунок 1.13 – Вплив екологічних показників на рівень енергоефективності: результати багаторазового регресійного аналізу, 2000-2019

- Модель 1: парний коефіцієнт кореляції між показником енергоефективності та кількістю пенсіонерів має сильний прямий зв'язок ($r_{x_2}=0,96$), а між енергоефективністю та середньою тривалістю життя сильний прямо обернений зв'язок ($r_{x_1}=-0,931$). Це означає, що чим вище тривалість життя населення тим менше значення енергоефективності (населення старшого віку більш ощадно відноситься до використання енергетичних ресурсів), та чим менша кількість людей пенсійного віку, тим нижче енергоефективність (в Україні для пенсіонерів діють відповідні знижки на ціни енергоресурсів, що провокує домогосподарства не заощаджувати на енергетичних послугах).

- Модель 2: парні коефіцієнти кореляції між показником енергоефективності та індикаторами природного приросту (скорочення) і міграційному приросту (скорочення) мають середній прямо обернений зв'язок ($r_{x_3}=-0,542$; $r_{x_4}=-0,4$). Таким чином при збільшенні природного чи міграційного приросту показник енергоефективності буде зменшуватися, але це суттєво не впливає на його значення.

- Модель 3: парні коефіцієнти кореляції між показниками енергоефективності та кількістю населення в країні і кількістю економічно активного населення мають сильні прямі зв'язки ($r_{x_5}=0,836869$; $r_{x_6}=0,9402$). У досліджуваному випадку зменшення кількості населення та економічно активного населення має позитивний статистично значущий вплив на рівень енергоефективності, але при стабільному економіко-інноваційному зрості вплив кількості населення на рівень енергоефективності повинен є не суттєвим.

- Модель 4: парний коефіцієнти кореляції між значенням енергоефективності та рівнем безробіття має слабкий обернений зв'язок ($r_{x_7}=-0,01$), відповідно до значення показника кореляції рівень безробіття не має статистично значущого впливу на рівень енергоефективності. Парний

коефіцієнт кореляції між значенням енергоефективності та кількістю населення з вищою освітою має середній прямий зв'язок ($r_{x8}=0,5464$), тобто зменшення досліджуваного індикатора не несе вагомого впливу на рівень енергетичної ефективності.

- Модель 5: множинний коефіцієнт кореляції між значенням енергоефективності та кількістю населення на межі бідності має прямий зв'язок середньої вагомості ($r_{x9}=0,645$), а вплив показника, який відображає частку витрат домогосподарств, що спрямована на оплату житла та комунальних послуг на рівень енергоефективності має обернений статистично значущий зв'язок ($r_{x10}=-0,7646$).

При проведенні множино-регресійного аналізу було виявлено три моделі з найбільшим значення коефіцієнта детермінації: Модель 1 ($R^2 = 0,9514442$); Модель 3 ($R^2 = 0,896262$) та Модель 5 ($R^2 = 0,7729$). Це означає, що при формуванні стратегії зміцнення позицій енергоефективності необхідно в першу чергу спрямовувати увагу на удосконалення таких соціальних напрямів розвитку, як: кількість людей пенсійного віку та середню тривалість життя, кількість населення країни та його економічно-активна частина, а також кількість населення на межі бідності та питому вагу витрат домогосподарств, що спрямована на оплату житла та комунальних послуг.

Для проведення множинного кореляційно-регресійного аналізу взаємозв'язків енергоефективності та 10 індикаторів екологічного розвитку, нами було сформовано 5 досліджуваних моделей шляхом групування аналізованих індикаторів. Таким чином Модель 1 включає такі показники – енергоефективність (Intercept), кінцеве споживання енергії» (X Var11) та вода, яка береться з природних водойм (X Var12); Модель 2 – енергоефективність» (Intercept), енергетична продуктивність (X Var13) та частка первинної енергії з відновлюваних джерел (X Var14); Модель 3 –

енергоефективність (Intercept), середнє відхилення температури біля поверхні» (X Var15) та Інтенсивність викидів парникових газів від споживання енергії (X Var16); Модель 4 – енергоефективність (Intercept), обсяги викидів забруднюючих речовин (X Var17) та обсяг утворених відходів I-III класів небезпеки від господарської діяльності підприємств та організацій (X Var18); Модель 5 – енергоефективність» (Intercept), викиди CO₂ від транспорту (X Var19) та щорічна зміна інтересу до виробництва відновлюваної енергії (X Var20).

Відповідно до розрахунків, представлених на рисунку 1.14 можна сказати, що:

- Модель 1: парні коефіцієнти кореляції між показниками енергоефективності, кінцевим енергоспоживанням та забраної води з природних водних об'єктів має сильні прямі зв'язки ($r_{x11}=0,9428$; $r_{x12}=0,922$). Це означає, що чим нижчі значення екологічних індикаторів, тим позитивніше вони впливають на рівень енергоефективності.

- Модель 2: парні коефіцієнти кореляції між показником енергоефективності та індикаторами енергетичної продуктивності і часткою первинної енергії з відновлювальних джерел мають сильний прямо обернений зв'язок ($r_{x13}=-0,899$; $r_{x14}=-0,722$). Таким чином при збільшенні екологічних індикаторів X Var13 і X Var14 буде суттєво впливати на значення енергетичної ефективності.

- Модель 3: парні коефіцієнти кореляції між показниками енергоефективності та середнім відхиленням температури повітря, інтенсивністю викидів парникових газів при споживанні енергії мають сильні прямо обернені зв'язки ($r_{x15}=-0,836$; $r_{x16}=-0,887$). В досліджуваному випадку при зменшенні рівня енергоефективності за рахунок збільшення індикаторів X Var15 і X Var16 повинно бути завжди під контролем, адже

дані показники повинні мати тенденцію до зменшення при умові енергетичної ефективності.

- Модель 4: парні коефіцієнти кореляції між значеннями енергоефективності та обсягами викидів забруднюючих речовин, утвореними відходами I-III класів небезпеки від економічної діяльності підприємств та організацій мають сильний прямий зв'язок ($r_{x17}=0,8352$; $r_{x18}=0,8852$), тобто зменшення досліджуваних індикаторів має вагомий вплив на рівень енергетичної ефективності.

- Модель 5: парний коефіцієнти кореляції між значенням енергоефективності та викидами CO₂ від транспорту має прямий зв'язок слабкої вагомості ($r_{x19}=0,288$), а вплив показника, який відображає щорічну зміну відсотків у виробництві відновлюваної енергії має обернений зв'язок слабкої вагомості ($r_{x20}=-0,0874$). Доцільно звернути увагу на взаємозв'язок показників енергоефективності та X Var20, при умовах стабільного розвитку в напрямі вуглецевої нейтральності даний індикатор повинен мати обернений зв'язок середньої або сильної вагомості, адже за рахунок саме впровадження відновлювальних джерел у виробництво рівень енергетичної ефективності зростає.

При проведенні множино-регресійного аналізу екологічних індикаторів з показником енергоефективності було виявлено чотири моделі з найбільшим значення коефіцієнта детермінації: Модель 1 ($R^2=0,9277$); Модель 2 ($R^2=0,83667$), Модель 3 ($R^2 = 0,8237$) та Модель 4 ($R^2 = 0,8936$). Це означає, що в порівнянні з попередніми індикаторами соціальної складової, екологічні індикатори мають більший вплив на рівень енергоефективності, тобто, при формуванні стратегії зміцнення позицій енергетичної ефективності необхідно спрямовувати увагу на удосконалення усіх можливих екологічних показників, адже вони

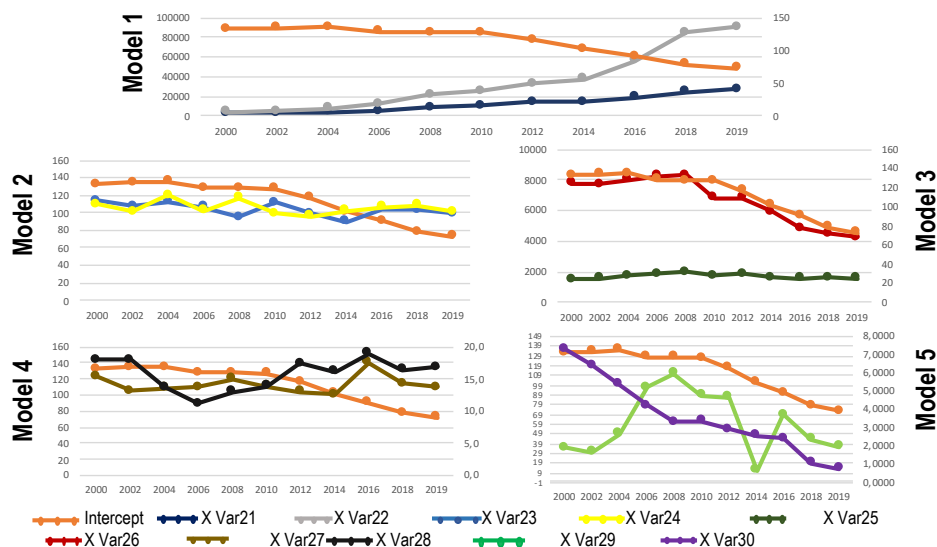
взаємопов'язані між собою та розвивати еколого-інноваційний потенціал підприємницької діяльності.

Для проведення множинного кореляційно-регресійного аналізу взаємозв'язків енергоефективності та 10 індикаторів економічного розвитку, було сформовано 5 досліджуваних моделей шляхом групування аналізованих індикаторів. Таким чином, Модель 1 включає такі показники – Енергоефективність» (Intercept), Поточні витрати на охорону навколишнього середовища» (X Var21) та ВВП на душу населення (X Var22); Модель 2 - Енергоефективність (Intercept), Індекси промислового виробництва (X Var23) та Індекси сільськогосподарського виробництва (X Var24); Модель 3 - Енергоефективність (Intercept), Обсяг перевезених вантажів (X Var25) та Обсяг перевезених пасажирів (X Var26); Модель 4 - Енергоефективність (Intercept), Індекс споживчих цін (X Var27) та Частка кількості інноваційно активних підприємств у загальній кількості промислових підприємств (X Var28); Модель 5 - Енергоефективність (Intercept), Прямі іноземні інвестиції, чистий приплив (X Var29) та Енергоємність проти ВВП на душу населення (X Var30).

Відповідно до розрахунків, представлених на рисунку 1.14 можна зробити такі висновки:

- Модель 1: парні коефіцієнти кореляції між показниками енергоефективності, поточними витратами на охорону навколишнього середовища та ВВП на душу населення мають сильний обернений зв'язок ($r_{x21}=-0,956$; $r_{x22}=-0,958$). Це означає, що чим вище значення досліджуваних індикаторів, тим нижче показник енергоефективності.

- Модель 2: парний коефіцієнт кореляції між показником енергоефективності та індексом промислової продукції має прямий зв'язок середньої вагомості ($r_{x23}=0,5174$), а між енергоефективністю та індексом сільськогосподарської продукції – слабкий прямий зв'язок ($r_{x24}=0,095$).



Results of multiple regression analysis

Model	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	
Model 1							$R^2 = 0,9214$
Intercept	141,0369	3,8087	37,0303	1,07E-17	133,0012	149,0725	Significance F=4,1E-10
X Var21	-1,1E-06	1,21E-06	-0,94078	0,359994	-3,7E-06	1,41E-06	$r_{x21}=-0,956$; $r_{x22}=-0,958$
X Var22	-0,00044	0,0003	-1,2998	0,211015	-0,00116	0,000276	
Model 2							$R^2 = 0,2681$
Intercept	-6,9809	65,4911	-0,1066	0,9164	-145,155	131,1932	Significance F=0,0704
X Var23	1,13501	0,4626	2,4534	0,0252	0,1589	2,1111	$r_{x23}=0,5174$;
X Var24	0,0505	0,5017	0,1007	0,92099	-1,00801	1,10903	$r_{x24}=0,095$
Model 3							$R^2 = 0,9247$
Intercept	36,5927	15,4585	2,3672	0,0301	3,9782	69,2073	Significance F=2,8E-10
X Var25	-1,5E-05	1,06E-05	-1,43502	0,1694	-3,8E-05	7,18E-06	$r_{x25}=0,4335$;
X Var26	1,54E-05	1,19E-06	12,8963	3,32E-10	1,29E-05	1,79E-05	$r_{x26}=0,957$
Model 4							$R^2 = 0,2017$
Intercept	213,0444	55,6264	3,8299	0,0013	95,6829	330,4059	Significance F=0,1473
X Var27	-0,3628	0,45197	-0,8027	0,4332	-1,3164	0,5908	$r_{x27}=-0,249$; $r_{x28}=-0,414$
X Var28	-3,6854	2,1346	-1,7265	0,1024	-8,189	0,8183	
Model 5							$R^2 = 0,8543$
Intercept	65,4239	5,5807	11,7233	1,44E-09	53,6497	77,19802	Significance F=7,8E-08
X Var29	3,7556	0,9539	3,9371	0,0011	1,74303	5,76809	$r_{x29}=0,3532$;
X Var30	9,7449	1,0564	9,2246	4,99E-08	7,5161	11,9737	$r_{x30}=0,849$

Рисунок 1.14 – Вплив економічних показників на рівень

енергоефективності: результати багаторазового регресійного аналізу,

2000-2019

Доцільно було б відмітити, що для країни ефективною була б обернена модель звязків енергоефективності з індексами промислової та

промислової продукції, таким чином, можна було б стверджувати про сталий розвиток енергетичної ефективності на мікро- та макрорівні.

- Модель 3: парний коефіцієнт кореляції між показником енергоефективності та обсягом перевезення вантажів має прямі зв'язки середньої вагомості ($r_{x25}=0,4335$), а між значенням енергоефективності та обсягом перевезених пасажирів – сильні прямі зв'язки ($r_{x26}=0,957$). В досліджуваному випадку зменшення обсягів перевезення пасажирів вплинуло позитивно на значення енергоефективності.

- Модель 4: парний коефіцієнт кореляції між значенням енергоефективності та індексом споживчих цін має слабкий обернений зв'язок ($r_{x27}=-0,249$), відповідно до значення показника кореляції взагалі не впливає на рівень енергоефективності. Парний коефіцієнт кореляції між значенням енергоефективності та частки інноваційно активних підприємств у загальній кількості промислових підприємств має середній обернений зв'язок ($r_{x28}=-0,414$), тобто зміни досліджуваних індикаторів не несуть вагомого впливу на рівень енергетичної ефективності.

- Модель 5: парний коефіцієнти кореляції між значенням енергоефективності та прямими іноземними інвестиціями (чистий приплив) має прямий зв'язок середньої вагомості ($r_{x29}=0,3532$), а вплив показника, який відображає енергоємність ВВП на душу населення на рівень енергоефективності має прямий зв'язок сильної вагомості ($r_{x30}=0,849$).

При проведенні множино-регресійного аналізу формалізації взаємозв'язків економічних індикаторів на енергоефективність було виявлено три моделі з найбільшим значення коефіцієнта детермінації: Модель 1 ($R^2 = 0,9214$); Модель 3 ($R^2 = 0,9247$) та Модель 5 ($R^2 = 0,8543$). Це означає, що при формуванні стратегії зміцнення позицій енергоефективності необхідно в першу чергу спрямовувати увагу на удосконалення таких економічних напрямів розвитку, як: поточні витрати

на охорону навколишнього природного середовища, ВВП на душу населення, обсяг перевезених пасажирів, енергоємність ВВП на душу населення.

1.3. Розроблення економіко-математичної моделі з метою поелементного та інтегрального оцінювання ефективності енергетичної політики України

Результативність національних політик може обмежуватися ринковими інструментами, рівнем забезпеченості розумними технологіями та сприйняттям інновацій у своїх енергетичних секторах. Тому, при прямуванні до сталого розвитку та дифузії зелених інновацій можуть постати перепони у вигляді технічної неготовності до змін та незбалансованості нових енергетичних систем [215]. Транзитивні економіки переважно інтегрують відновлювані джерела енергії та енергоефективні технології для досягнення цілей сталого розвитку [97]. І на шляху цих змін можуть зустрічати значний супротив серед вже існуючих агентів енергетичного ринку. Подібна трансформація відбувається і в Україні. Вона пов'язана з необхідністю дотримання українським урядом євроінтеграційних та екологічних ініціатив, зобов'язань перед іноземними партнерами [161]. Проте чи дійсно такі зміни призводять до покращення продуктивності енергетичного сектору в Україні? Потребується розуміння та інтегральне оцінювання ефективності енергетичної політики України.

В Європі та в ЄС було докладено значних зусиль до гармонізації європейських стандартів регулювання енергетичного ринку, вимірювання енергоефективності та енергозбереження, побудови сталої енергетичної системи [158]. В першу чергу, енергетичні ініціативи в ЄС спрямовувалися

на подолання залежності від імпорту енергії. Але вони також мали за мету і зменшення викидів парникових газів шляхом виробництва та споживання відновлюваної енергії [136]. Необхідність дотримання цілей енергоефективності зазначалися у численних висновках Європейського Консула, а також – були одним з цільових показників вимірювання у ‘Europe 2020 Strategy’ (2010). Проте, вже в 2011 році з’являється розуміння, що політика енергоефективності не дотримується, а встановлені цілі – не виконуються. Потребувалося впровадження більш комплексного підходу для реалізації енергоефективних ініціатив. І в березні 2011 року Європейською Комісією приймається ‘Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050’ з метою зменшення споживання енергії на 20% шляхом кумулятивного внеску країн членів ЄС [82].

Науковці визначають, що тригером для оновлення законодавства щодо енергоефективності стало ухвалення Directive 2012/27/EU. Однак, автори також підкреслюють, що оновлення та імплементація енергоефективної політики не є гомогенною для усіх членів ЄС, а отже є й відмінності у національних політиках та у досягненні цілей енергоефективності. Цієї ж думки притримуються [45]. Загалом, в ЄС є як численні популяризатори нової політики енергоефективності, так і непримиримі її критики.

Зокрема, [121] спираючись на парадокс Джевона, ставлять під сумнів можливість досягнення цілі зі зменшення споживання енергії (а отже, – і викидів забруднюючих речовин). Оскільки впровадження енергоефективних технологій, в цьому випадку, буде навпаки стимулювати до використання більш дешевих технологій та розширювати виробництво продуктів (тобто викиди в навколишнє середовище будуть зростати).

Д. Браун [82] наголошує на необхідності оновлення політики енергоефективності, але, водночас, і на постійному дотриманні вимог за програмами енергоефективності, оскільки невиконання їх цілей може

спричинити втрату впевненості суспільства у їх надійності. Окрім того, є й думки, що в Європі використання окремих інструментів не допоможе досягти відповідних цілей енергоефективності [317].

Проте серед робіт вчених можна знайти безліч доказів на підтримку енергоефективних ініціатив. У колективній праці [136] доводиться, що німецька політика енергоефективності має довгострокові макроекономічні ефекти. За розрахунками авторів роботи, позитивний вплив на ВВП і зайнятість становить від 0,88% до 3,38%.

Можна знайти підтвердження цих результатів і вже в більш пізніших роботах. Також наводять докази, що політика зеленої енергетики в Німеччині впливає на зростання ВВП та створення нових робочих місць навіть у короткостроковій перспективі, має стійкі енергетичні, екологічні та соціально-економічні наслідки від впровадження енергоефективних реформ.

За висновками Павлика В. [230], між ВВП, енергоефективністю, часткою зелених інвестицій та відновлювальних джерел енергії в енергоспоживанні є коінтеграція. А покращення якості регуляторної діяльності та удосконалення верховенства права спричинює підвищення енергоефективності в країні. З історичної ретроспективи безумовною є роль держави в активізації інвестиційних та інноваційних процесів, якісній трансформації екологічних перетворень [169, 189, 77]. Проте і місцеві фактори можуть слугувати каталізатором успішності реформ [210]. І значним чином їх результат залежить від рівня співпраці та синергії між державними органами, приватними компаніями та громадськими організаціями [321, 67].

Управлінські процеси, що зміцнюють енергоефективність та інвестиційну діяльність, можуть також стимулювати й енергетичні інновації [161]. З 2008 р. кількість досліджень з питань зелених інновацій зросла більш ніж у дев'ять разів, і надалі тільки буде збільшуватися [228].

Перспективними в галузі зелених інновацій вважаються роботи з хмарних обчислень та ERP-systems [244]; smart grids [66]; енергоефективності, циркулярній економіці [279].

В Україні питанням зелених інновацій та інвестицій також приділяється належна увага, особливо в сфері енергоефективності. Необхідність балансування попиту на енергію та обґрунтування ефективності тарифів з метою зменшення втрат теплової енергії та скорочення енергоспоживання усвідомлюється багатьма вченими.

Зокрема, для переходу на виробництво зеленої енергії дослідники [210, 182, 167] здійснюють регіональну диференціацію тарифів на електроенергію в 13 регіонах України, де зосереджені найбільші енергетичні потужності.

Аналіз переваг фінансування зелених інвестицій для досягнення цілей сталого розвитку виконується групою вчених [138]. Ними було доведено існування залежності між обсягом зелених інвестицій та показниками ефективності країни на шляху до досягнення цілей сталого розвитку.

А отже, й обґрунтування ефективності політики держави в енергетичній сфері повинно базуватися на індикаторах цілей сталого розвитку. Враховуючи євроінтеграційне спрямування України, для інтегрального оцінювання ефективності енергетичної політики в Україні авторами роботи були обрані для моделі п'ять субіндикаторів ЄС з цілі “Доступна і чиста енергія”, 2 субіндекатори з цілі “Гідна праця та економічне зростання”, і по одному індикатору з цілей “Відповідальне споживання та виробництво” and “Кліматичні дії”, а також – показник інноваційних витрат промислових підприємств в енергетичній сфері (таблиця 1.10). Джерелом статистичних даних для вхідних змінних моделі був сервіс Державної служби статистики. На жаль, український статистичний сервіс не публікує статистику за цілями сталого розвитку, що є повністю ідентичною статистичній методології ЄС.

Таблиця 1.10 – Вхідні змінні моделі

Індикатор цілей сталого розвитку	Визначення індикатору	Одиниці виміру
SDG_07_10	Споживання первинної енергії	Мільйон тонн нафтового еквівалента (TOE)
SDG_07_11	Кінцеве споживання енергії	Мільйон тонн нафтового еквівалента (TOE)
SDG_07_20	Кінцеве споживання енергії в домогосподарствах на душу населення	Кілограм нафтового еквівалента (KGOE)
SDG_07_30	Енергетична продуктивність	Євро за кілограм нафтового еквівалента (KGOE)
SDG_07_50	Залежність імпорту енергії за продуктами	Відсоток
SDG_13_20	Інтенсивність викидів парникових газів при споживанні енергії	Індекс, 2000=100
SDG_08_10	Реальний ВВП на душу населення	Євро на душу населення, (2010)
SDG_08_11	Частка інвестицій у ВВП за інституційними секторами	Відсоток
SDG_12_20	Продуктивність ресурсів та внутрішнє споживання матеріалів (DMC)	Євро кілограм, (2010)
INNOV	Інноваційні витрати промислових підприємств за галузями інновацій (Code D of NACE, Rev.2)	Тисяча грн

Джерело: систематизовано автором.

Тому, було зібрано річні дані з українського сервісу статистики за 2000-2019 рр. та розраховувалися як індикатори для моделі у відповідності до the Directive 2012/27/EU, Directive (EU) 2018/2002, Regulation (EC) No 1099/2008, data descriptions of the Statistical Office of the European Union. Відсутні або невідомі дані за окремими роками для моделі заповнювалися за методом ковзного середнього.

Оскільки, діапазон даних досить сильно варіюється та містить різні вимірники, було прийнято рішення про їх нормалізацію. Було необхідно, щоб кожен параметр сприяв пропорційному внеску в результат оптимізації для коректної роботи моделі. Для масштабування даних до фіксованого діапазону [0,1] використовувалася міні-максна нормалізація (1.5):

$$x_{norm\ it} = \frac{x_{it} - \min(x_{it})}{\max(x_{it}) - \min(x_{it})} \quad (1.5)$$

де x_{it} та x_{norm} це оригінал, а нормоване значення i -ознаки за час t , $\max(x_{it})$ та $\min(x_{it})$ - це максимальні та мінімальні значення i -ознаки за час t в діапазоні x .

Після нормалізації даних, були побудовані гістограми для обрання кращої моделі для експрес оцінювання ефективності енергетичної сфери в Україні (рисунок 1.15).

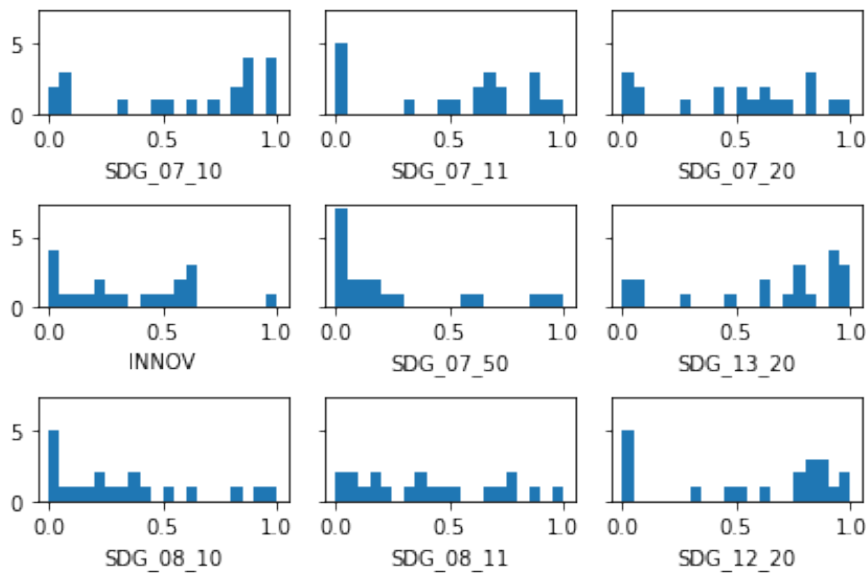


Рисунок 1.15 – Гістограми для вхідних змінних моделі

Джерело: розраховано авторами.

Відповідно до отриманих результатів, не можна не побачити відмінностей у розподілі даних. Дані не центровані мають декілька піків та відмінності в середніх значеннях (таблиця 1.11). Переважає розподіл значень з перекосом вліво, оскільки їх середні менші за медіану. Аналіз статистики дисперсії також показує деякі варіації значень, від 0.270 (для індикатора витрат на інновації) до 0.372 (для індикатора споживання первинної енергії).

Таблиця 1.11 – Описова статистика змінних

	SDG_07_10	SDG_07_11	SDG_07_20	SDG_07_30	SDG_07_50	SDG_13_20	SDG_08_10	SDG_08_11	SDG_12_20	INNOV
count	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
mean	0.596	0.542	0.499	0.294	0.268	0.632	0.325	0.408	0.577	0.347
std	0.372	0.344	0.329	0.325	0.339	0.354	0.311	0.310	0.368	0.270
min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25%	0.256	0.252	0.216	0.042	0.023	0.436	0.069	0.149	0.251	0.131
50%	0.762	0.656	0.545	0.181	0.130	0.760	0.240	0.373	0.753	0.302
75%	0.880	0.771	0.748	0.398	0.357	0.909	0.443	0.675	0.867	0.574
max	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Джерело: розраховано авторами.

Зважаючи на результати описової статистики всіх індикаторів, була обрана звичайна модель найменших квадратів для оцінювання та прогнозування ефектів енергетичної політики України, що в загальному вигляді має такий вигляд (1.6):

$$y_t = X_t \beta_i + \varepsilon_t \quad (1.6)$$

де $p \times 1$ - вектор залежної змінної за час t , y_t , є лінійною комбінацією матриці $p \times q$ пояснювальних змінних за час t , X_t , $q \times 1$ вектора невідомих коефіцієнтів ($i = 1, \dots, q$), β_i та $p \times 1$ вектора помилок змінних у часі t , ε_t .

Лінійна функція вхідних змінних представлена нижче (1.7):

$$\begin{aligned} \text{SDG_07_30}_t = & \beta_1 + \beta_2 \cdot \text{SDG_07_10}_t + \beta_3 \cdot \text{SDG_07_11}_t + \\ & \beta_4 \cdot \text{SDG_07_20}_t + \beta_5 \cdot \text{SDG_07_50}_t + \beta_6 \cdot \text{SDG_13_20}_t + \\ & \beta_7 \cdot \text{SDG_08_10}_t + \beta_8 \cdot \text{SDG_08_11}_t + \beta_9 \cdot \text{SDG_12_20}_t + \beta_{10} \cdot \text{INNOV}_t + \\ & \varepsilon_t \end{aligned} \quad (1.7)$$

де продуктивність енергії, $SDG_07_30_t$, є функцією споживання первинної енергії, $SDG_07_10_t$, кінцеве споживання енергії, $SDG_07_11_t$, кінцеве споживання енергії в домогосподарствах на душу населення, $SDG_07_20_t$, залежність від імпорту енергії за продуктами, $SDG_07_50_t$, інтенсивність викидів парникових газів при споживанні енергії, $SDG_13_20_t$, реальний ВВП на душу населення, ЦУР_08_10_t, частка інвестицій у ВВП за інституційними секторами, ЦУР_08_11_t, продуктивність ресурсів та внутрішнє споживання матеріалів, ЦУР_12_20_t, інноваційні витрати промислових підприємств, $INNOV_t$, у часі t ; $\beta_1.. \beta_{10}$ - коефіцієнти моделі OLS; ε_t - помилки змінних у часі t .

До запропонованої моделі, було протестовано питання: “Чи допомагає якась із змінних X_t пояснити продуктивність енергії в Україні за останні двадцять років?” шляхом обґрунтування гіпотез:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{10} = 0;$$

$$H_a: \exists \beta_i \neq 0, i = 2, \dots, 10.$$

Для пошуку змінних, що краще описують зв'язок з енергоефективною політикою була обрана стратегія просування в розрахунках від загальної до конкретної моделі. Після отримання для всіх змінних моделі значущих величин, коефіцієнти регресії були перевірені для доведення гіпотез з допомогою двох тестів: RESET test and Jarque-Bera test.

Методичним інструментом для проведення дослідження став the Python 3.6.11 package statsmodels, з допомогою якого були виконані розрахунки та перевірка моделі.

Перед проведенням моделювання, авторами була перевірена залежність між результатами енергоефективної політики (індикатором якої є SDG_07_30) та ендогенними індикаторами вуглецево-нейтральної економіки з допомогою діаграм розсіювання. Як показано на рисунку 1.16 існує сильний позитивний лінійний зв'язок між енергоефективністю та

двома з дев'яти індексів. Це 'Залежність імпорту енергії за видами товарів' (SDG_07_50) and 'Реальний ВВП на душу населення' (SDG_08_10).

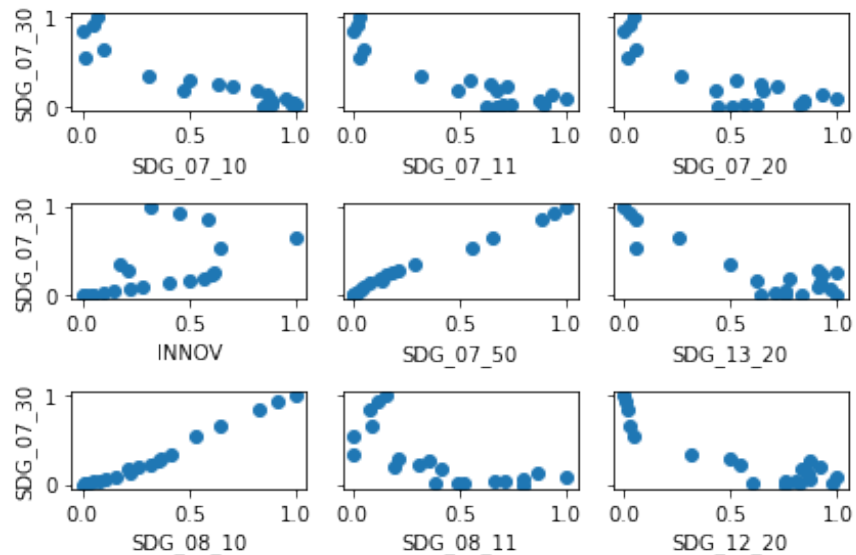


Рисунок 1.16 – Графіки розсіювання для вхідних змінних моделі
Джерело: розраховано авторами.

Показник енергетичної ефективності інтегрально може виміряти результативність державних регуляторних інтервенцій в енергетичній сфері та є індикатором успішності або неефективності енергетичних реформ. В даному випадку, зважаючи на представлені дані, такий зв'язок може свідчити про покриття енергетичних потреб при зростанні виробництва реального ВВП за рахунок чистого імпорту енергії в державі. Або може вказувати на деяке завищення тарифів на енергетичні ресурси в Україні у порівнянні тарифами країн-сусідів. Що стосується витрат на інновації в енергетичній сфері, то цей індекс не дасть змогу лінійно описати залежність, оскільки присутні сторонні точки в зоні підвищення витрат на інновації.

У таблиці 1.12 представлені результати OLS-моделювання для функцій енергоефективності та обраних ендогенних індикаторів.

Таблиця 1.12 – Результати OLS моделювання регресії

	Model1	Model2	Model3	Model4	Model5	Model6	Model7
SDG_07_10	0.0035 (0.0130)	0.0042 (0.0080)					
SDG_07_11	-0.0449 (0.0582)	-0.0480 (0.0356)	-0.0357 (0.0261)	-0.0185*** (0.0035)	-0.0183*** (0.0033)	-0.0171*** (0.0030)	-0.0152*** (0.0025)
SDG_07_20	0.0202 (0.0379)	0.0220 (0.0266)	0.0144 (0.0217)				
SDG_07_50	0.5269*** (0.0169)	0.5261*** (0.0123)	0.5277*** (0.0115)	0.5238*** (0.0097)	0.5246*** (0.0090)	0.5184*** (0.0065)	0.5167*** (0.0064)
SDG_13_20	0.0044 (0.0044)	0.0045 (0.0040)	0.0044 (0.0039)	0.0033 (0.0035)	0.0034 (0.0033)		
SDG_08_10	0.4622*** (0.0152)	0.4626*** (0.0136)	0.4620*** (0.0131)	0.4686*** (0.0084)	0.4675*** (0.0074)	0.4722*** (0.0058)	0.4726*** (0.0059)
SDG_08_11	-0.0004 (0.0050)						
SDG_12_20	0.0031 (0.0037)	0.0030 (0.0033)	0.0035 (0.0030)	0.0032 (0.0029)	0.0031 (0.0028)	0.0030 (0.0028)	
Intercept	0.0112 (0.0079)	0.0116* (0.0057)	0.0106* (0.0052)	0.0077** (0.0029)	0.0076** (0.0027)	0.0092*** (0.0022)	0.0103*** (0.0020)
INNOV	-0.0022 (0.0038)	-0.0024 (0.0031)	-0.0020 (0.0029)	-0.0005 (0.0019)			
R-squared	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
R-squared Adj.	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Standard errors in parentheses.
* p<.1, ** p<.05, ***p<.01

Джерело: розраховано авторами.

При використанні стратегії розрахунків від загальної до конкретної моделі, було зроблено сім раундів оптимізації. Пошук завершився, коли були отримані для всіх змінних моделі значущі величини p-value (з рівнем значущості $\alpha=0.05\%$). Відповідно до результатів OLS моделювання, на показник ефективності енергетичної політики в Україні мають вплив такі змінні, як: ‘Енергозалежність за видами товарів’ (SDG_07_50), ‘Реальний ВВП на душу населення’ (SDG_08_10), та ‘Кінцеве енергоспоживання’ (SDG_07_11). Оцінка останньої змінної має значно менший ефект на результати регресії, та показує негативний зв'язок з показником енергоефективності (1.8):

$$SDG_{07_30_t} = 0.0103 + 0.0152 \cdot SDG_{07_11_t} + 0.5167 \cdot SDG_{07_50_t} + 0.4726 \cdot SDG_{08_10_t} + \varepsilon_t \quad (1.8)$$

Відповідно до результатів моделювання, підвищення залежності від імпорту енергії за продуктами на 1% в Україні призводить до підвищення енергетичної продуктивності на 51.67% за інших незмінних умов.

Підсумок тестування гіпотез моделі OLS, представлений у таблиці 1.14. І тест RESET, і тест Ярка-Бери вказують, що дана модель має коректну специфікацію. При цьому при статистиці $\sim 1,199$ та р-значенні $\sim 0,274$ тесту RESET та при статистиці $\sim 0,011$ та р-значенні $\sim 0,994$ тесту Жарка-Бера (а гіпотези H_0 відхилено на рівні 5% значимості).

Таблиця 1.13 – Підсумок тестування гіпотез моделі OLS

Test name	Test statistic	p-value	Test result
RESET	F= 1.199	0.274	H_0 : Rejected
Jarque-Bera	JB= 0.011	0.994	H_0 : Rejected

Джерело: розраховано авторами.

Аналіз питань європейської енергоефективної політики безумовно необхідний для розуміння траєкторії інноваційного руху економіки України, адаптації зелених інновацій та посилення євроінтеграційних прагнень України. Цілям стратегії розвитку енергетичного ринку відповідає гармонізація європейських стандартів регулювання енергетики, вимірювання енергоефективності та енергозбереження, побудови сталої енергетичної системи. Фінансування зелених інновацій має свої переваги для досягнення цілей сталого розвитку.

Застосовуючи OLS-моделювання для функцій енергоефективності та обраних ендогенних індикаторів було досліджено змінні для пояснення джерел енергетичної ефективності в Україні за останні двадцять років. Відповідно до результатів OLS моделювання, на показник ефективності енергетичної політики в Україні мають вплив такі параметри, як:

‘Залежність імпорту енергії за видами товарів’ (SDG_07_50), ‘Реальний ВВП на душу населення’ (SDG_08_10), та ‘Кінцеве енергоспоживання’ (SDG_07_11). Оцінка останньої змінної має значно менший ефект на результати регресії, та показує негативний зв'язок з показником енергоефективності. Результати моделі були перевірені з допомогою RESET and Jarque-Bera тестів, та показали коректність запропонованої моделі.

РОЗДІЛ 2 РЕТРОСПЕКТИВНИЙ ПОРТРЕТ РОЗРИВІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ» ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ ЗАЛЕЖНО ВІД СОЦІО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ПАТЕРНІВ ЇЇ РОЗВИТКУ

2.1. Розроблення моделі для оцінювання розривів енергоефективності національної економіки та побудова їх «ретроспективних портретів залежно від соціо-еколого-економічних патернів розвитку України

Для формування методології дослідження було використано спільні напрацювання, що представлені у роботі [295, 309, 23].

Для оцінювання рівня розривів енергоефективності використано метод стохастичного фронтального аналізу (СФА) та функцію енерговідстані Шепарда. У загальному вигляді стохастичну виробничу фронтальну функцію можна представити у вигляді:

$$\ln x_{it} = a_0 + \sum_n a_n \ln c_{nit} + w_{it} - z_i \quad (2.1)$$

де x_{it} – значення узагальнюючого індикатора i -тої продукції за рік;
 c_{nit} – параметри узагальнюючого індикатора i -тої продукції/послуги за період t ; z_i – позитивні інваріантні випадкові змінні, що обумовлені технічними розривами; w_{it} – ймовірні величини i -ї продукції/послуги в році t , які характеризують вплив статистичного шуму; \ln – натуральний логарифм; $a_0 \dots a_n$ – розрахункові індикатори моделі; $i = 1, \dots, N$; $t = 1, \dots, T$; $z_i \geq 0$.

Розриви енергоефективності оцінюються на основі методології, що наведено у роботі [295, 309, 23] з використанням функції Шепарда:

$$EG = \frac{1}{D_E(K, L, E, Y)} \quad (2.2)$$

де $D_E(K, L, E, Y)$ – функція енерговідстані Шепарда; L – кількість працездатного населення країни; E – обсяги спожитої енергії в країні; Y – ВВП країни; K – обсяги капіталу в країні; EG – рівень розривів енергоефективності у національній економіці.

Враховуючі специфіку фронтального аналізу та функцію енерговідстані Шепарда, транслогарифмічну стохастичну фронтальну модель в межах даного дослідження запропоновано представити у вигляді:

$$\begin{aligned} -\ln E^t = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln K^t + \alpha_2 \ln L^t + \alpha_3 \ln Y^t + \frac{1}{2} \alpha_4 \ln(K^t)^2 + \\ & \frac{1}{2} \alpha_5 \ln(L^t)^2 + \frac{1}{2} \alpha_6 \ln(Y^t)^2 + \alpha_7 (\ln K^t)(\ln L^t) + \alpha_8 (\ln K^t)(\ln Y^t) + \\ & \alpha_9 (\ln L^t)(\ln Y^t) + \beta_0 T + \beta_1 T^2 + \beta_3 (T)(\ln K^t) + \beta_4 (T)(\ln L^t) + \\ & \beta_5 (T)(\ln Y^t) + \vartheta^t - \mu^t \end{aligned} \quad (2.3)$$

$$\mu^t = \gamma_0 + \theta_0 \text{KOF}^t + \theta_1 \text{Trade}^t + \theta_2 U^t + \varepsilon^t \quad (2.3)$$

де $\alpha_0 \dots \alpha_9, \beta_0 \dots \beta_5, \gamma_0, \theta_0 \dots \theta_2$ – константи моделі; K – обсяги валового основного капіталу в країні; L – кількість працездатного населення країни; E – обсяги спожитої енергії в країні; Y – валовий внутрішній продукт країни; Trade – рівень відкритості економіки країни; KOF – індекс глобалізації; $t=1 \dots T$ – період дослідження; ϑ^t – нормально розподілена складова статистичних помилок, що враховує статистичні шуми та вплив випадкових зовнішніх факторів; μ^t – компонента, що пояснює причини неефективного використання енергії; ε – статистична похибка моделі.

Відмітимо, що сформований підхід для оцінювання розривів енергоефективності у національній економіці дозволяє врахувати ймовірнісний характер зовнішніх факторів-впливів (індекс глобалізації, рівень відкритості економіки, рівень урбанізації) розривів енергоефективності, динаміку зміни обсягів розривів енергоефективності в Україні, описати критичні точки розривів енергоефективності.

Для оцінювання розривів енергоефективності було сформовано масив статистичних даних на основі аналітичних звітів Світового банку, Швейцарського економічного інституту, Міжнародної енергетичної агенції. Розрахунки розривів енергоефективності здійснено за допомогою програмного комплексу Stata 14 за 2002–2019 рр.

Описова статистика сформованого масиву даних для оцінювання розривів енергоефективності у національній економіці та їх графічна інтерпретація представлена в таблиці 2.1–2.2 та рисунку 2.1.

Таблиця 2.1 – Описова статистика вихідних даних для оцінювання розривів енергоефективності у національній економіці

	Енергоефективність	ВВП	Капітал	Індекс глобалізації	Праця	Відкритість економіки
Mean	2770.101	1.12e+11	2.10e+10	69.61000	46297463	101.1334
Median	2813.160	1.15e+11	1.96e+10	71.66000	45962036	100.6741
Maximum	3033.180	1.83e+11	4.50e+10	76.95000	49176500	119.8583
Minimum	2334.410	3.13e+10	6.14e+09	59.81000	44385155	89.86634
Std. Dev.	243.5265	4.86e+10	1.06e+10	6.423625	1385282.	7.925406
Skewness	-0.643519	-0.186621	0.478613	-0.402376	0.587504	0.464682
Kurtosis	2.140724	1.897022	2.561147	1.534224	2.301703	2.890462
Jarque-Bera	1.496763	1.129891	0.924060	2.330102	1.556887	0.729763
Probability	0.473132	0.568391	0.630003	0.311907	0.459120	0.694279
Sum	41551.51	2.23e+12	4.21e+11	1392.200	9.26e+08	2022.667
Sum Sq. Dev	830272.2	4.49e+22	2.14e+21	783.9962	3.65e+13	1193.429

Джерело: побудовано авторами.

Таблиця 2.2 – Кореляційна матриця вихідних даних для оцінювання розривів енергоефективності у національній економіці

	Енергоеф.	ВВП	Інд. Глобал.	Капітал	Праця	Відкр. ек.
Енергоеф	1.000000	-0.078912	-0.339626	0.161174	0.122967	-0.166302
ВВП	-0.078912	1.000000	0.914870	0.917233	-0.913621	-0.502356
Інд. Глобал	-0.339626	0.914870	1.000000	0.697137	-0.956477	-0.399922
Капітал	0.161174	0.917233	0.697137	1.000000	-0.735692	-0.537410
Праця	0.122967	-0.913621	-0.956477	-0.735692	1.000000	0.540647
Відкр. ек	-0.166302	-0.502356	-0.399922	-0.537410	0.540647	1.000000

Джерело: побудовано авторами.

Графічна інтерпретація описової статистики представлено на рисунку 2.1-2.2.

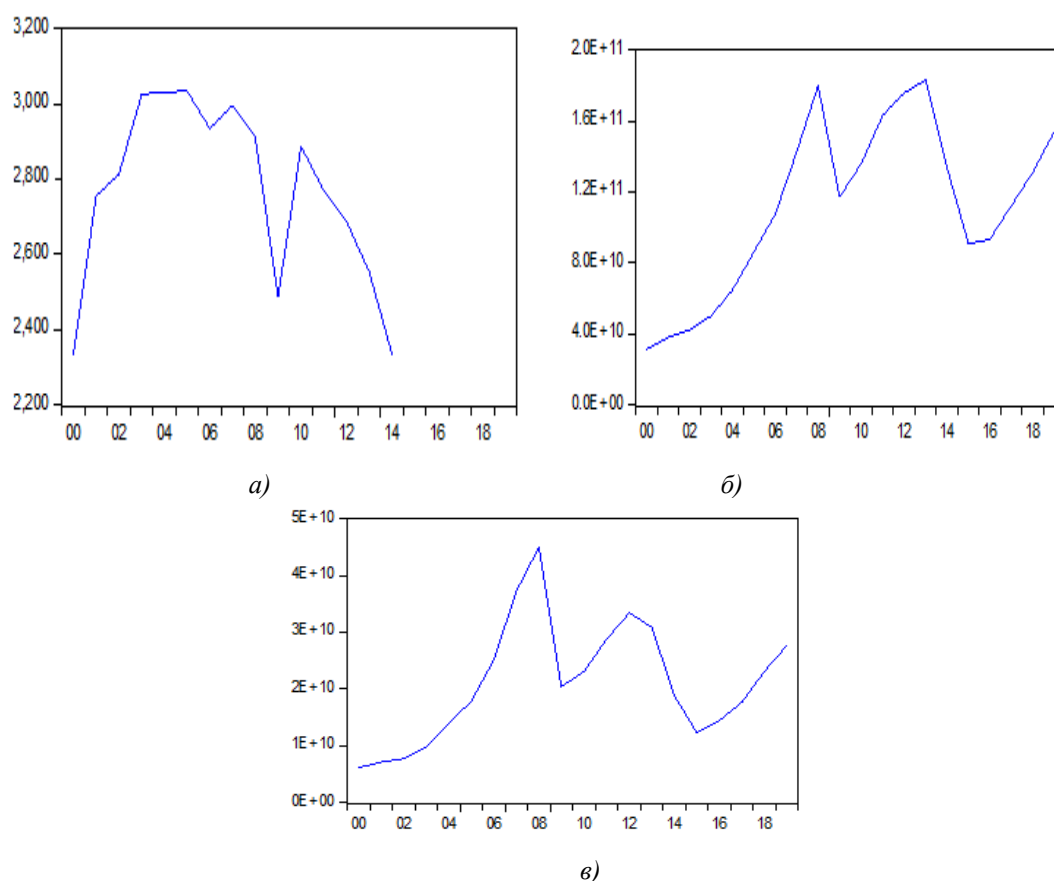


Рисунок 2.1 – Графічна інтерпретація вихідних даних для оцінювання розривів енергоефективності в Україні, 2000-2019 рр. (а) обсяги спожитої енергії (кілограм нафтового еквівалента); б) валовий внутрішній продукт країни (дол. США); в) обсяги валового основного капіталу (дол. США)

Джерело: побудовано авторами.

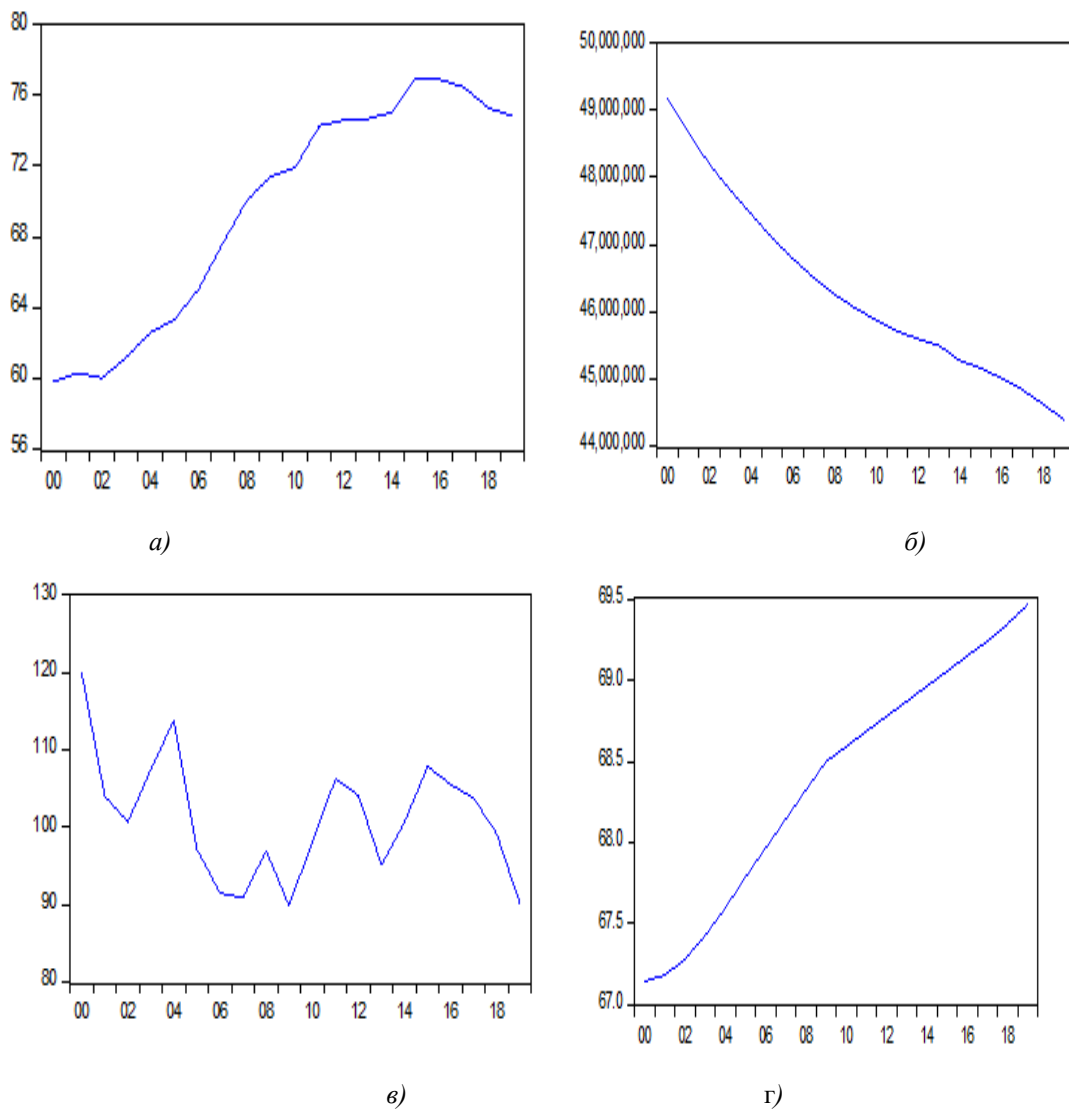


Рисунок 2.2 – Графічна інтерпретація вихідних даних для оцінювання розривів енергоефективності в Україні, 2000-2019 рр. (а) індекс глобалізації; б) кількість працездатного населення; в) рівень відкритості економіки (% від ВВП); г) частка міського населення в його загальній кількості (%))

Джерело: побудовано авторами.

Результати оцінювання параметрів $\alpha_0 \dots \alpha_9, \beta_0 \dots \beta_5, \theta_0 \dots \theta_2$ рівнянь (8-9) подано у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати оцінювання розривів енергоефективності у національній економіці

Константи	Значення	Статистична значущість
α_1	1.366	0.048
α_2	-2.123	0.056
α_3	-1.358	0.044
α_5	0.081	0.023
α_4	-0.101	0.032
α_6	-0.001	0.131
α_7	-0.022	0.236
α_9	0.049	0.024
α_8	0.0657	0.368
β_0	-0.051	0.048
β_1	0.0001	0.039
β_4	-0.003	0.024
β_3	0.003	0.044
β_5	0.0004	0.126
θ_0	-0.344	0.607
θ_1	1.512	0.064
θ_2	0.332	0.156

Джерело: побудовано авторами.

На основі отриманих емпіричних даних було сформовано критичні значення розривів енергоефективності національної економіки. Відповідно інтервал коливання величини розривів енергоефективності становить від 1 до 0. При цьому, якщо:

$EG = 0$ – відсутні розриви енергоефективності;

$EG \geq 1$ – граничний рівень розривів енергоефективності.

Графічну інтерпретацію результатів оцінювання розривів енергоефективності подано на рисунку 2.3.

Емпіричні результати дають підстави зробити висновок, що середній рівень розривів енергоефективності у національній економіці у 2002-1019 роках становив 0,12 пунктів. При цьому у 2019 році та 2015 році ці розриви мали найвище значення. У першу чергу дані критичні значення обумовлені

світовою фінансовою кризою та загостренням військово-політичних конфліктів в країні.

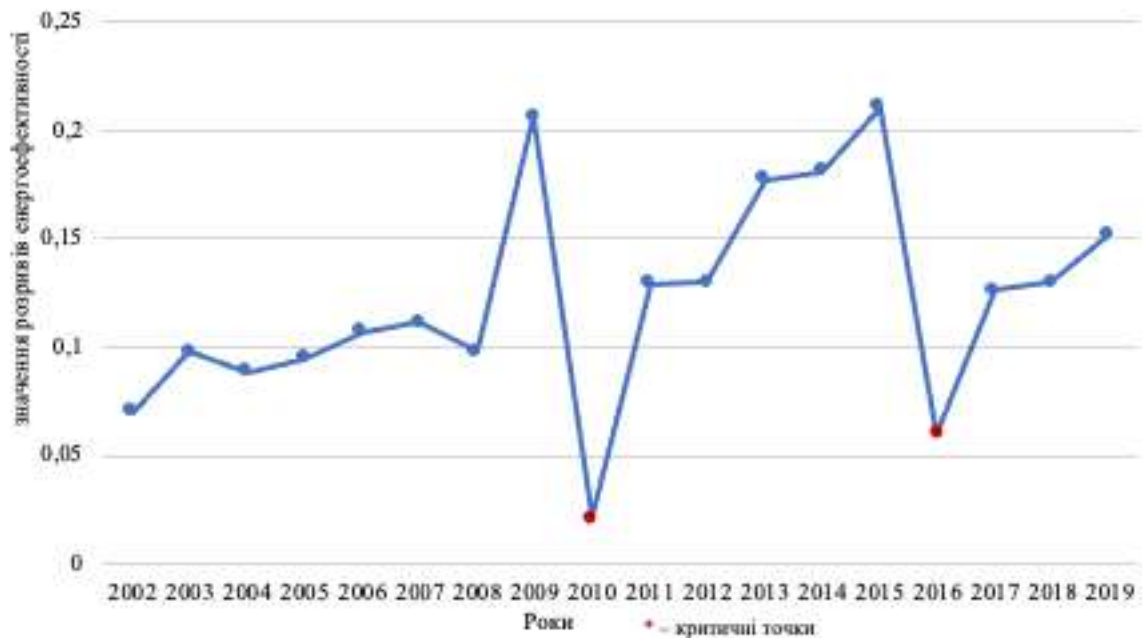


Рисунок 2.3 – Графічна інтерпретація результатів оцінювання розривів енергоефективності в Україні у 2002-2019 рр.

Джерело: побудовано авторами.

Слід відмітити, що дії уряду щодо мінімізації обсягів розривів енергоефективності шляхом імплементації «Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв із відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010–2020 рр.», 2015 р. – «Стратегія сталого розвитку «Україна – 2020», «Стратегія національної безпеки України», «Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 р.» мали високу ефективність на перших етапах. Саме у 2010 р. та 2016 р. – розриви енергоефективності були мінімальні.

2.2. Визначення статистичної значущості впливу соціо-еколого-економічних факторів на величину розривів енергоефективності національної економіки

У грудні 2019 року на саміті ООН COP25 було прийнято нову кліматичну стратегію «Green Deal Policy», яка сприяє переходу до циркулярної та безвуглецевої економіки. Враховуючи євроінтеграційний вектор розвитку України, необхідним є синхронізація національної енергетичної політики з основними принципами енергетичної політики ЄС. Результати порівняльного аналізу України та країн ЄС показали, що вітчизняний рівень енергоефективності національної економіки є нижчою порівняно з країнами ЄС. У той же час, в Україні рівень енергоефективності зріс у 2019 році порівняно з 2018 роком. З іншого боку, таке збільшення є наслідком зменшення обсягів промислового виробництва через політичну нестабільність в країні, а не за рахунок удосконалення управління в енергетичному секторі або імплементації зелених інновацій в енергетичному секторі. Враховуючи оцінку експертів, Україна має великий потенціал стати енергоефективною країною та забезпечити швидку трансформацію до вуглецево-нейтральної економіки. При цьому в Україні однією з головних цілей є зменшення розривів в енергоефективності національної економіки. У той же час досвід країн ЄС підтвердив, що розриви енергоефективності можуть бути зменшені за умови впровадження ефективної державної політики, заснованої на емпірично обґрунтованих таргетах та положеннях «Green Deal Policy».

Результати бібліометричного аналізу наукових досліджень щодо розривів енергоефективності свідчать, що в основному вчені аналізували розриви енергоефективності з технічної точки зору. Останні роки науковці почали досліджувати проблеми впливу інституційної якості та зелених

свідчать, що розгалуженість економічних та математичних моделей [210, 212, 215] (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Підходи до перевірки гіпотези про зв'язок між інституційним середовищем, ефективність економічного, соціального та екологічного розвитку, динамікою споживання енергії від відновлюваних джерел та енергоефективністю національної економіки

Рік	Метод	Змінні	Взаємозв'язок
1993-2004	RE; GMM	Обсяги викидів вуглекислого газу, ВВП, обсяг споживання енергії, якість інституційного середовища, відкритість економіки, фінансовий розвиток, рівень інфляції	Так
1980-2012	ARDL S	Обсяги викидів вуглекислого газу, ВВП, енергоспоживання, рівень урбанізації, відкритість економіки, прями іноземні інвестиції	Так
1996-2010	OLS; GMM S	Обсяги викидів вуглекислого газу, ВВП, рівень енергоефективності, якість інституційного середовища, відкритість економіки, фінансовий розвиток	Так
1980-2015	OLS; GMM	Обсяги викидів вуглекислого газу, ВВП, енергоємність, рівень урбанізації, відкритість економіки, обсяг прямих іноземних інвестицій, приріст населення в країні, рівень нерівності	Так
1990-2007	OLS	ВВП, індекс глобалізації, обсяги викидів парникових газів, фінансовий розвиток, якість інституційного середовища	Так
1991–2017	GMM	ВВП, індекс глобалізації, обсяги викидів парникових газів, фінансовий розвиток, якість інституційного середовища	Так
2015	ECM	обсяг енергії з відновлювальних джерел; ВВП; якість інституційного середовища	Так

Джерело: складено авторами

У рамках дослідження було висунуто наступні гіпотези:

H1: підвищення якості інституціонального середовища провокує зростання обсягу залучених зелених інвестицій в енергетичний сектор.

H2: наявність двостороннього взаємозв'язку між обсягами залучених зелених інвестицій та інституціональними детермінантами, що провокує виникнення додаткових синергетичних ефектів, які дозволяють знизити обсяги розривів енергоефективності національної економіки.

Автор [69] аналізуючи взаємозв'язок між економічним зростанням, обсягами викидів парникових газів та споживанням енергії емпірично підтвердив, що рівень інституціональної якості є посередником. Крім цього розрахунки підтвердили довгострокові взаємозв'язки між рівнем інституційної якості, економічним зростанням та обсягами споживання енергії. Відповідно до отриманих у роботі [194, 230] результатів, у рамках нашого дослідження якість інституціонального середовища визначається на основі концепції «Good Governance». Так, було обрано шість індикаторів Worldwide Governance Indicators (WGI):

- політичні та громадянські свободи (WGIVIA);
- політична стабільність уряду (WGIPS);
- рівень свободи та якість органів державної влади (WGIGE);
- рівень довіри громадськості до дій уряду (WGIRL);
- рівень суспільного сприйняття корупції (WGICC).

Світовим банком враховує ширший діапазон інституційних показників, тоді як Transparency International оцінює лише показник рівня корупції. Крім того, Світовим банком використано уніфіковану методологію для всіх показників, що дозволило усунути проблеми масштабування.

На першому етапі вплив World Governance Indicators (WGI) (як показників інституційної якості) на розриви енергоефективності національної економіки було проаналізовано за допомогою моделі 1. Це дозволило розподілити найбільш значущі показники серед WGI для подальшого аналізу.

$$EG = \alpha_0 + \beta_i WGI_i + \varepsilon, \quad (2.4)$$

де α_0 – const; β_i – пошукові параметри; WGI_i – індекси інституціонального середовища; EG – розриви енергоефективності (розраховано на основі результатів у роботі); ε – errors.

На основі отриманих висновків, на наступному етапі було обрано статистично значущі показники інституційної якості для перевірки взаємозв'язку між обраними індексами інституційної якості, обсягами зелених інвестицій та величиною розривів енергоефективності. Для цього використано VEC-модель та тест Йохансена. Це дозволило визначити таргети для інвестиційних та інституційних детермінант, що б забезпечували щорічне зменшення розривів енергоефективності та стимулювали розвиток енергетичного сектора. Розроблений підхід передбачає виконання наступних етапів:

Збір статистичних даних для розробки економічної моделі. Інформаційну базу отримано з аналітичних звітів Світового банку, Євростату та Bloomberg. Перевірка на стаціонарність вибраних даних.

1. Перевірка коінтеграції між обраними показниками.
2. Перевірка гіпотези: короткострокові та довгострокові взаємозв'язки між обсягами споживанням енергії, зеленими інвестиціями в енергетичний сектор та обраними статистично значущими показники інституційної якості.

Для формування методології дослідження було використано спільні напрацювання, що представлені у роботі [138, 139, 166, 228, 230].

Враховуючу модель (5.1), економічну модель для перевірки висунутої гіпотези H2 можна представити у вигляді:

$$EG = F(GI, WGI_{st_sign}), \quad (2.5)$$

$$\Delta EG_t = \phi + \sum_{i=1}^n \alpha \Delta \ln GI_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_k \Delta WGI_{st_sign} + \eta ECT_{t-i} + \mu_{it} \quad (2.6)$$

EG – розриви енергоефективності; GI – обсяги зелених інвестицій; WGI_{st_sign} – обрані статистично значущі індикатори WGI; ECT – параметри, що описують довгострокові зв’язки між обсягами споживанням енергії, зеленими інвестиціями в енергетичний сектор та обраними статистично значущими показники інституційної якості.; ϕ – constant; α , β , γ , η – регресійні параметри; μ – статистичні помилки; $i=1, \dots, N$; $t=1, \dots, T$; Δ – оператор першої різниці для параметрів моделі.

Стаціонарність даних перевірено за використанням тесту Unit root test, Levin, Lin and Chu, Im Pesaran and Shin, Fisher Chi-square tests. За допомогою тесту Йогансена було оцінено коінтеграцію між обраними параметрами.

Аналіз проводився з використанням програмного забезпечення EViews10 для України за 2002–2019 роки.

Так, відповідно до обораної методології на першому етапі для відбору статистично значущих показників проводився аналіз показників WGI. Описова статистика та графічна інтерпретація динаміки WGI показані в таблиці 2.5 та на рисунку 5.1.

Таблиця 2.5 – Описова статистика індикаторів WGI для України за 2002-2019 роки

Індикатор*	WGICC	WGIGE	WGIPS	WGIRL	WGIVIA	WGIRQ
Mean	-0.929	-0.610	-0.706	-0.771	-0.167	-0.51
Median	-0.933	-0.603	-0.302	-0.781	-0.087	-0.535

Maximum	-0.722	-0.413	0.173	-0.681	0.091	-0.220
Minimum	-1.132	-0.834	-2.021	-0.819	-0.671	-0.629
Std. Dev.	0.127	0.129	0.829	0.040	0.240	0.114
Skewness	0.138	-0.203	-0.705	0.788	-0.868	1.199
Kurtosis	1.702	2.229	1.745	2.575	2.539	3.633
Jarque-Bera	1.247	0.537	2.523	1.888	2.287	4.359
Probability	0.536	0.766	0.283	0.389	0.319	0.113
Sum	-15.79	-10.372	-12.00	-13.102	-2.842	-8.662
Sum Sq. Dev.	0.259	0.268	11.00	0.026	0.922	0.206

Умовні позначення: Mean - середнє значення ряду даних; Median – медіана ряду даних; Maximum - максимальнє значення ряду даних; Minimum - мінімальнє значення ряду даних; Std. Dev. - стандартнє відхилення; Skewness - міра асиметрії розподілу ряду даних навколо його середнього значення; Kurtosis - числова характеристика розподілу ймовірностей фактичної випадкової величини ряду даних; Jarque-Bera - t тестова статистика для перевірки нормального розподілу ряду даних; Probability - p-статистики тесту Jarque-Bera; Sum Sq. Dev. - сума квадратів відхилень.

Джерело: розроблено авторами.

Враховуючи методологію Word Bank, показники інституційної якості оцінено за шкалою від -2,5 (низька якість) до 2,5 (висока якість). Таким чином, результати (табл. 2.5) підтвердили, що лише два показники набували позитивного значення. Так, у 2007 році – політична стабільність (WGIPS) 0,173, у 2018 році - політичні та громадянські свободи (WGIVIA) 0,09. Дані результати свідчать про низьку якість інституційної якості в Україні на 2002-2019 роки.

Два показники демонструють найбільш позитивну тенденцію підвищення якості інституціонального середовища за останні роки:

- свободи та кваліфікація органів державної влади (WGIGE);
- здатність уряду реалізовувати політику та правила (WGIRQ).

У той же час у роботі [230] запропоновано якість інституціонального середовища оцінювати за інтегральним індексом на основі поелементного оцінювання. З метою виявлення статистично значущих індикаторів серед

WGI розраховано парні коефіцієнти кореляції та їх статистичну значимість. Результати, показані на рисунку 2.6.

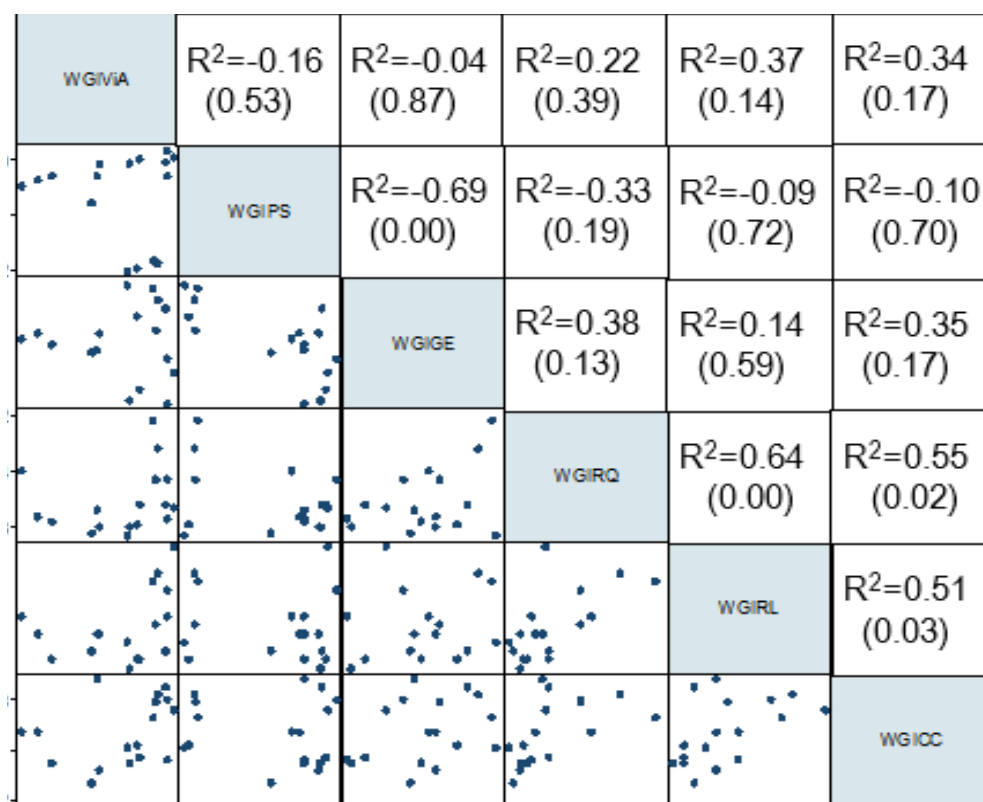


Рисунок 2.6 – Кореляційна матриця індикаторів WGI для України за період 2002-2019

Джерело: розроблено авторами на основі [192].

Отримані дані показали, що коефіцієнт кореляції був не вище 0,7 зі статистично значимим значенням, не більше 0,05. Це підтвержує, що інтегрований показник не дозволяє отримати адекватні результати без урахування відповідних вагових коефіцієнтів. Результати поелементної оцінки впливу WGI на розриви енергоефективності представлено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Результати поетапної оцінки впливу WGI на розриви енергоефективності в Україні, 2002-2019 рр.

Індикатор	Регресійне рівняння	Коефіцієнт детермінації	Статистична значущість регресійних коефіцієнтів	
			constant	WGI
WGIVIA	$EG=0.86-0.44WGIViA$	0.077	0.00	0.279
WGIPS	$EG =0.89-0.02WGIPS$	0.312	0.00	0.020
WGIGE	$EG =0.83-0.07WGIGE$	0.054	0.00	0.366
WGIRQ	$EG =0.92+0.09WGIRQ$	0.070	0.00	0.286
WGIRL	$EG =0.99+0.15WGIRL$	0.030	0.00	0.538
WGICC	$EG =0.97-0,10WGICC$	0.616	0.00	0.080

Джерело: розроблено авторами на основі [192].

Таким чином, загальний вплив інституціональних детермінант на розриви енергоефективності пояснювався політичною стабільністю понад 30% та сприйняттям корупцією громадськістю - 60%. Відповідні коефіцієнт детермінації дорівнювали 0,312 та 0,616 з високою статистичною значимістю. Таким чином, основними показниками серед WGI, які вплинули на розриви енергоефективності були: політична стабільність та сприйняття корупцією громадськістю. Висновки, наведені в таблиці 2.7, показали, що інформаційні критерії Akaike, Schwartz та Hannan-Quinn були вищими для моделі з відставанням протягом одного року. Статистична значимість параметрів для цього типу моделі була вищою - 1%.

Таблиця 2.7 – Визначення оптимальної кількості часових лагів для включення в модель для України у 2002-2019 рр.

Lag	Інформаційні критерії		
	Akaike	Schwartz	Hannan-Quinn
0	-13.69	-12.51	-13.63
1	-14.76*	-13.15*	-14.14*
2	-14.28	-12.24	-13.86

* – статистична значущість на рівні 1%.

Джерело: розроблено авторами на основі [192].

У цьому випадку на наступному етапі при VEC-моделюванні для короткострокової перспективи буде враховано лаг в один рік. Результати

тесту Йогансена підтвердили наявність коінтеграції між показниками. Цей висновок заснований на тому, що нульова гіпотеза тесту Йогансена (відсутність коінтеграції) була спростована, про що свідчить велике значення статистичної значущості (1%) показника "Максимальне власне значення Ханнана - Квінна" (таблиця 2.8). Результати аналізу коінтеграції між вибраними параметрами показані в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Емпіричні результати оцінювання коінтеграційних зв'язків між обраними параметрами за допомогою тесту Йогансена для України у 2002-2019 рр.

Hypothesis	Rang test	
	Follows of the matrix	Maximum eigenvalue of Hannan - Quinn
R=0	53.64/(0.01)	31.64/(0.00)

() – у дужках наведено статистичну значущість параметрів.

Джерело: розроблено авторами на основі [192].

Результати тесту Йогансена підтвердили наявність коінтеграції у ланцюгу «якість інституціонального середовища – обсяг зелених інвестицій в енергетичний сектор – розриви енергоефективності» із лагом в один рік. У цьому випадку в дорожній карті реформ в енергетичному секторі України уряд повинен вказати річні цілі для поліпшення інвестиційного клімату та підвищення якості інституційного середовища, досягнення яких призведе до відповідного щорічного скорочення розривів енергоефективності. На основі емпіричних результатів було встановлено, що для зменшення розривів енергоефективності в Україні на 1% у наступному році необхідно було цього року збільшити обсяг інвестицій в зелену енергетику на 1%, а показники політичної стабільності та корупції – до 3% і 1%.

На останньому етапі VEC-моделювання було використано для перевірки гіпотези про короткострокові та довгострокові взаємозв'язки між розривами енергоефективності, обсягами зелених інвестицій в

енергетичний сектор, індексом політичної стабільності та сприйняттям корупції громадськістю. Емпіричні результати VEC-моделювання подано в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Емпіричні результати перевірки коінтеграції між розривами енергоефективності, обсягами зелених інвестицій в енергетичний сектор, індексом політичної стабільності та рівнем сприйняття корупції суспільством.

Індикатор	$\Delta(EG_{t-1})$	$\Delta(GI_{t-1})$	$\Delta(WGIPSt-1)$	$\Delta(WGICSt-1)$
$\Delta(EG_t)$	0.07 (0.00)	0.15 (0.003)	0.03 (0.65)	0.01 (0.00)
$\Delta(GI_t)$	-0.03 (0.02)	0.11 (0.05)	0.17 (0.026)	-0.01 (0.00)
$\Delta(WGIPSt)$	0.021 (0.57)	0.36 (0.74)	0.09 (0.00)	-1.20 (0.44)
$\Delta(WGICSt)$	0.016 (0.34)	0.01 (0.00)	0.27 (0.61)	0.06 (0.00)

$()$ – у дужках статистичної значущості, Δ – оператор першої різниці для періоду t та $t-1$.

Джерело: розроблено авторами на основі [192].

Значення у відповідних комірках матриці (таблиця 5.6) характеризують зміну показників у t році, що відображається у стовпці матриці, залежно від зміни $t-1$ року показника у відповідному рядку матриці. Отримані дані дозволили підтвердити попарні взаємозв'язки зі статистичною значимістю 5% у короткостроковій перспективі між такими показниками:

1. Розриви енергоефективності та обсяг зелених інвестицій в енергетичний сектор.
2. Розриви енергоефективності та рівень сприйняття корупції суспільством.

3. Залучені зелені інвестиції в енергетичний сектор та політична стабільність уряду.

4. Залучені зелені інвестиції в енергетичний сектор та рівень сприйняття корупції суспільством.

Результати оцінювання довгострокових взаємозв'язків показано в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Емпіричні результати перевірки коінтеграції між обраними параметрами у довгостроковій перспективі для України в період 2002-2019 рр.

Індикатори	ECMt 1	Prob.
$\Delta(GE)$	-0.627	(0.082) ***
$\Delta(GI)$	1.13e-0.7	0.76
$\Delta(WGIPS)$	-1.3e-0.7	0.24
D(WGICC)	-0.08	0.73

*** - статистична значимість на рівні 10%

Джерело: розроблено авторами.

Відповідно до отриманих результатів (таблиці 2.9 та 2.10), можна зробити наступні висновки:

1. Розриви енергоефективності залежать від обсягу зелених інвестицій в енергетичний сектор, політичної стабільності, та рівня сприйняття громадськістю корупції, оскільки ECMt₁ становив менше 0, а статистична значущість становила 10%.

2. Зелені інвестиції в енергетичний сектор залежали від розривів енергоефективності, політичної стабільності, сприйняття корупцією громадськістю, оскільки ECMt₁ був вищим за 0, а статистична значущість – вище за 10%.

3. Рівень політичної стабільності не залежить від розривів енергоефективності, сприйняття громадськістю корупції, оскільки $ESMt_1$ становив менше 0, а статистична значущість - більше 10%.

4. Рівень сприйняття корупції суспільством не залежить від розривів енергоефективності, політичної стабільності, оскільки $ESMt_1$ становив менше 0, а статистична значущість - більше 10%.

РОЗДІЛ 3 АСИНХРОННІСТЬ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ З ЄВРОПЕЙСЬКИМИ ПРАКТИКАМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ КОМПОНЕНТИ КЛІМАТИЧНОЇ СТРАТЕГІЇ «GREEN DEAL POLICY»

3.1. Оцінювання рівня асинхронності та швидкості реагування енергетичної політики на зміни у європейських стандартах регулювання зеленого енергетичного розвитку з урахуванням принципів концепції σ - та β - конвергенції

У грудні 2019 року Європейська комісія оголосила оновлену кліматичну ініціативу «Європейський зелений курс» (European Green Deal) [76], 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 [76], 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 [319], 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 [312] автори проаналізували еволюцію розвитку енергетичних стратегій Китаю та США за допомогою тесту Бай-Перрона. У свою чергу, науковці Йенсен Л. та Сперлінг К. [149] вдосконалили «Данський підхід» щодо планування енергетичної стратегії. У роботі [148] автори провели оцінку ефективності реалізованих заходів з енергетичної сталості за допомогою багатокритеріальної оптимізації MULTIMOORA.

Варто відмітити, що значні наукові напрацювання, присвячені ідентифікації економічних [180-190], політичних [74, 291], соціальних [305-311, 313], фінансових [255] інвестиційних [232-240], технологічних [206-208], маркетингових [252-254], екологічних [329-334] 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 [242, 305] 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 [181] автор охарактеризував енергетичні системи як соціально-технічні логічні системи, де повсякденна діяльність людей, цінності, відносини та інституції сприяють удосконаленню енергетичних технологій. У дослідженні [199] оцінив розриви енергоефективності в рамках реалізації енергоефективних проектів за допомогою методу DEA. У свою чергу, Вакуленко І. та Мирошніченко Ю. [300, 301] 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 σ - та β -конвергенції. Для оцінки σ -конвергенції застосовано показники варіації рівня енергоефективності для кожної країни. При цьому β -конвергенція заснована на гіпотезі про те, що характеристики стаціонарності країн були подібними, або країни мали однакову траєкторію сталого зростання. Таким чином, автор статті [134] проаналізував вплив торгової інтеграції та регіональної співпраці на конвергенцію енергетичної політики на прикладі 89 країн, залучених до ініціативи «Один пояс, один шлях». Результати σ - та β -конвергенції за 2000-2014 роки підтвердили позитивний статистично значущий вплив торгової інтеграції на енергоефективну конвергенцію країн. Варто відмітити, що у роботі [321] 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. [85] 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 **[Ошибка! Источник ссылки не найден.]** 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 σ - та β -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 [85]. 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 σ -конвергенції, а також визначення чутливості змін національної

політики до європейських стандартів в розвитку енергетики за допомогою концепції β -конвергенції.

У роботі методологічною основою для аналізу є концепція σ - та β -конвергенції. У рамках досліджень [134, 242] для оцінки σ -конвергенції було використано стандартне відхилення між країнами i у відповідний часовий період t :

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\ln TR_{jit} - \overline{\ln TR_{jit}})^2} \quad (3.1)$$

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 σ -конвергенція між країнами, тоді як в іншому випадку має місце дивергенція. У рамках дослідження для оцінки β -конвергенції було використано рівняння регресії:

$$\ln\left(\frac{TR_{jit}}{TR_{jit-1}}\right) = \alpha + \theta \ln(TR_{jit-1}) + \phi X_{it} + \varepsilon, \quad (3.2)$$

де X – матриця додаткових ендогенних змінних, які вказують на особливості країни та дозволяє зберегти стаціонарність змінних на одному рівні; α , θ , ϕ – розрахункові змінні; ε – залишок.

Якщо θ менше нуля, то конвергенція існує для вибраних параметрів. Абсолютна величина параметрів характеризує взаємозв'язок між початковим рівнем енергоефективності та швидкістю її зростання. Значення

β вказує на швидкість конвергенції, відсоток відстані довготривалої енергоефективної рівноваги, досягнутий країною за один раз.

У свою чергу, екзогенними змінними є індекс глобалізації [165] та відкритість торгівлі (Trade). У відповідності до висновків авторів робіт [228, 59, 242] 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. Основні показники країн, відібраних для аналізу, наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – 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

Джерело: розроблено авторами

У таблиці 3.2 приведено описову статистику вибраних змінних. За отриманими результатами (Таблиця 3.2) 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.

Таблиця 3.2 – Описова статистика змінних EE, ES, ESus, KOF, Trade за країнами, 2014-2020

	Країна	Середнє	Медіана	Максимум	Мінімум	Ст.відх.	Асиметрія	Ексцес
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

Джерело: розроблено авторами

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 Індексу енергетичної трилеми з 2019 року (Рисунок 3.1).

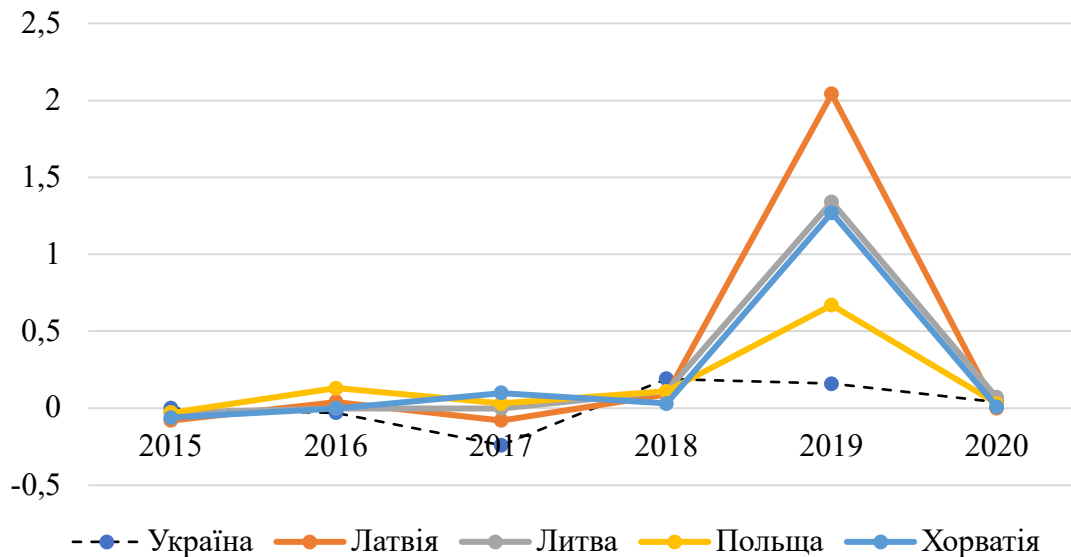


Рисунок 3.1 – Темпи зростання Індексу енергетичної трилеми досліджуваних країн, 2014-2020 рр.

Джерело: розроблено авторами

Згідно вище зазначеній методології, на першому етапі дослідження було оцінено σ -конвергенцію. Таблиця 1.3 демонструє результати оцінки σ -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 3.3 – Емпіричне обґрунтування σ -конвергенції між змінними для досліджуваних країн

σ - 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

Джерело: розроблено авторами

Підтвердження σ -конвергенції дозволило перевірити гіпотезу про β -конвергенцію між процесами для досліджуваних країн. На наступному етапі дослідження було визначено стаціонарність вибраних змінних для оцінки β -конвергенції. Результати тесту на одиничний корінь панельних даних показано в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – 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)

Джерело: розроблено авторами.

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 τ -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. Результати оцінки β -конвергенції показані в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Результати аналізу β - конвергенції

	$\ln\left(\frac{EE_t}{EE_{t-1}}\right)$	$\ln\left(\frac{ES_t}{ES_{t-1}}\right)$	$\ln\left(\frac{ESus_t}{ESus_{t-1}}\right)$
$\ln(EE_{t-1})$	-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)

Джерело: розроблено авторами.

Згідно таблиці 3.5 абсолютні значення β -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 β -

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 КОФ та Trade на енергоефективність не був статистично значущим. Змінні КОФ 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 σ - та β -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 CO₂. У свою чергу, значне погіршення енергетичної інфраструктури стало бар'єром при підвищенні енергоефективності та вимагало додаткових інвестицій на модернізацію. Результати σ -конвергенції за показниками Індексу енергетичної трилеми вказують на необхідність вдосконалення законодавства в енергетичному секторі, зокрема щодо використання енергії з відновлюваних джерел.

3.2 Виявлення та оцінювання причинно-наслідкових зв'язків розривів енергоефективності та рівня асинхронності стратегічних політик, з використанням методів Грейнджера, Вальда, Хаусмана.

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 енергоємності ВВП є високим, особливо в Україні.

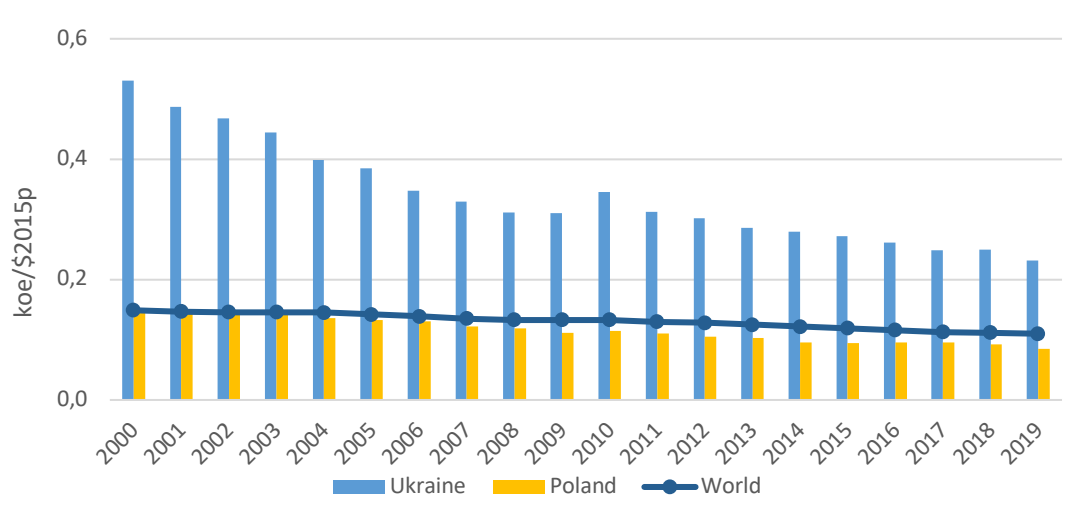


Рисунок 3.2 – Енергоємність (загальне споживання енергії на одиницю ВВП)

Джерело: побудовано авторами на основі [4, 6, 112]

Рисунок 3.2 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 % [4, 6, 112]. Однак, у 2019 році енергоємність ВВП України була в 2,11 рази вище світового рівня. При цьому у 2019 році, рівень енергоємності 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 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 3.3).

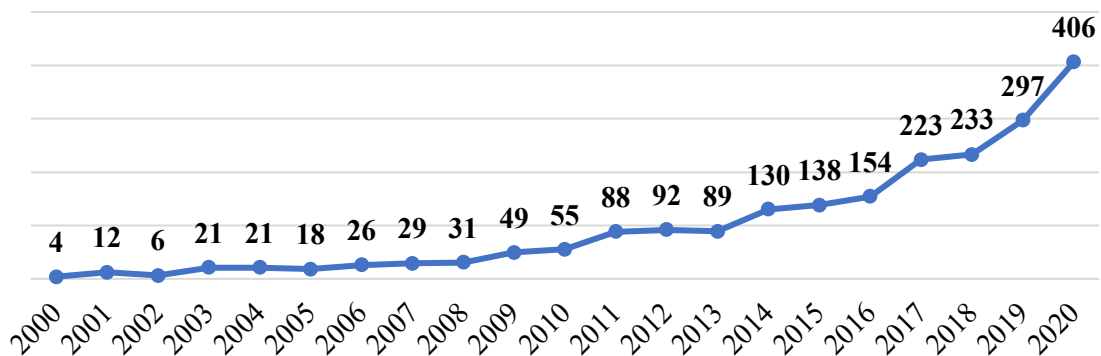


Рисунок 3.3 – Динаміка публікаційної активності за ключовими словами «renewable energy» та «economic growth»

Джерело: побудовано авторами.

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 [70, 74, 75] 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 [190, 193]. 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. У свою чергу, Рисунок 3.5 свідчить про те, що зростання демократії (DI) та рівня глобалізації (KOF) сприяють підвищенню енергоефективності (EE).

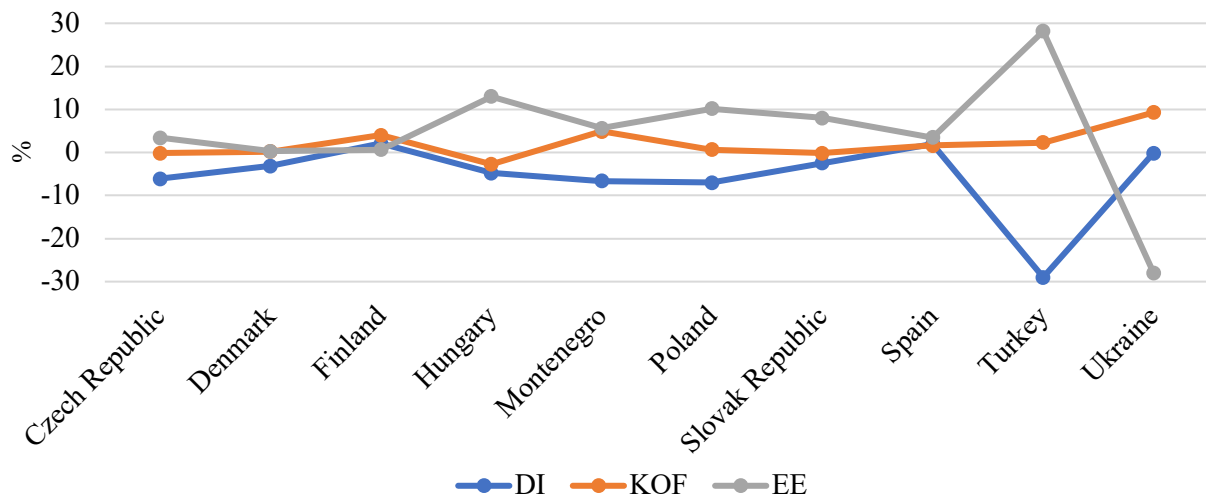


Рисунок 3.5 – Зміна детермінант енергоефективності (EE), демократії (DI) та глобалізації (KOF) у 2019 році порівняно з 2012 роком

Джерело: побудовано на основі [141].

У праці [46] 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 [291] 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 [260] 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 CO₂. У свою чергу, у дослідженні [272, 273] 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. У статтях [73] автори використовували модифіковану функцію для пояснення взаємозв'язку між відновлюваною енергією, викидами вуглецю та ВВП. Результати [73] підтвердили, що глобалізація сприяє скороченню попиту на енергію, поширюючи зелені інновації. Враховуючи це, у дослідженні використана модифікована функція (3.3), де економічні та політичні глобалізації були обрані як пояснювальні змінні:

$$RE = f(K; L; GDP; EG; PG) \quad (3.3)$$

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 3.6).

Таблиця 3.6 – Індекс демократії досліджуваних країн

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	

Джерело: систематизовано на основі даних [318].

Таблиця 3.7 – Змінні, скорочення та їх пояснення

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	K	основний капітал US\$	
Праця	L	загальна робоча сила (люди віком від 15 років, які постачають робочу силу для виробництва товарів та послуг	

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 3.7).

Таблиця 3.8 демонструє описову статистику даних. Усі дані було логарифмовано для проведення подальших розрахунків. Для практичної реалізації аналізу, застосовано програмне забезпечення EViews.

Таблиця 3.8 – 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

Джерело: побудовано авторами.

Результати кореляційного аналізу дозволили зробити висновок, що політична та економічна глобалізація мають найвищу кореляцію. Це обґрунтовувано використанням двох модифікованих моделей функцій (3.4) з окремим залученням політичної та економічної глобалізації. Беручи до уваги вищезазначені результати аналізу, функція (3.4) представлена у вигляді двох панельних рівнянь коінтеграції:

$$\text{Модель 1: } RE_{it} = \delta + \alpha K_{it} + \beta L_{it} + \gamma GDP_{it} + \delta EG_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.5)$$

$$\text{Модель 2: } RE_{it} = \delta + \alpha K_{it} + \beta L_{it} + \gamma GDP_{it} + \delta PG_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.6)$$

де α , β , γ , δ – параметри регресії, які оцінюють і пояснюють еластичність випуску, стосуються частки відновлюваної енергії в кінцевому споживанні енергії, економічної глобалізації, політичної глобалізації, праці, капіталу; ε – термін помилки; $i=1, \dots, N$; $t=1, \dots, T$.

На першому етапі дослідження здійснено перевірку часових рядів на стаціонарність за допомогою тестів на одиничні корні (таблиця 2.4): тест Левіна, Ліна та Чу; розширений тест Дікі-Фуллера Фішера (ADF) та Філіпса-Перрона Фішера; модульні кореневі тести панелі Іма, Песарана та Шіна.

Таблиця 3.9 – Результати перевірки на стаціонарність

Тест	Статистичні параметри	Змінні на рівні					
		RE	GDP	L	K	EG	PG
Левін, Лін & Чу	Статистика	-1,67	-6,17	-16,13	-5,26	-4,17	-0,32
	Ймовірність	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37
Ім, Песаран and Шін W-стат	Статистика	0,95	-1,02	-1,86	-0,91	-2,3	0,37
	Ймовірність	0,83	0,15	0,03	0,18	0,00	0,65
ADF-Фішер X-квадрат	Статистика	9,67	26,11	31,08	26,63	35,67	12,8
	Ймовірність	0,94	0,097	0,03	0,09	0,00	0,79
PP-Фішер X-квадрат	Статистика	17,84	8,21	20,94	5,48	47,2	20,1
	Ймовірність	0,47	0,97	0,28	0,99	0,00	0,32
Тест	Статистичні параметри	Перші різниці					
Левін, Лін & Чу	Статистика	-4,39	-4,95	-3,23	-5,43	-3,04	-6,53
	Ймовірність	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ім, Песаран and Шін W-стат	Статистика	-1,16	-0,21	-0,64	-0,56	1,66	-0,02
	Ймовірність	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADF-Фішер X-квадрат	Статистика	27,02	17,08	22,33	21,13	29,1	18,5
	Ймовірність	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PP-Фішер X-квадрат	Statistics	69,65	19,21	43,01	19,51	91,2	40,9
	Probability	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Джерело: побудовано авторами.

На наступному кроці було здійснено перевірку коінтеграції між змінними, використовуючи тест залишкової коінтеграції Педроні. Якщо коінтеграція існує, то на останньому етапі статистично значущий довгостроковий зв'язок між змінними буде перевірятись за допомогою методів повністю модифікованих OLS (FMOLS) та динамічних найменших квадратів OLS (DOLS). Таким чином, результати першого етапу перевірки стаціонарності змінних за допомогою кореневих тестів панелі свідчить про стаціонарність усіх змінних на першому рівні.

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 3.10-3.11) підтвердили статистичну значимість на рівні 1 % для шести з одинадцяти ймовірностей тесту. Таким чином, гіпотезу про відсутність коінтеграції серед вибраних змінних можна відкинути.

Таблиця 3.10 – 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 %

Джерело: побудовано авторами.

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 3.11.

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 3.11 – 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 %

Джерело: побудовано авторами.

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.

Таблиця 3.12 – Висновки довгострокового взаємозв’язку між обраними змінними (за методами FMOLS та DOLS)

Тести	Стат. парамет.	Модель 1 (політична глобалізація)											
		Залежна змінна RE											
		Повна демократія				Недосконала демократія				Гібридний режим			
		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

Джерело: побудовано авторами.

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.

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], Дкхлі 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 3.6) засвідчила про зростання рівня зацікавленості наукової спільноти до досліджування питань забезпечення енергоефективності країни.

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.

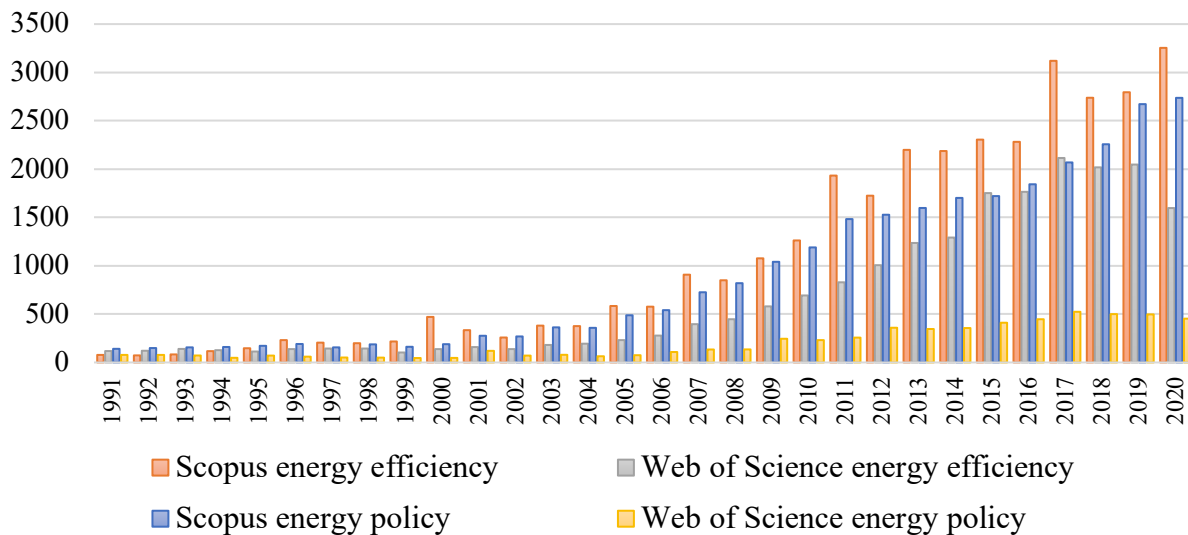


Рисунок 3.6 – Динаміка публікаційної активності з дослідження питань енергоефективності за базою даних Web of Science та Scopus
Джерело: розроблено на основі Scopus та Web of Science.

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:

$$\ln EE_{it} = \delta + \alpha \ln GHG_{it} + \beta \ln RE_{it} + \gamma \ln GI_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.7)$$

де α , β , γ – 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; ε – 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 3.13).

Таблиця 3.13 – Результати оцінювання довгострокову взаємозв'язку між досліджуваними змінними

Змінні		FMOLS		DOLS	
Залежна	Незалежна	Коеф	Імов.	Коеф	Імов.
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 відновлюва	Рівень енергоефективності країни	0,35	0,00*	0,38	0,00*

Змінні		FMOLS		DOLS	
Залежна	Незалежна	Коеф	Імов.	Коеф	Імов.
ної енергії в кінцевому споживанні енергії	Викиди парникових газів	-0,3	0,00*	-0,26	0,00*
	Зелені інвестиції	0,34	0,00*	0,37	0,00*
	Рівень енергоефективності країни	1,01	0,00*	0,98	0,00*
Зелені інвестиції	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 %

Джерело: побудовано авторами.

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 3.14.

Таблиця 3.14 – 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

Гіпотеза	Zbar-statistic	W-statistic	Ймовірність	Тип зв'язків
GHG→GI	1,17	0,55	0,06***	Одно направлений зв'язок
RE→GHG	3,68	3,62	0,0003*	
GHG→ RE	1,67	0,28	0,78	Одно направлений зв'язок
RE→ GI	2,57	1,78	0,03**	
GI→ RE	1,55	0,08	0,93	

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

Джерело: побудовано авторами.

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.

РОЗДІЛ 4 ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ УКРАЇНИ ТА СТРУКТУРИ ЕНЕРГОВИРОБНИЦТВА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

4.1. 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 CO₂.

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 4.1 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.

Таблиця 4.1 – Топ-5 найбільш продуктивних афіліацій, які досліджують питання зеленої угоди (2019-2021 рр.)

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

Джерело: систематизовано на основі даних наукометричної бази Scopus.

Аналіз публікацій за предметними галузям засвідчив, що 28,2% публікацій було присвячено екологічним питання, 20,5% – соціальним, 17,9% – енергетиці та 10,3% – інженерії. У свою чергу, у дослідженні [288], 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) [153].

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 [164]. У свою чергу, за афіліації Європейської Комісії було опубліковано 7

робіт, які переважно, присвячені питанням низьковуглецевого розвитку, стратегіям декарбонізації, зеленого переходу тощо [251]. Науковці Ризького технічного університету здебільшого зосередженні на дослідженні технічних аспектів зеленого переходу, тоді як автори з Утрехтського університету – на зменшенні забруднення навколишнього природного середовища [303].

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, 166]. 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 4.1 демонструє чотири кластери наукових досліджень, кожен з яких має відповідний колір та складається з тематично близьких елементів (ключових слів).

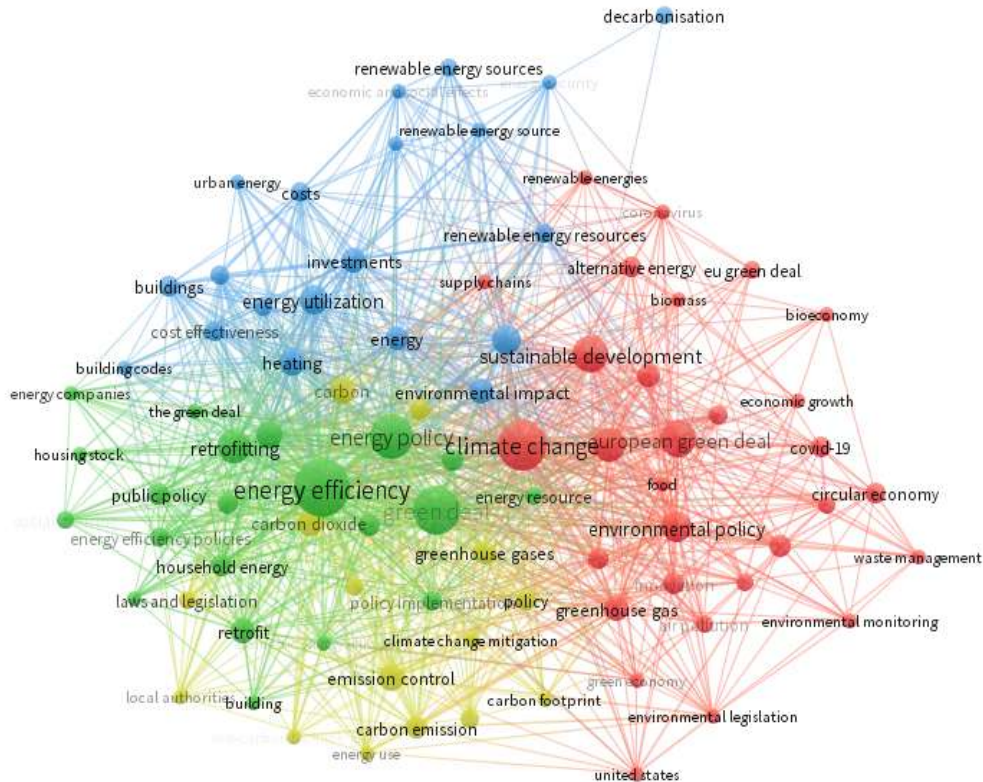


Рисунок 4.1 – Мережева карта тематичної спрямованості досліджуваних публікацій, 2019-2021 рр.

Джерело: розроблено за допомогою програмного забезпечення VOSviewer)

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

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 4.2).

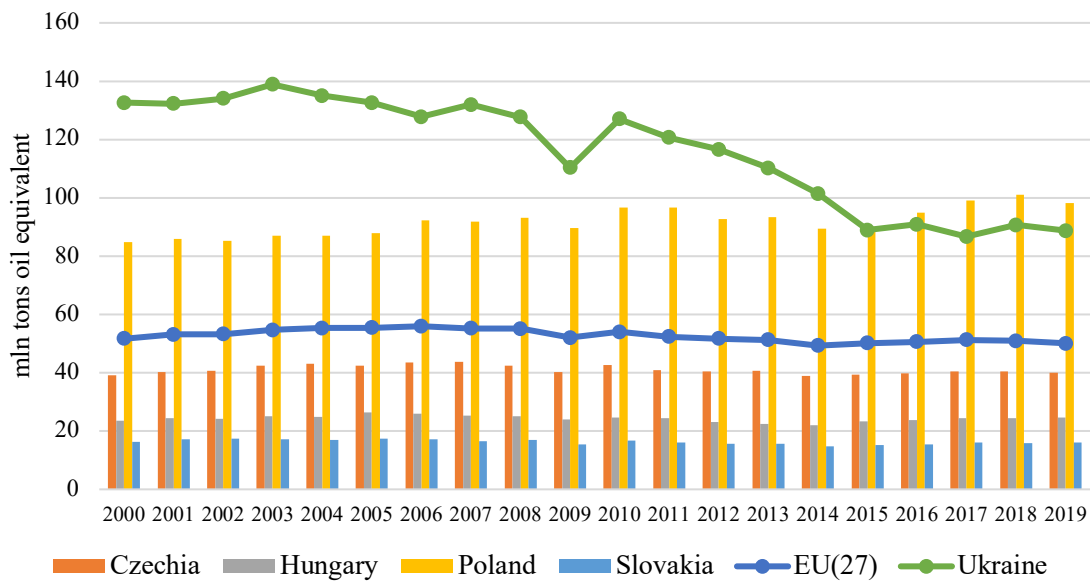


Рисунок 4.2 – Динаміка енергоефективності в Україні та ЄС

Джерело: сформовано на основі даних Eurostat.

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. 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]. Україна має значний потенціал у розвитку відновлюваних джерел енергії [60, 174-176]. Рисунок 4.3 демонструє, що загальне споживання відновлюваної енергії має висхідну тенденцію.

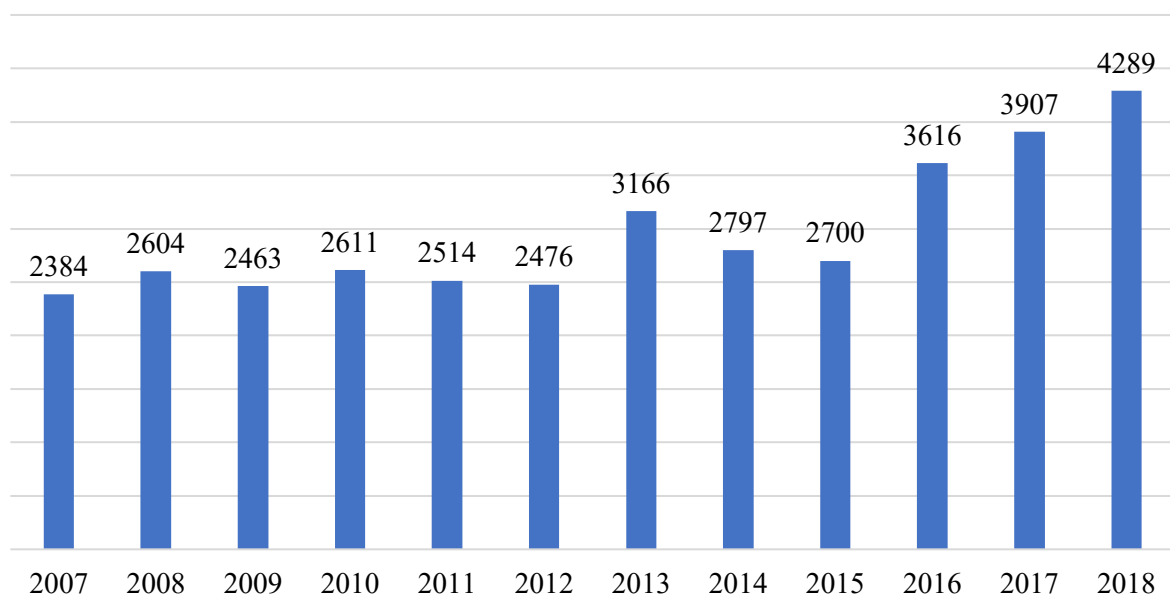


Рисунок 4.3 – Споживання відновлюваної енергії в Україні, тис. т.н.е.

Джерело: сформовано на основі даних Eurostat.

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. Таким чином,

постає необхідність посилення генерації енергії відновлюваними джерелами. Рисунок 4.4 демонструє динаміку зміни щорічних викидів CO₂ в Україні та країнах ЄС.

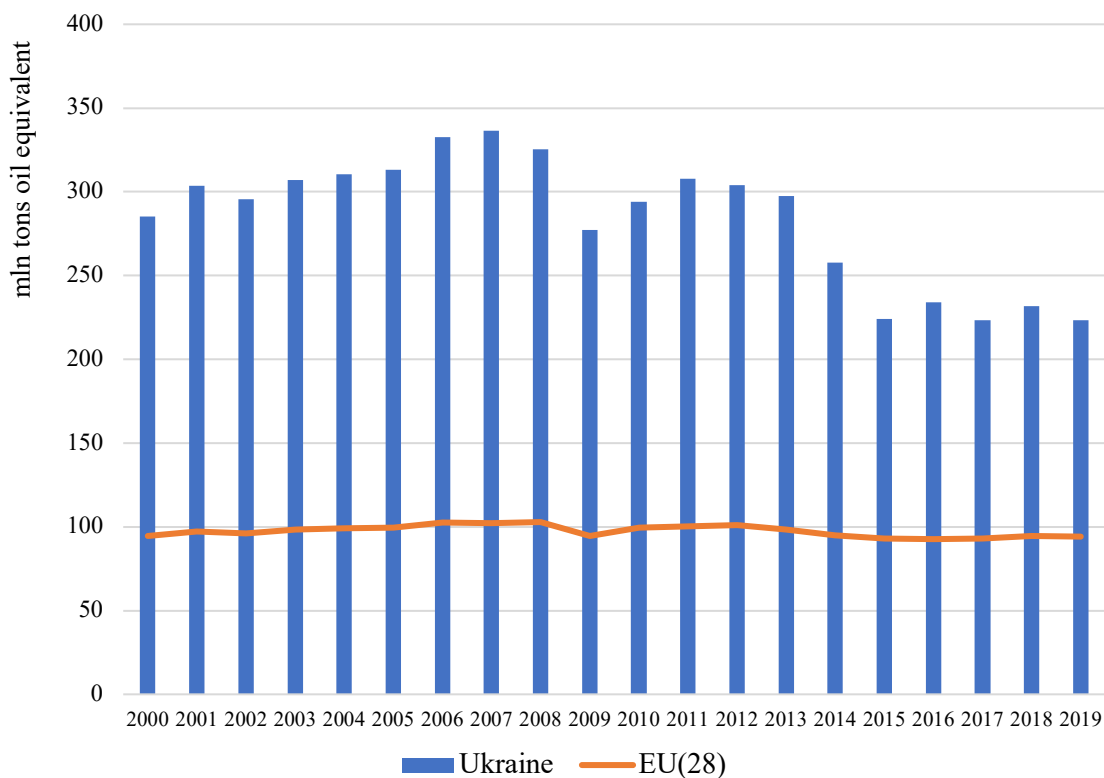


Рисунок 4.4 – Щорічні викиди CO₂ в Україні та ЄС-27

Джерело: сформовано на основі даних [4, 118, 144].

Рисунок 4.5 демонструє, що у 2018 році рівень продуктивності CO₂ 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 CO₂ у ЄС вища у 2,59 рази, ніж в Україні, оскільки в Україні рівень споживання енергії є вищим, а ВВП – менше.

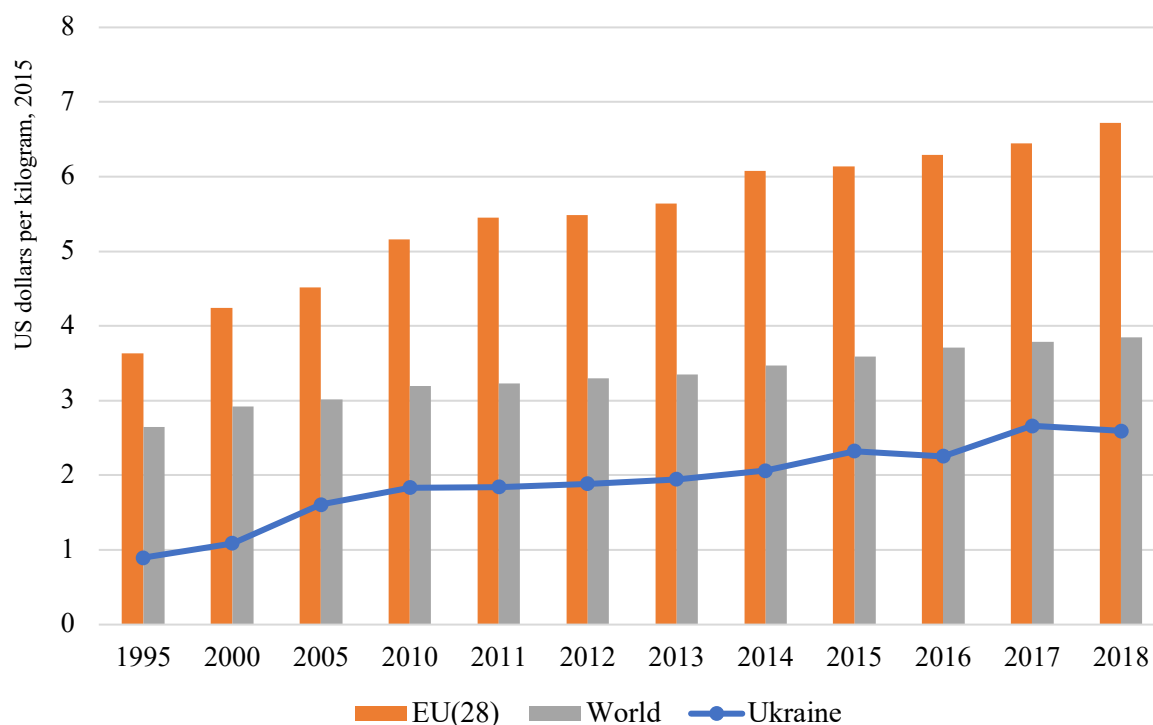


Рисунок 4.5 – Динаміка CO₂ продуктивності

Джерело: сформовано на основі даних [179].

Систематизація наукових публікацій у сфері енергоефективності свідчить про високий рівень зацікавленості наукової спільноти до вивчення напрямів оптимізації структури енергетичного балансу країни.

Так, авторами [184], 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 [132] 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 [1336 269] 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, 71, 186] формує передумови для залучення інвестицій для розвитку зелених інноваційних технологій.

У роботах [274, 152] вченими зазначено, що подальших досліджень потребують детермінанти підвищення енергетичної безпеки враховуючи умови конфліктного середовища, 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 4.6.

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 4.2).

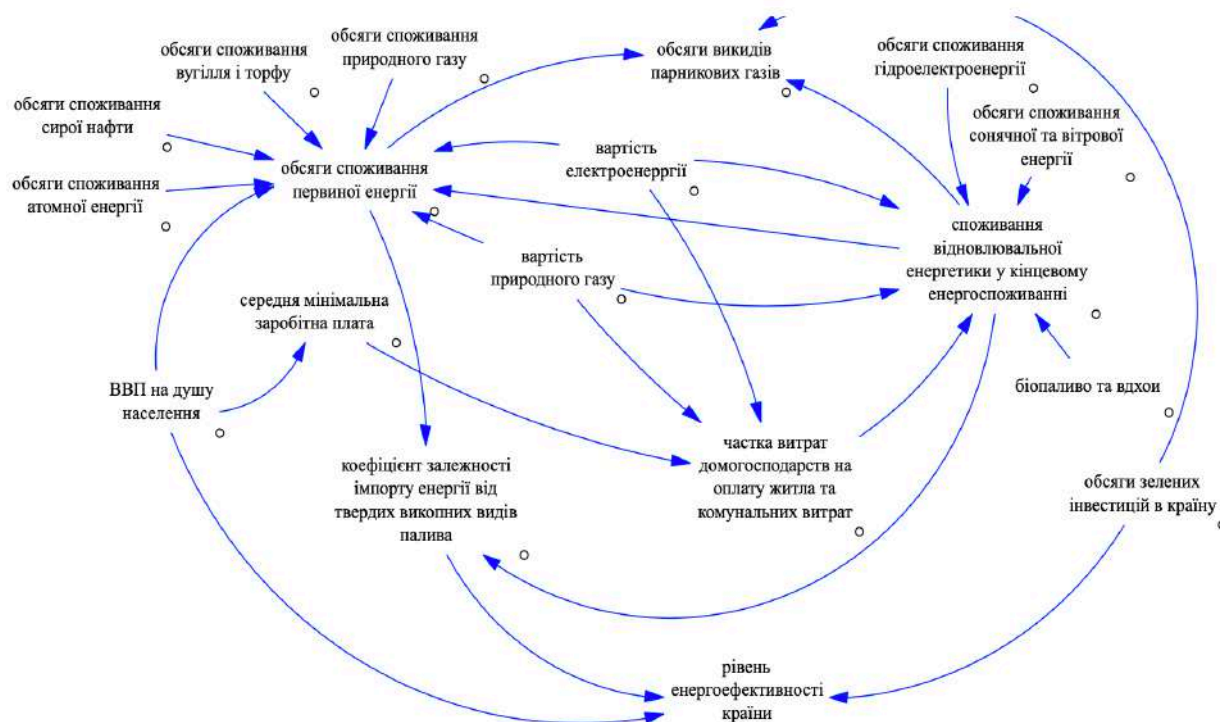


Рисунок 4.6 – Концептуальна схема взаємозалежності ключових факторів енергетичного балансу України для побудови нейронної мережі у програмному середовищі Vensim

Джерело: сформовано авторами.

Таблиця 4.2 – Структура енергетичного балансу України за типами джерел енергії, млн.т.н.е. (побудовано на основі даних [4])

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
Усього	76,4	76,7	78,3	81,1	84,3	78,7	85,2	76,9	66,3	60,9	61,2

Відповідно до статистичних даних структури енергетичного балансу України за типами джерел енергії (таблиця 4.2) 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]:

$$\widehat{z}_{t+i}^e = \alpha z_t^e + (1 - \alpha)\widehat{z}_t^e, \widehat{z}_0^e = z_0^e, \alpha \in (0,1), \quad (4.1)$$

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; α – довірчий коефіцієнт прогнозування (0,95).

Результати прогнозування використання гідроелектроенергії представлено на рисунку 4.7.

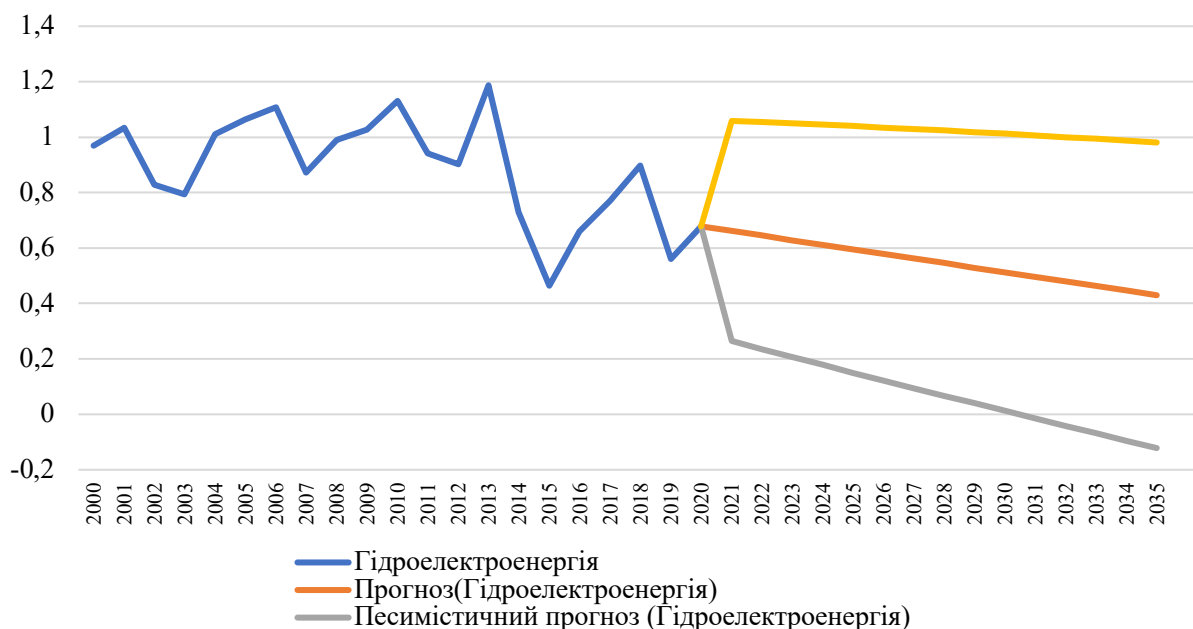


Рисунок 4.7 – Результати сценарного прогнозування зміни обсягів використання гідроелектроенергії в енергетичному балансі країни,

МЛН.Т.Н.Є

З рисунку 4.7 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. Прогноз реалістичний можливий при екстенсивному використанні гідроелектроенергії в країні та мінімальному залученню фінансування в модернізацію та відновлення гідропоруд. 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 та інституційного розвитку енергетичних компаній.

Результати сценарного прогнозування зміни використання обсягів вітрової та сонячної енергії представлено на рисунку 4.8.

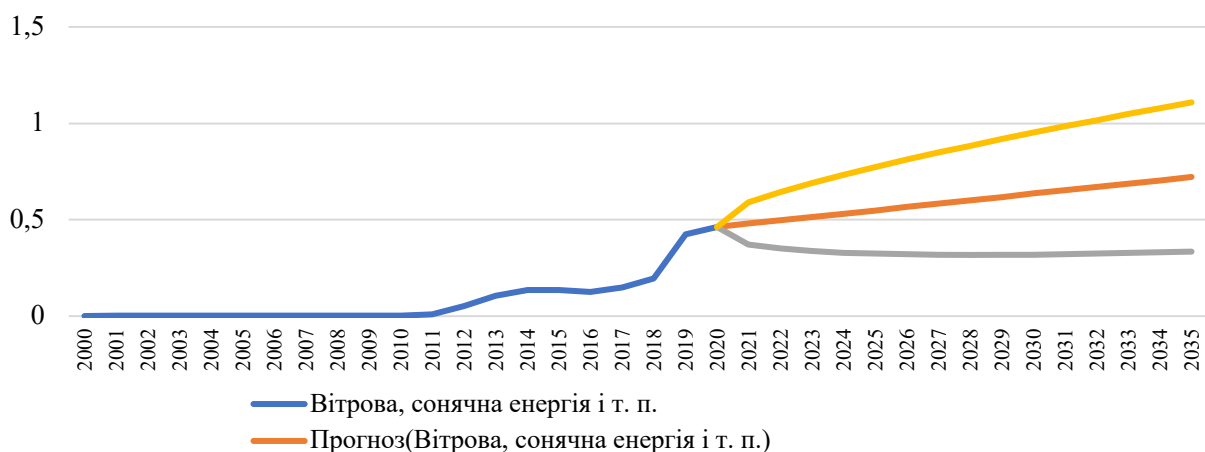


Рисунок 4.8 – Результати сценарного прогнозування зміни використання вітрової та сонячної енергії, млн.т.н.е

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 [32, 33].

Доцільно звернути увагу, що використання енергії від біопалива та відходів за обсягами знаходиться на першому місці серед відновлювальних джерел енергії та стабільно зростає (рисунок 4.9).

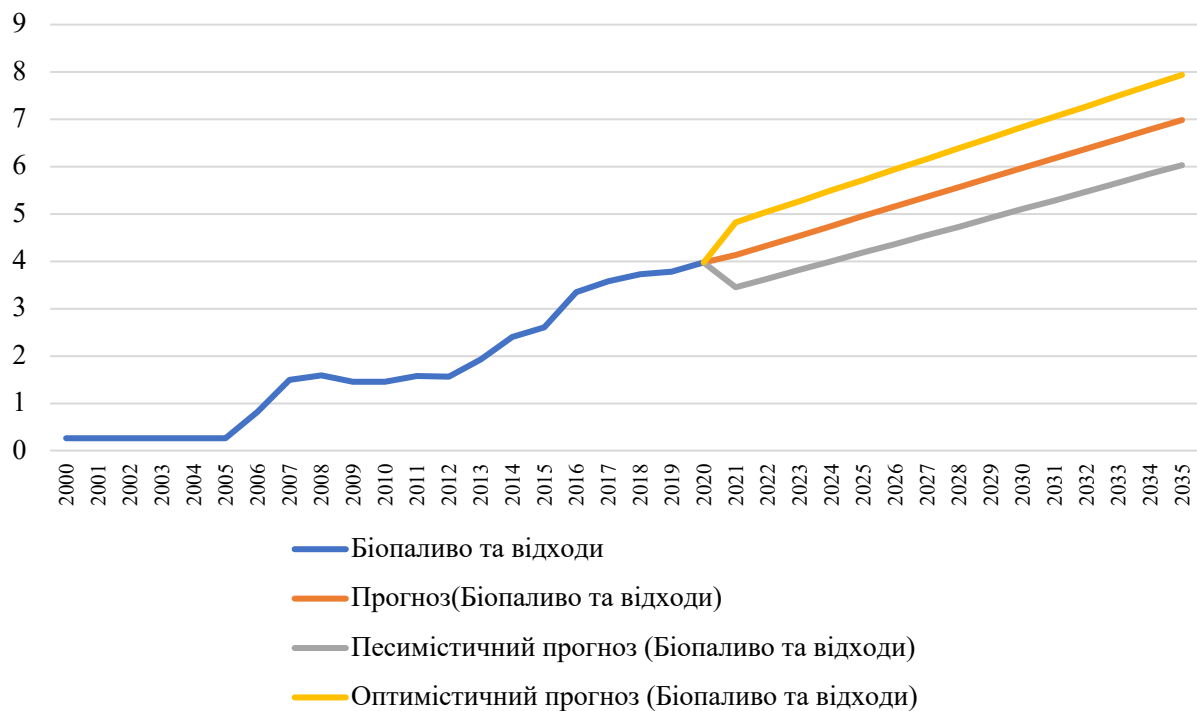


Рисунок 4.9 – Результати сценарного прогнозування зміни використання енергії від біопалива та відходів, млн.т.н.е

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.

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 капіталоемним 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 на нагляду за суб'єктами енергетичних послуг;
- розвиток комунального електротранспорту для покращення стану навколишнього середовища та зменшення паливної залежності від інших країн.

4.2 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 [283].

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 [293] 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 [151] 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 [270] 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 [150] 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, Тед Трейнер у праці [287] 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 [217] 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 [44] 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 [209] 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 [99] 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 [9]. У країнах ЄС енергетичний перехід до системи на основі відновлювальної енергії регулюється Директивою [7], 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 [7] встановили обов'язкову ціль на частку відновлюваної енергії в загальному виробництві щонайменше 32 % до 2030 року. Згідно прогнозів енергетично-інформаційної агенції США [144] 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» [245], 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 4.10.

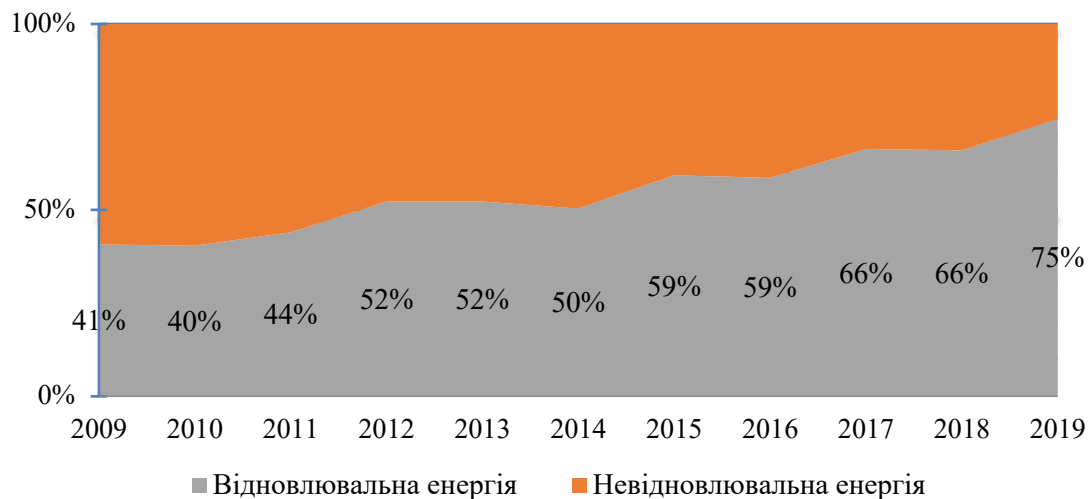


Рисунок 4.10 – Питома вага відновлюваних джерел енергії у щорічних нововведених енергогенеруючих потужностях у світі

Джерело: побудовано на основі даних [246].

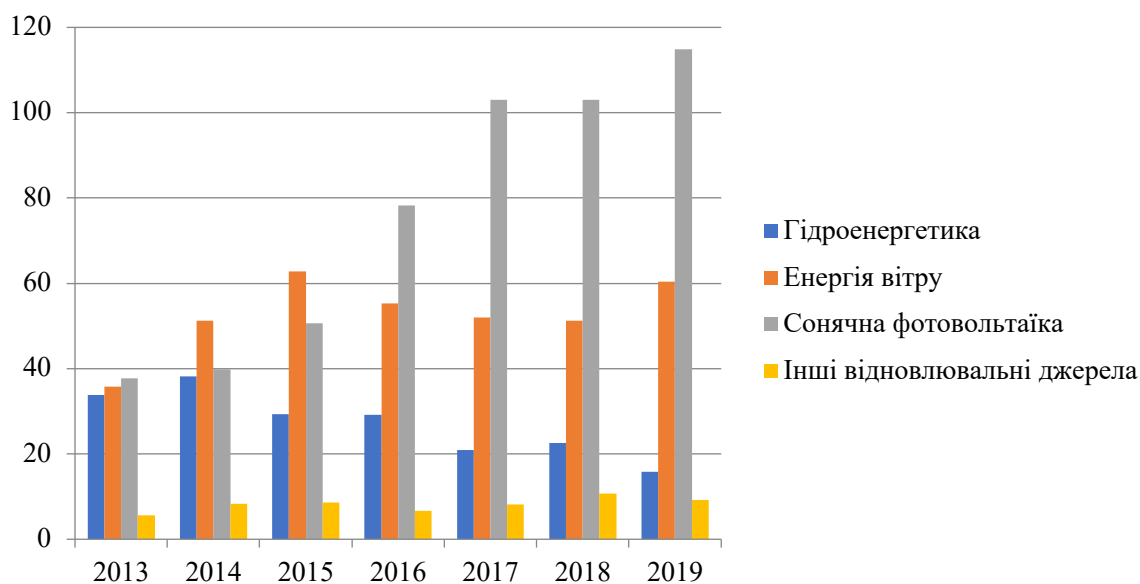


Рисунок 4.11 – Щорічні прирости потужностей відновлюваної енергетики за джерелами енергії, %

Джерело: побудовано на основі даних [246]

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 зростає 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 зростає до 33% від загальної встановленої в світі потужності з виробництва енергії [246].

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 4.12.

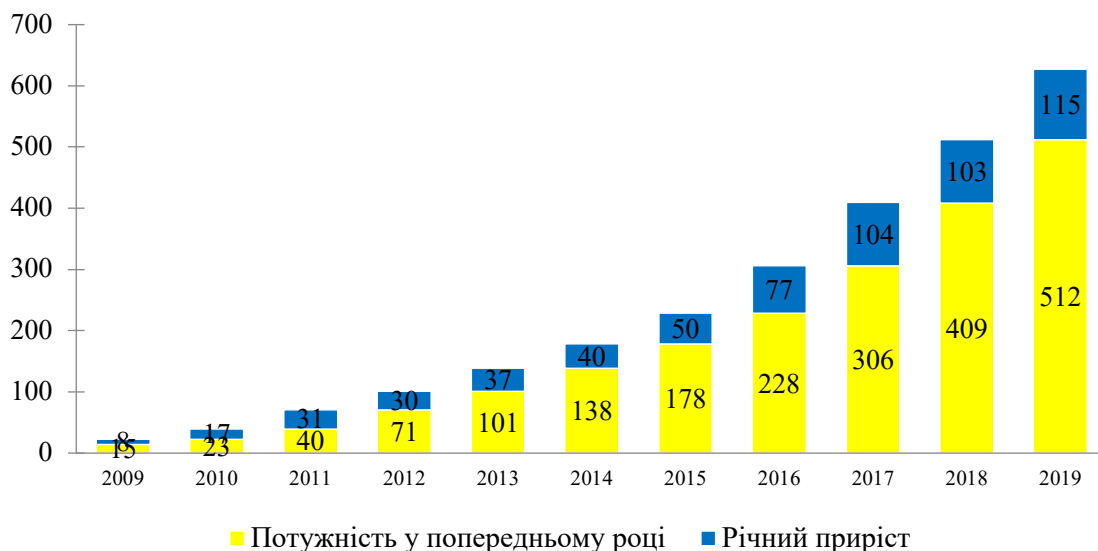


Рисунок 4.12 – Загальна потужність сонячної фотоелектрики та щорічні прирости, ГВт побудовано авторами на основі [245]

Лідуючі позиції займають Китай, США, Індія, Японія, В'єтнам, Іспанія, Німеччина, Австралія, Україна та Корея, які сумарно встановили майже 75% нововведених потужностей [245]. Станом на кінець 2019 року провідними країнами за загальною потужністю сонячної фотоелектрики, як і рік тому, залишилися Китай, США, Японія, Німеччина та Індія, рисунок 4.13.

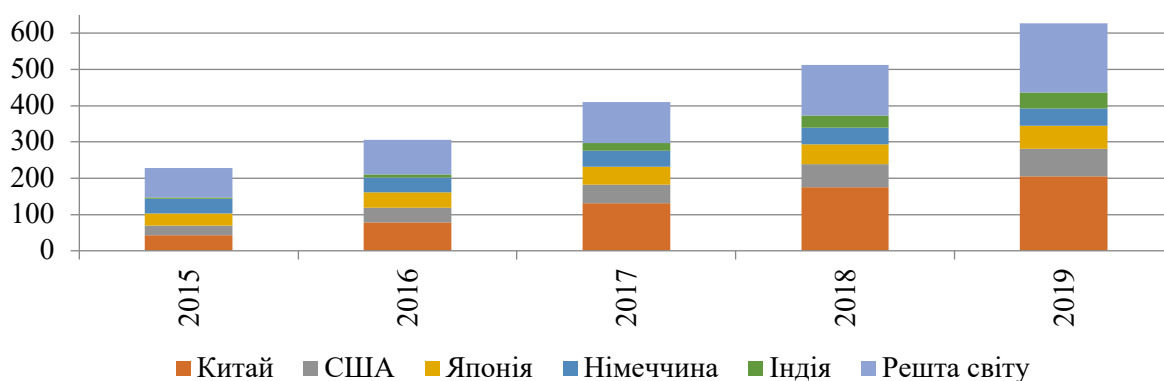


Рисунок 4.13 – Загальна потужність сонячної фотоелектрики по країнам, ГВт

Джерело: побудовано на основі даних [245].

Глобальні викиди CO₂, 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 CO₂ 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) [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

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 4.14.

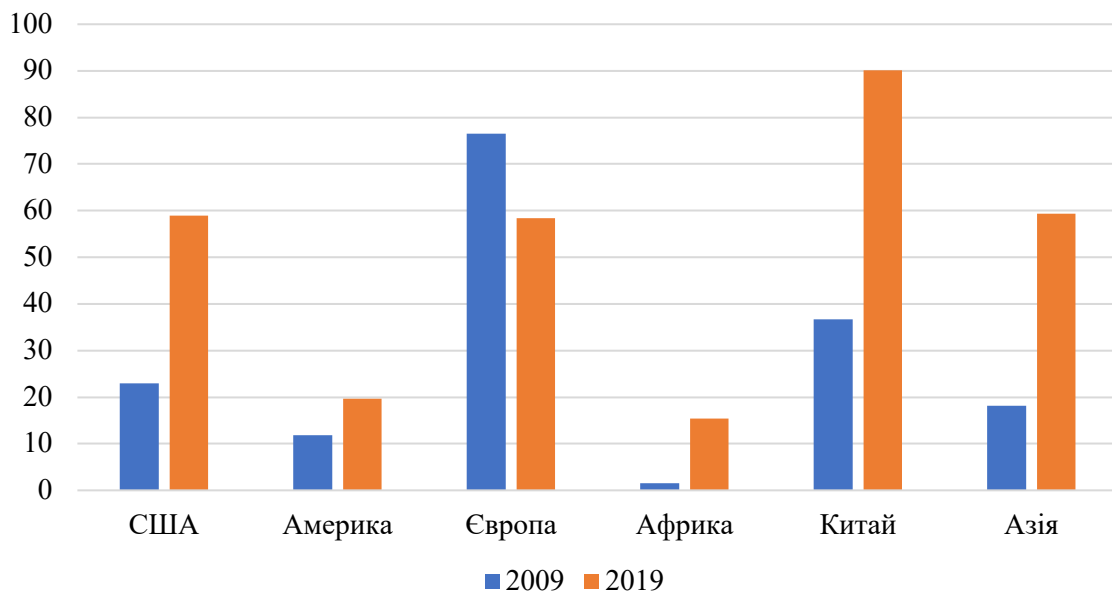


Рисунок 4.14 – Глобальні інвестиції у відновлювану енергетику по регіонам, млрд дол. США

Джерело: побудовано авторами на основі [245].

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 4.15.

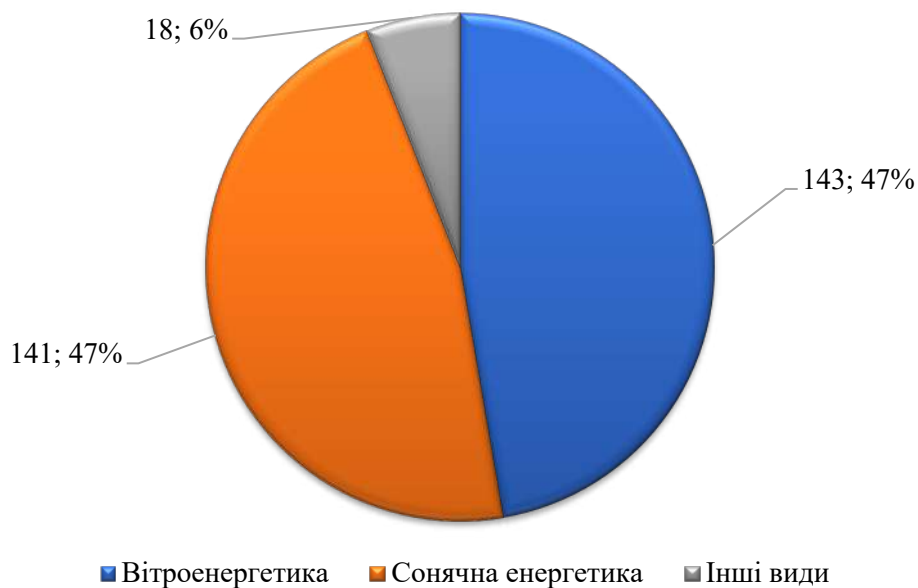


Рисунок 4.15 – Структура глобальних інвестицій у відновлювану енергетику за джерелами у 2019 році, млрд дол. США та у %

Джерело: побудовано авторами на основі [245].

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 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.

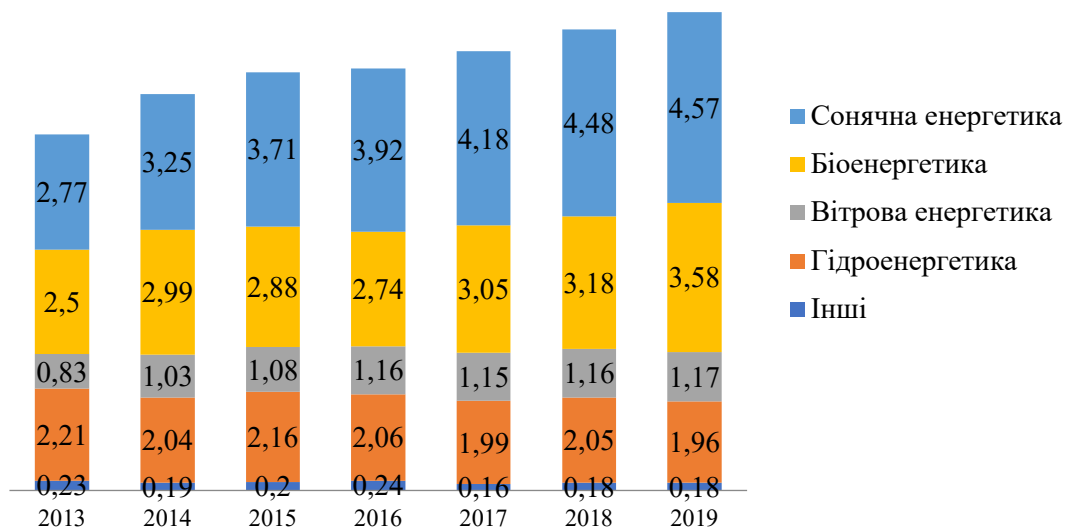


Рисунок 4.16 – Зайнятість у секторі відновлюваної енергетики у світі, млн чол. (побудовано авторами на основі

Джерело: побудовано на основі даних [146].

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.

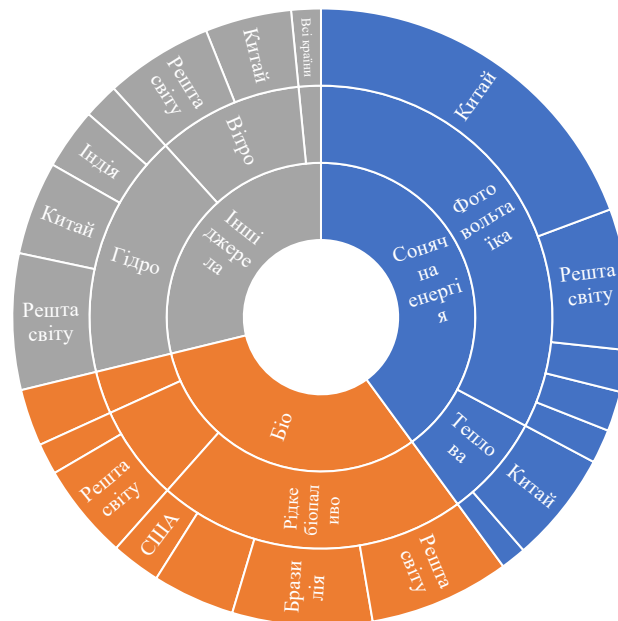


Рисунок 4.17 – Структура зайнятості в альтернативній енергетиці у 2019 році за технологіями та країнами

Джерело: побудовано авторами на основі [146].

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 [4, 6].

Тенденції альтернативної та сонячної енергетики в Україні. 18 серпня 2017 р. Кабінет Міністрів України прийняв енергетичну стратегію до 2035 р. [8]. 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 4.18.

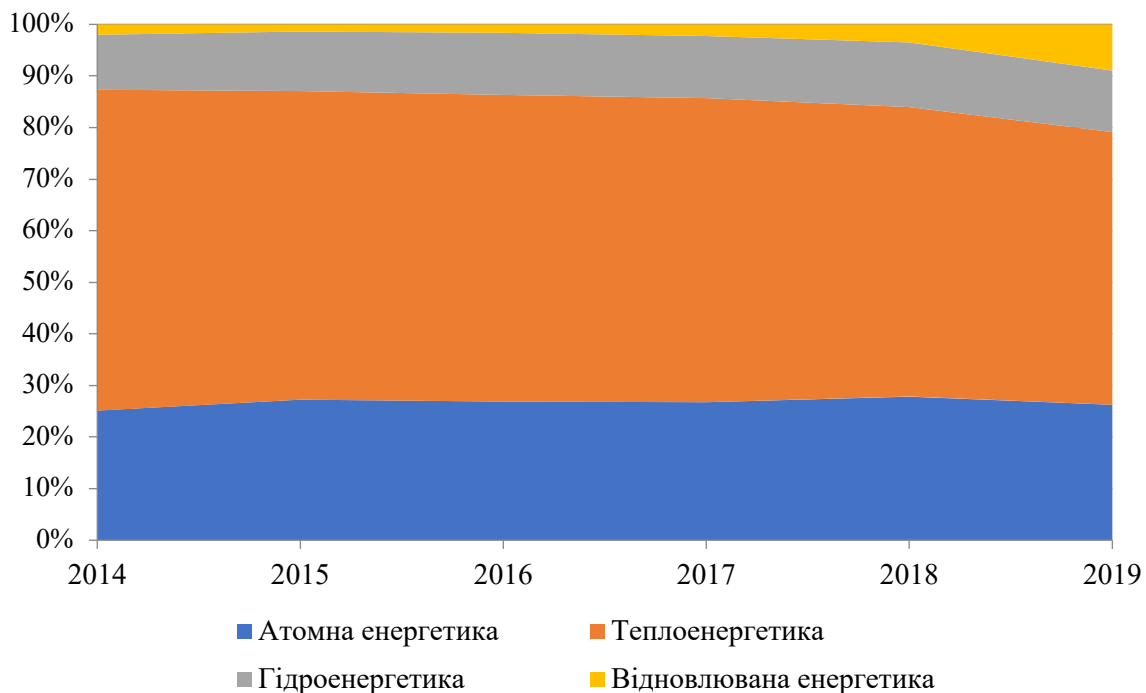


Рисунок 4.18 – Динаміка змін у структурі енергогенеруючих потужностей України

Джерело: побудовано авторами на основі [20]

Рисунок 4.19 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. 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.

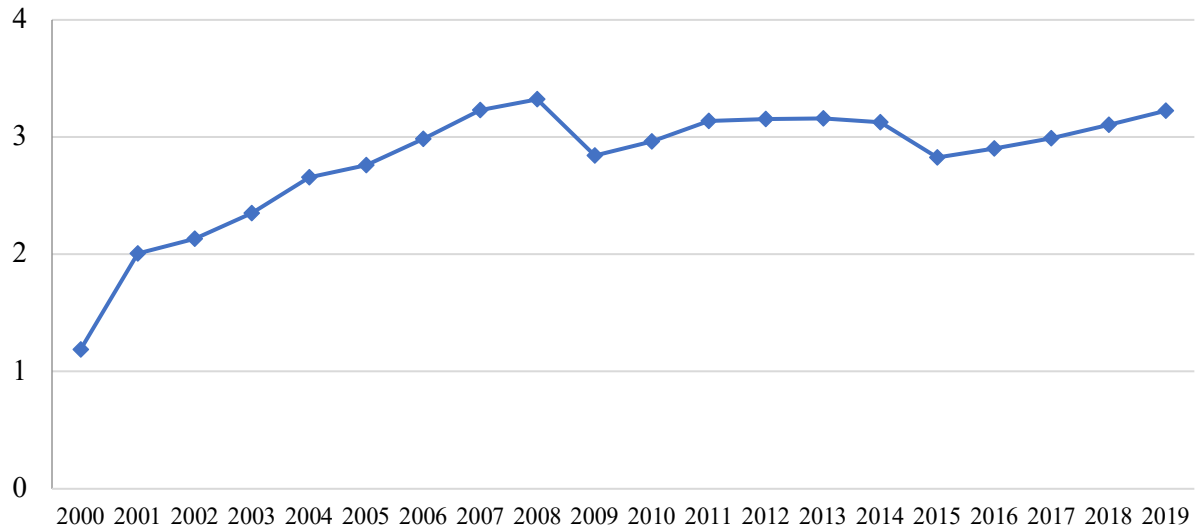


Рисунок 4.19 – Динаміка ВВП на душу населення в Україні, дол. США порівняно з 2010 роком

Джерело: сформовано авторами на основі даних [20].

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 4.0 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.

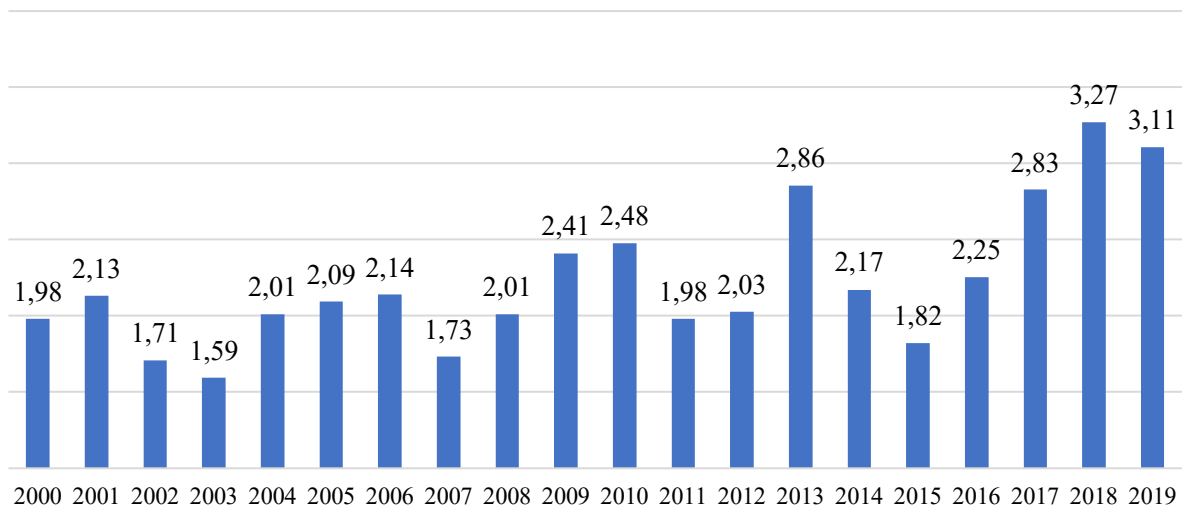


Рисунок 4.20 – Динаміка частки первинної енергії з відновлювальних джерел

Джерело: сформовано авторами на основі даних [20].

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 дослідження [174, 295], формальний запис моделі ARIMA(p, d, q) (4.2) та короткий (4.3) виглядають так:

$$(\Delta^d X_t) = \sum_{i=1}^p \varphi_i (\Delta^d X_{t-1}) + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^q \theta_j (\Delta^d \varepsilon_{t-j}), \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2) \quad (4.2)$$

$$\varphi(B)(1 - B)^d X_t = \theta(B)\varepsilon_t \quad (4.3)$$

де φ, θ – 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 4.21). 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 4.21 – Розширений тест Дікі-Фуллера (ADF)

Джерело: сформовано автором.

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 4.22 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.

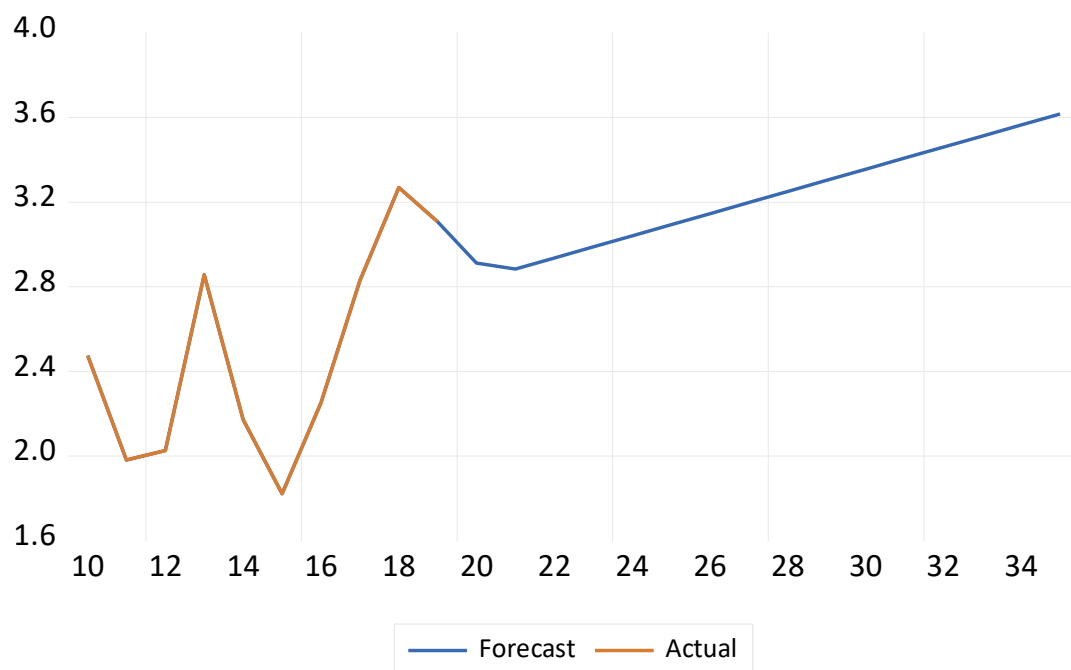


Рисунок 4.22 – Прогноз частки первинної енергії від відновлюваних джерел енергії, %

Джерело: сформовано автором.

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.

РОЗДІЛ 5 СЦЕНАРІЇ ДОСЯГНЕННЯ УКРАЇНОЮ ЦІЛЕЙ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ЗЕЛЕНОЇ УГОДИ

5.1. Виявлення трендів зміни рівня енергоефективності економіки України за умови наявності значної волатильності ключових соціо-еколого-економічних показників розвитку економіки України

Враховуючі результати дослідження попередніх підрозділів у роботі розроблено теоретико-методологічне підґрунтя виявлення трендів зміни рівня енергоефективності, що на відміну від існуючих базується на інтегральному поєднанні інструментарію ARIMA, статистично-динамічного моделювання та теоретичних засадах теорії Бокса – Дженкінса.

Прогнозування зміни рівня енергоефективності національної економіки залежно від соціо-еколого-економічних індикаторів її розвитку передбачає реалізацію таких етапів:

1. Розроблення вихідної моделі дослідження:

$$EE_t = \alpha + \beta_1 EE_{t-1} + \dots + \beta_p EE_{t-p} + SEC + u_t + m_1 u_{t-1} + \dots + m_q u_{t-q} \quad (5.1)$$

де α – константа моделі, $\beta_1 \dots \beta_p, m_1 \dots m_q$ – параметри моделі; $u_t \dots u_{t-q}$ – білий шум моделі; p – порядок авторегресійної частини моделі; q – порядок моделі ковзної середньої; EE – рівень енергоефективності національної економіки; SEC – соціо-еколого-економічні параметри розвитку національної економіки.

2. Оцінювання часового ряду на стаціонарність з використанням вибіркової (ACF) та часткової (PACF) автокореляції, а також тесту Дікі-Фулера (для перевірки на одиничні корені).
3. Розрахунок параметрів p та q моделі ARIMA з використанням інформаційного критерію Акаїке та Шварца.
4. Побудова сценаріїв зміни рівня енергоефективності національної економіки.

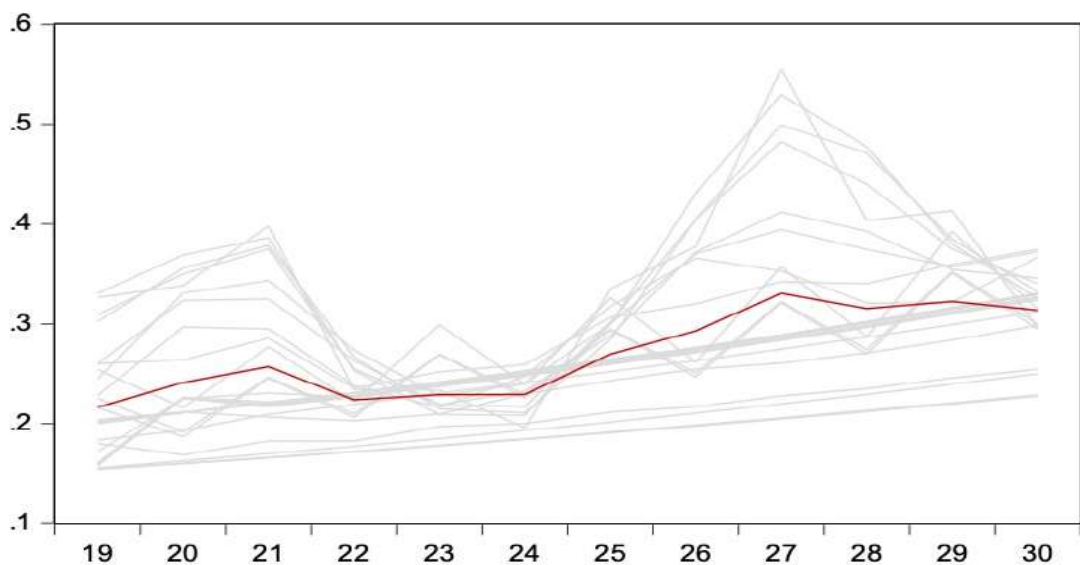


Рисунок 5.1 – Графічна інтерпретація результатів прогнозування зміни рівня енергоефективності національної економіки залежно від соціо-еколого-економічних індикаторів її розвитку.

Джерело: побудовано авторами.

Емпіричні розрахунки здійснено з використанням EViews10 на основі результатів ретроспективного оцінювання рівня енергоефективності за 2000–2020 рр. Прогноз здійснено до 2030 р.

На наступному етапі встановлюються тренди зміни рівня енергоефективності економіки України за умови наявності значної

волатильності ключових соціо-еколого-економічних показників розвитку економіки України засобами статистично-динамічного моделювання.

Статистично-динамічна модель пов'язує параметри трьох підсистем: енергетика, економіка та суспільства, визначаючи зв'язки між змінними. Економічна та енергетична підсистеми є основними компонентами системно-динамічної моделі, і вони є головними компонентами узгодженого розвитку енергетичної структури національної економіки. Соціальна підсистема вважається екзогенною по відношенню до попередніх двох та враховує наступні фактори: населення, навколишнє середовище, зайнятість тощо. Принципова схема реалізації причинно-наслідкових зв'язків рівнів енергоефективності економіки України та волатильності ключових соціо-еколого-економічних показників розвитку економіки України в програмному середовищі Vensim представлена на рис. 5.2.

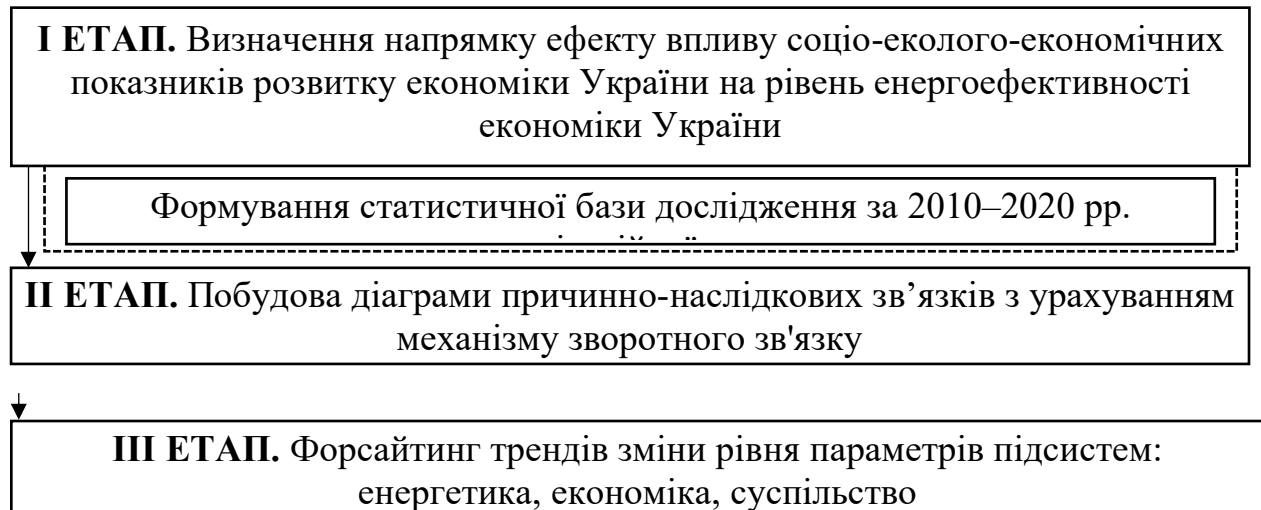


Рисунок 5.2 – Науково-методичний підхід прогнозування трендів зміни рівня енергоефективності економіки України за умови наявності значної волатильності ключових соціо-еколого-економічних показників розвитку економіки України

Джерело: побудовано авторами.

Використання даного програмного забезпечення обумовлено набором функцій та алгоритмів статистично-динамічного моделювання. Для регресії частин рівнянь використовувалося програмне забезпечення Eviews.

Дані підсистеми об'єднані важливими змінними ВВП, доданою вартістю різних галузей, загальним споживанням енергії, основними викидами забруднюючих речовин, загальною чисельністю населення тощо. Візуалізаційна карта імітаційного моделювання трендів зміни рівня енергоефективності економіки України за умови наявності значної волатильності ключових соціо-еколого-економічних показників розвитку економіки України представлена на рисунку 5.3.

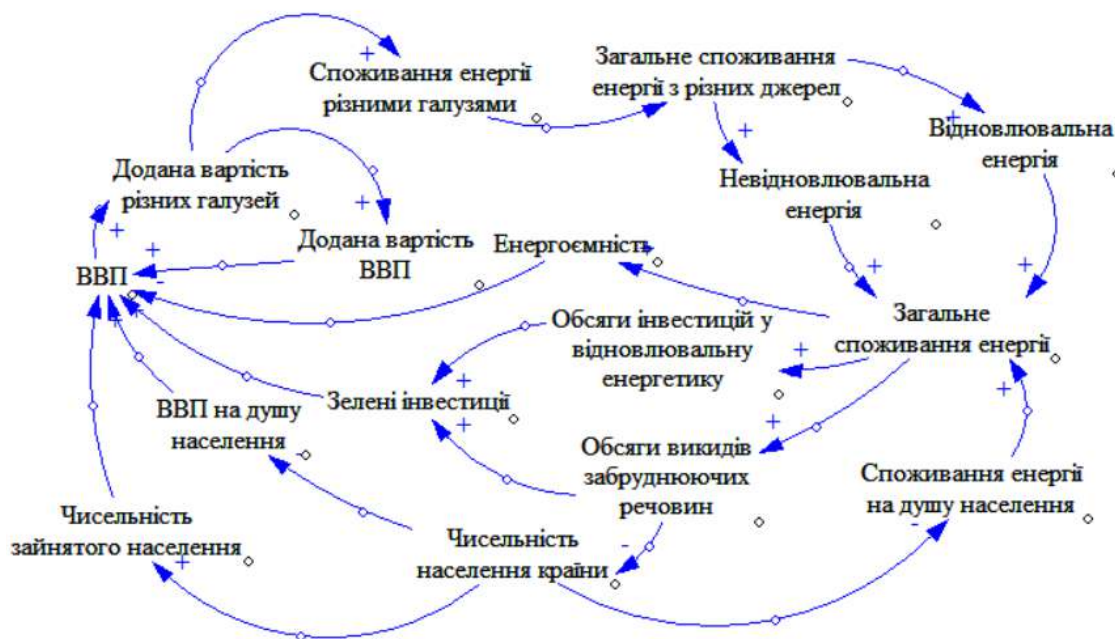


Рисунок 5.3 – Візуалізаційна карта імітаційного моделювання трендів зміни рівня енергоефективності економіки України за умови наявності значної волатильності ключових соціо-еколого-економічних показників розвитку економіки України

Джерело: побудовано автором.

Стрілки представляють зв'язки між змінними, а знак «+» або «-» в кінці ліній впливу вказує напрямок ефекту. При цьому, «+» вказує на те, що змінні змінюються в одному напрямку, а «-» вказує протилежне. Таким чином систематизовані результати формалізації шуканих взаємозв'язків у вигляді функціональних залежностей можна представити наступним чином:

ВВП-(+) додана вартість різних галузей -(+) споживання енергії різними галузями -(+) загальне споживання енергії з різних джерел -(+) загальне споживання невідновлювальної енергії -(+) загальне споживання відновлювальної енергії -(+) загальне споживання енергії -(+) обсяги викидів забруднюючих речовин -(+) зелені інвестиції -(+) ВВП

ВВП-(+) додана вартість різних галузей -(+) споживання енергії різними галузями -(+) загальне споживання енергії з різних джерел -(+) загальне споживання невідновлювальної енергії -(+) загальне споживання відновлювальної енергії -(+) загальне споживання енергії -(+) обсяги інвестицій у відновлювальну енергетику -(+) зелені інвестиції -(+) ВВП

ВВП-(+) додана вартість різних галузей -(+) споживання енергії різними галузями -(+) загальне споживання енергії з різних джерел -(+) загальне споживання невідновлювальної енергії -(+) загальне споживання відновлювальної енергії -(+) загальне споживання енергії -(+) обсяги викидів забруднюючих речовин -(+) обсяги інвестицій у відновлювальну енергетику -(+) зелені інвестиції -(+) ВВП

ВВП-(+) додана вартість різних галузей -(+) споживання енергії різними галузями -(+) загальне споживання енергії з різних джерел -(+) загальне споживання невідновлювальної енергії -(+) загальне споживання відновлювальної енергії -(+) загальне споживання енергії -(+) обсяги викидів забруднюючих речовин -(-) чисельність населення країни -(-) чисельність зайнятого населення-(-) ВВП

ВВП–(+) додана вартість різних галузей –(+) споживання енергії різними галузями –(+) загальне споживання енергії з різних джерел –(+) загальне споживання невідновлювальної енергії –(+) загальне споживання відновлювальної енергії –(+) енергоемність –(-) ВВП

На основі статистично-динамічного моделювання функціональних залежностей параметрів енергетичної, економічної та соціальної систем результати імітаційного моделювання трендів зміни рівня енергоефективності економіки України за умови наявності значної волатильності ключових соціо-еколого-економічних показників розвитку економіки України представлено на рисунку 5.4.

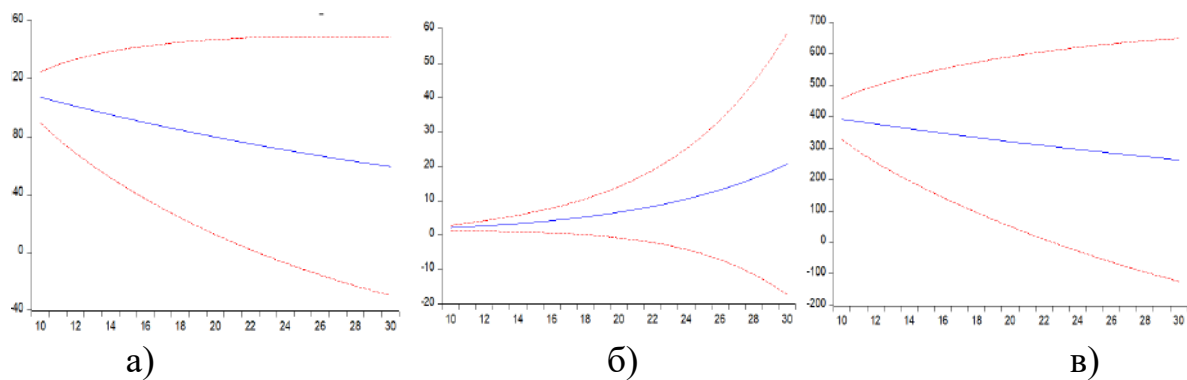


Рисунок 5.4 – Результати імітаційного моделювання трендів зміни рівня енергоефективності економіки України за умови наявності значної волатильності ключових соціо-еколого-економічних показників розвитку економіки України

Джерело: побудовано автором.

Результати прогнозування засвідчили, що рівень енергоефективності країни має зростаючий тренд за умови збереження діючих політик державного регулювання енергетичного сектору національної економіки. Слід відмітити, що критичними точками зміни рівня енергоефективності є 2024 та 2027 роки. З огляду на це, основним пріоритетним завданням є

активізація процесів синхронізацію енергосистеми України з ENTSO-E (континентальна частина європейської енергетичної системи). Запровадження інструментів узгодження європейського та вітчизняного ринків електро-енергії. Уповільнення економічного зростання національної економіки змушує оптимізувати та модернізувати структуру енергетики та структури промисловості. Відповідно наступним пріоритетним завданням є зниження рівня імпортозалежності та енергоємності національної економіки за рахунок розвитку відновних джерел енергії.

5.2. Виявлення патернів (комбінації таких показників), які кумулятивно накопичуючись протягом тривалого періоду часу, сформували «слабкі місця», «критичні точки» та атрактори, що гальмуватимуть в прогностному періоді динаміку досягнення цілей Європейської зеленої угоди

Науковою спільнотою доведено, що економічний розвиток провокує нарощування обсягів споживання енергії. Це у свою чергу провокує несприятливі зміни клімату, ризик виснаження невідновлюваних енергетичних ресурсів, збільшення забруднення навколишнього природного середовища та ставить під загрозу національну енергетичну безпеку. З іншої сторони, економічне зростання сприяє залученню зелених інноваційних технологій (відновлювані джерела енергії, розумні мережі тощо), які дозволяють вирішувати проблеми енергетичної кризи. Тому енергетичний перехід та сприяння використанню відновлюваної енергетики стоїть на місці порядку денному геополітичних дискусій всіх країн світу. Відновлювані джерела енергії дають можливість замінити традиційне викопне паливо, відкрити нові можливості для промислового

розвитку [5; 6; 7], значно скоротити обсяги викидів CO₂ [8] тощо. Слід відмітити, що вирішення екологічних проблем та сталого розвитку набуває виміру переходу до шостої технологічної революції [9].

З соціально-економічної точки зору зелена трансформація потребує вдосконалення та оновлення наявного технологічного оснащення в енергетичному секторі, що сприяє підвищенню рівня життя та зменшенню тиску на навколишнє природне середовище [10]. Підписання Паризької кліматичної угоди дозволило сформуванню головні вектори щодо прискорення переходу до кліматичної нейтральності, чистої енергії та зеленої економіки (рис. 5.5).

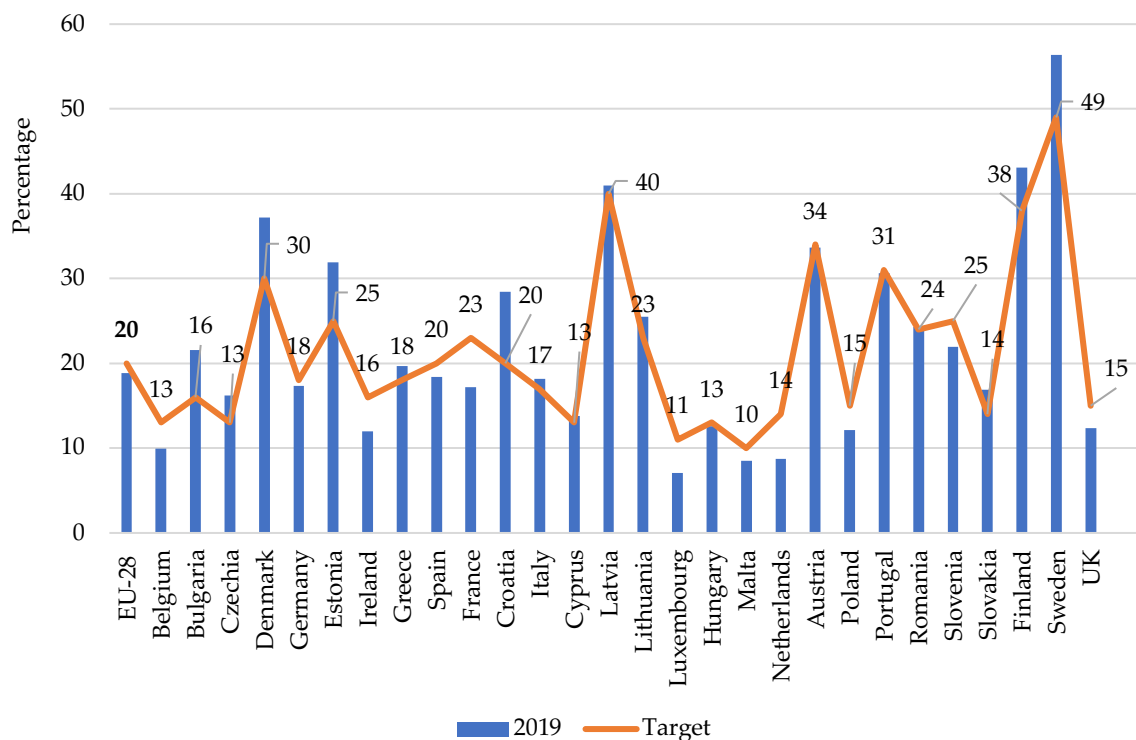


Рисунок 5.5 – Частки споживання відновлюваної енергії у ЄС та цільові показники 2020

Джерело: розроблено авторами на основі [16].

Декарбонізація енергетики та стійка промисловість вважаються одними з основних напрямків у рамках цілей сталого розвитку (ЦУР) [12; 13; 14]. Таким чином, низка країн зацікавлені у розвитку та пошуку нових відновлюваних джерел енергії. Слід зазначити, що економічно розвинені країни більш зацікавлені у розвитку відновлюваної енергетики. Для виміру успіху в досягненні цілей сталого розвитку (ЦСР), експертами розроблено Індекс цілей сталого розвитку (SDG Index).

Так, згідно офіційного звіту, показники Індексу ЦСР 2021 [15], такі європейські країни, як Фінляндія (85,9), Швеція (85,6), Данія (84,9), Німеччина (82,50), Бельгія (82,2), Австрія (82,1), Норвегія (82,0), Франція (81,7), Словенія (81,6) показали найкращі результати у досягненні 17 ЦСР.

У контексті Директиви 2009/28/ЕС про сприяння використанню енергії з відновлюваних джерел [17], у 2009 році ЄС поставив за мету підвищити частку відновлюваної енергії на 20% до 2020 року. Таким чином, кожен член ЄС транспонує цю ціль у національну правову систему та встановлює національний цільовий показник частки відновлюваної енергії у валовому кінцевому споживанні енергії.

Результати аналізу засвідчили (рисунок 5.6), що більшість країн ЄС досягли національної цілі щодо нарощування питомої ваги відновлюваної енергії до 2020 року та підвищення енергоефективності країни.

Крім того, у 2018 році лідери ЄС домовилися збільшити частку споживання енергії з відновлюваних джерел на 32% до 2030 року [18]. На рисунку 5.6 видно, що середній темп зростання споживання відновлюваної енергії в ЄС за 2015-2019 рр. становить 101,72 ($p = 27,59\%$). Таким чином, це дозволяє стверджувати, що ЄС не досягне загальної цілі в 32% споживання відновлюваної енергії до 2030 року, оскільки між країнами-членами ЄС існує значний розрив. З іншого боку, темпи зростання відновних джерел енергії становлять 108,41 та 110,64 ($p = 6,9\%$ та $3,45\%$,

відповідно), що свідчить про наявність рушійних сил у збільшенні частки споживання енергії з відновлюваних джерел.

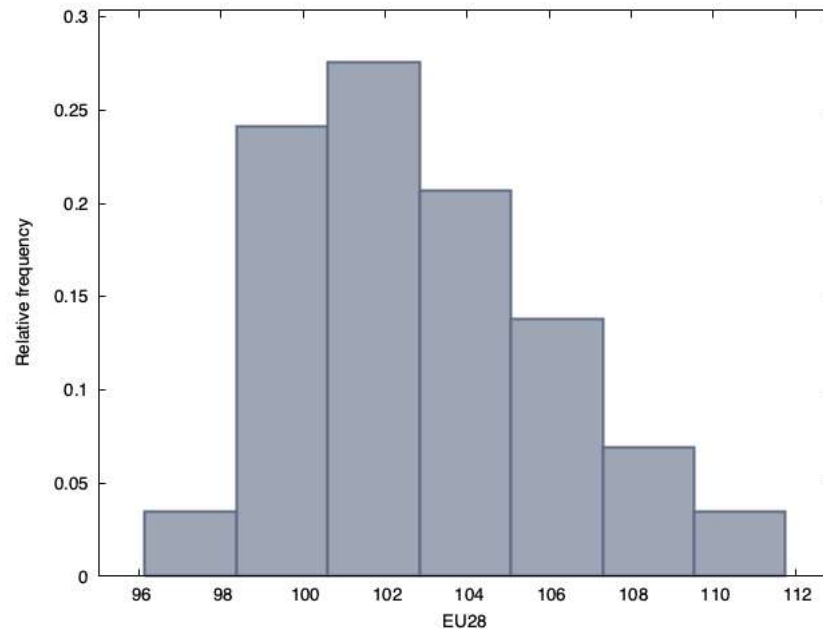


Рисунок 5.6 – Відносна частота середніх темпів зростання споживання відновлюваної енергії в ЄС, 2015-2019 рр.

Джерело: розроблено авторами на основі [16].

Вищезазначене свідчить про те, що досвід економічно розвинених країн у сфері відновлюваної енергетики може стати основою для прискорення зеленої трансформації у всьому світі. У свою чергу, зелений розвиток на національному рівні можна було б посилити за допомогою загального плану зеленої трансформації, що ґрунтуються на принципах сталого розвитку, враховує таргети підвищення енергетичної безпеки, захисту навколишнього природного середовища та подолання зміни клімату. Тому визначення основних факторів, що впливають на розвиток відновних джерел енергії як детермінанти підвищення енергетичної країни є актуальним.

Емпіричне дослідження проведено на основі даних статистичної бази OECD.Stat (Організація економічного співробітництва та розвитку) та Світового банку (Світовий банк) за 2000-2018 рр. (станом на 20 вересня 2021 р.). На першому етапі проаналізовано рівень енергетичної ефективності та розвиток енергетичного сектору всіх країни ЄС та України. Проте після первинного аналізу вирішено залишити для подальшого емпіричного оцінювання такі країни як: Данія, Норвегія, Фінляндія, Франція та Швеція (як країни з найвищими показниками у досягненні ЦСР [103]); Польща, Чеська Республіка, Угорщина та Словацька Республіка (Вишеградські країни з подібним економічним та інституційним підґрунтям, які імплементували комплексний підходу у досягненні ЦСР); Україна (як потенційний кандидат до вступу в ЄС, що підписала Угоду про асоціацію між Україною та ЄС у 2014 р.). Збір та попередня обробка даних проводилися за допомогою інтегрального поєднання інструментарію Microsoft Office Excel, EViews 12SV та Gretl 2021.

Рівень енергетичної ефективності є залежною змінною. На основі поглибленого бібліометричного аналізу обрано пояснювальні змінні такі як: споживання відновлюваної енергії (% загального споживання кінцевої енергії), викиди CO₂ (метричні тони на душу населення); ВВП на душу населення (у поточних доларах США); імпорт і експорт товарів і послуг (% ВВП); прямі іноземні інвестиції, чисті притік; споживання енергії в промисловості (% загального споживання енергії); робоча сила (усього); промисловість (у тому числі будівництво), додана вартість (% ВВП); виробництво, додана вартість (% ВВП); валове приріст капіталу (% ВВП); додана вартість у промисловості, % від загальної доданої вартості; інтенсивність CO₂ у промисловості, енергетичні викиди CO₂ на душу населення; продуктивність CO₂ у промисловості, ВВП на одиницю енергетичних викидів CO₂.

Таблиця 5.2 демонструє результати описової статистики для всіх змінних, використаних у дослідженні. Слід зазначити, що кожна змінна має однакову кількість спостережень (n=190). Таким чином, набір даних панелі збалансований.

Таблиця 5.2 Результати описової статистики вихідних даних для всіх країн

Змінна	Опис	Mean	Min → Max	St. Dev.
EE	Рівень енергоефективності країни	22.643	0.055 → 30.728	3.423
REC	Споживання відновлюваної енергії (% загального споживання кінцевої енергії)	21.375	0,991 → 61.111	18.089
CO2	CO2 викиди (метричні тонни на душу населення)	4.653	0.045 → 10.728	3.423
GDP	ВВП на душу населення (у поточних доларах США)	31033.27	635.704 → 102913.5	24098.61
IMP	Імпорт товарів та послуг (% від ВВП);	48.708	24.686 → 94.484	17.861
EXP	Експорт товарів та послуг (% від ВВП)	51.333	24.836 → 96.376	17.747
IND	Промисловість (вкл. будівництво), додана вартість (% від ВВП)	27.171	17.045 → 40.295	5.212
MNF	Виробництво, додана вартість (% від ВВП)	15.659	5.996 → 24.150	4.562
FDI	Прямі іноземні інвестиції, чистий притік (BoP, у поточних доларах США)	1.21E+10	-6.47E+10 → 8.51E+10	1.88E+10
LFT	Робоча сила, всього	942166	2405139 → 30438691	9308153
GCF	Валовий приріст капіталу (% of GDP)	23.716	13.397 → 32.826	3.315
VAI	Додана вартість в промисловості, % всього від доданої вартості	30.754	19.201 → 44.767	5.646
ECI	Споживання енергії в промисловості, % від загального споживання енергії	28.336	13.232 → 47.522	8.772
PCI	Інтенсивність CO2 в промисловості, енергетичні викиди CO2 на душу населення	7.132	3.460 → 13.630	2.240
PCP	Продуктивність CO2 в промисловості, ВВП на одиницю енергетичних викидів CO2	5.282	1.088 → 14.884	2.767

Min – Мінімум. *Max* – Максимум. *St.Dev.* – Стандартне відхилення.

Джерело: систематизовано авторами.

Основною метою є виявлення основних детермінант енергетичної ефективності, використовуючи регресійні моделі панельних даних.

За результатами аналізу наукового доробку про драйвери розвитку енергетичного сектору [73, 190,192, 193], модель дослідження має наступний формальний вигляд:

$$EE = f(REC, IND, MAN, FDI, CO2, GDP, IGS, EGS, TLF, GCF, VAI, ECI, PCI, PCP) \quad (5.1)$$

Суттєвою перевагою панельних даних є мінімізація упередженості в результатах. Таким чином, щоб забезпечити надійні та адекватні результати оцінювання α_0 (невідомий параметр) та $\beta_{1..n}$ (коефіцієнти незалежних змінних), це дослідження включало аналіз панельних даних за допомогою OLS-моделювання з фіксованими та випадковими ефектами.

Для визначення адекватної моделі (фіксовані або випадкові ефекти) застосовано тест Хаусмана. Модель з фіксованими ефектами має місце, коли випадкові параметри та пояснювальні змінні є статистично значущими. У протилежному випадку краще використовувати модель випадкових ефектів.

Відповідно до результатів узагальнення наукових досліджень, OLS-модель з фіксованими ефектами застосовано для оцінювання впливу змінних на рівень енергетичної ефективності, уникаючи нестабільність часових флуктуацій та кореляції між залежною змінною та залишками.

Рівняння регресії з фіксованими ефектами моделі (5.1) можна виразити таким чином (5.2):

$$Y_{it} = \alpha_0 + \beta_1 X_{it} + \dots + \beta_i X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.2)$$

де Y_{it} – EE (залежна змінна); X_{it} – незалежні змінні (CO_2 , GDP , REC , IGS , EGS , IND , MAN , FDI , TLF , GCF , VAI , ECI , PCI , PCP); i – індекс ($i=1, \dots, 10$); t – час ($t = 2000, \dots, 2018$); α_0 – пошукові параметри моделі; $\beta_{1..n}$ – коефіцієнти незалежних змінних; ε_{it} – залишки.

Відмітимо, що значення змінних перетворено у натуральну логарифмічну форму, щоб уникнути проблем, пов'язаних з динамічними властивостями рядів даних. Таким чином, рівняння регресії (5.2) після перетворення всіх змінних у логарифмічну форму має наступний вигляд (5.3):

$$EE_{it} = \alpha_0 + \beta_1 \ln X_{it} + \dots + \beta_i \ln X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.3)$$

На наступному етапі перевірено вплив відмінностей між об'єктами на енергетичної ефективності, взаємозв'язки між енергоефективністю та пояснювальними змінними за допомогою методики випадкових ефектів (5.4) (логарифмічна форма). Зазначимо, що головною перевагою цього методу є включення змінних, які є незмінними у часі.

$$REC_{it} = \alpha + \beta \ln X_{it} + \mu_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5.4)$$

де Y_{it} – EE (залежна змінна); X_{it} – незалежні змінні (CO_2 , REC , GDP , IGS , EGS , IND , MAN , FDI , TLF , GCF , VAI , ECI , PCI , PCP); i – індекс ($i=1, \dots, 10$); t – час ($t = 2000, \dots, 2018$); α_0 – невідомі параметри; $\beta_{1..n}$ – коефіцієнти незалежних змінних; ε_{it} – залишки; μ_{it} – випадкові неоднорідності у i -спостереженні (постійні).

Тест Хаусмана використано для перевірки взаємозв'язку між похибками та регресорами. Рішення про те, яка модель є більш прийнятною, здійснено на основі:

$$p = (\beta_{RE} - \beta_{FE}) \times (\sum FE - \sum RE)^{-1} \times (\beta_{RE} - \beta_{FE}) \quad (5)$$

де β_{RE} – пошуковий коефіцієнт випадкових ефектів; β_{FE} – пошуковий коефіцієнт фіксованих ефектів; $\sum FE$ – коваріаційна матриця коефіцієнтів фіксованих ефектів; $\sum RE$ – коваріаційна матриця коефіцієнтів випадкових ефектів.

Отже, нульова гіпотеза може бути підтверджена, якщо результат тесту Хаусмана є значущим ($p > 0,05$) – перевага надається випадковій моделі. При цьому незначне значення критерію Хаусмана ($p < 0,05$) доводить альтернативну гіпотезу, яка вказує на те, що фіксована модель є прийнятною.

Дотримуючись методики, описаної в дослідженні [109], на першому етапі панельного регресійного аналізу (5.1) змінні було оцінено на стаціонарність за допомогою інструментарію тестів одиничних корнів (Levin, Lin & Chu; Im, Pesaran, Shin W-Stat, ADF-Fisher Chi-square, and PP-Fisher Chi-square) загальне рівняння панельних одиничних тестів має наступний формальний вигляд (5.6):

$$y_{it} = \rho_i y_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \varphi_{ij} \varepsilon_{it-j} + \delta_i X_{it} + u_{it} \quad (5.6)$$

де ρ_i – число лагів в ADF регресії; X_{it} – незалежні змінні (3); ε_{it} – значення стаціонарних помилок; i – індекс ($i=1, \dots, 10$); u_{it} – стаціонарність.

Нульова гіпотеза $H_0: \rho_i = 0$ означає, що кожен i панельних даних є стаціонарним на детермінованому рівні;

При цьому, альтернативна гіпотеза (що деякі, але не всі, i маю одиничні корені):

$$H_1: \begin{cases} p_i < 0 \text{ for } i = 1, \dots, N_1 \\ p_i = 0 \text{ for } i = N_1 + 1, \dots, N \end{cases} \quad \text{з } 0 < N_1 < N \quad (5.7)$$

На наступному етапі перевірено наявність автокореляції. Для визначення висококорельованих змінних застосовано кореляційний аналіз за коефіцієнтом Пірсона (R). На основі розрахованих коефіцієнтів кореляції (R) прийнято рішення про доцільність включення змінних до моделі. Таким чином, кореляція між змінними за коефіцієнтом Пірсона була розрахована за рівнянням (5.8), як зазначено нижче:

$$R = \frac{E((X-E(X))(Y-E(Y)))}{\sqrt{\text{var}(X)\text{var}(Y)}} \quad (5.8)$$

де $E(X)$ та $E(Y)$ – значення залежної та незалежних змінних, відповідно; $\text{var}(X)$ та $\text{var}(Y)$ – відхилення X та Y , відповідно.

При цьому, якщо:

$0 < R < 0.2 \rightarrow$ корелція між змінними незначна або відсутня;

$0.2 < R < 0.5 \rightarrow$ корелція між змінними є низькою;

$0.5 < R < 0.7 \rightarrow$ корелція між змінними є середньою;

$0.7 < R < 0.9 \rightarrow$ корелція між змінними є сильною;

$0.7 < R < 0.9 \rightarrow$ корелція між змінними є значно сильною;

$R < 0 \rightarrow$ корелція між змінними є негативною;

$R \sim (-1) \rightarrow$ корелція між змінними є високо негативною.

Перед моделюванням усі змінні були перевірені на стаціонарність за допомогою тесту одиничного кореня за методами Levin, Lin & Chu (LLC), Im, Pesaran, Shin W-Stat (IPS), ADF-Fisher Chi-square (ADF), та PP-Fisher Chi-square (PP). Таблиця 5.3 свідчить, що всі змінні мають одиничні корені у рівнях. Таким чином, було проведено тест на одиничні корені в перших різницях, щоб уникнути помилкової регресії. За результатами усі змінні стали стаціонарними. На наступному етапі здійснено перевірку кореляції між змінними з метою оцінки причинно-наслідкового зв'язку між досліджуваними змінними.

Таблиця 5.3 – Результати тесту на одиничні корені досліджуваних змінних

Тест	Стат.пар.	Змінні													
		Одиничні корені у рівнях													
		EE	CO2	GDP	IMP	EXP	IND	MNF	FDI	LFT	GCF	VAI	ECI	PCI	PCP
LLC	Stat.	-0.88	-2.92	-7.17	-1.58	-1.99	-2.08	-2.37	-2.01	-0.35	-3.16	-2.15	-2.61	0.98	-1.08
	Prob.	0.19	0.00*	0.00*	0.06**	0.02*	0.02*	0.01*	0.02*	0.36	0.00*	0.02*	0.00*	0.82	-0.14
IPS	Stat.	2.24	1.42	-4.14	0.03	-0.21	-0.45	-0.88	-2.83	3.15	-2.11	-0.75	-0.57	2.74	3.04
	Prob.	0.99	0.92	0.00*	0.51	0.42	0.33	0.19	0.00*	0.99	0.02*	0.23	0.28	0.99	0.99
ADF	Stat.	6.71	19.18	51.66	15.28	16.57	19.27	26.13	38.15	14.09	32.20	21.65	17.99	7.01	4.89
	Prob.	0.99	0.51	0.00*	0.76	0.68	0.5	0.16	0.01*	0.83	0.04*	0.36	0.59	0.99	0.99
PP	Stat.	9.82	23.33	77.75	14.63	19.63	17.12	23.86	96.85	35.31	23.96	19.54	38.10	6.13	3.76
	Prob.	0.97	0.27	0.00*	0.80	0.48	0.65	0.25	0.00*	0.02*	0.24	0.49	0.01*	0.99	1.00
Tests	Stat. Par.	Одиничні корені у пеших різницях													
		EE	CO2	GDP	IMP	EXP	IND	MNF	FDI	LFT	GCF	VAI	ECI	PCI	PCP
LLC	Stat.	-4.53	-2.07	-5.02	-9.17	-7.55	-7.17	-5.20	-6.62	-3.10	-9.64	-7.07	-7.57	-6.99	-6.81
	Prob.	0.00*	0.02*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
IPS	Stat.	-4.97	-4.82	-3.48	-7.21	-5.79	-5.69	-4.79	-8.89	-3.88	-8.04	-5.58	-6.76	-5.87	-6.44
	Prob.	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
ADF	Stat.	62.20	61.47	44.18	86.68	69.96	69.45	60.95	106.6	50.12	96.83	68.10	81.73	71.49	78.18
	Prob.	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
PP	Stat.	123.7	134.1	56.91	135.65	103.9	117.9	92.53	1282.	106.5	161.2	109.7	232.1	130.2	177.1
	Prob.	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*

Примітка: * $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.1$.

Джерело: розроблено авторами.

У таблиці 5.4 наведено результати кореляційного аналізу, які дозволяють визначити залежність між змінними. Таким чином, енергоефективність має негативну кореляцію з IMP (середній), IND (низький), MNF (низький), FDI (низький), LFT (середній), GCF (низький) та VAI (низький). При цьому отримані результати засвідчили, що EXP сильно корелює з IMP (0,93), PCP з GDP (0,84) і EE (0,80), VAI з IND (0,99). Таким чином, ці змінні не було застосовано у подальшому аналізі для уникнення мультиколінеарності. Зазначимо, що високий позитивний рівень кореляції спостерігається між EE та GDP (0,89).

Таблиця 5.4 – Кореляційна матриця вихідних даних дослідження

	EE	CO2	GDP	IMP	EXP	IND	MNF	FDI	LFT	GCF	VAI	ECI	PCI	PCP
EE	1.000	0.06	0.89	-0.42	-0.19	-0.04	-0.39	-0.15	-0.58	-0.06	-0.02	0.08	0.04	0.80
CO2		1.00	-0.01	-0.46	-0.44	0.02	-0.27	0.08	0.48	0.01	0.01	-0.08	0.00	0.02
GDP			1.00	-0.46	-0.26	-0.20	-0.43	-0.08	-0.48	0.02	-0.21	-0.15	0.11	0.84
IMP				1.00	0.93	0.25	0.62	-0.14	-0.21	0.17	0.27	-0.09	-0.14	-0.35
EXP					1.00	0.40	0.51	-0.16	-0.43	0.17	0.42	-0.06	-0.08	-0.18
IND						1.00	0.24	0.07	-0.37	0.46	0.99	0.45	0.47	-0.40
MNF							1.00	0.09	-0.07	0.23	0.24	0.17	0.25	-0.49
FDI								1.00	0.22	0.09	0.03	0.01	0.12	-0.12
LFT									1.00	-0.24	-0.40	-0.20	-0.29	-0.30
GCF										1.00	0.42	0.23	0.28	-0.10
VAI											1.00	0.44	0.47	-0.40
ECI												1.00	0.24	-0.27
PCI													1.00	-0.41
PCP														1.00

Джерело: розроблено авторами.

Отже, для оцінювання аксонометричної моделі, EE застосовано як ендогенну змінну, на яку впливають наступні екзогенні змінні (регресори): CO2; GDP; MNF; FDI; LFT; GCF; ECI; PCI. Результати тесту на стаціонарність показали, що всі змінні є стаціонарними у перших різницях, що дозволяє здійснити регресійний аналіз. Згідно з результатами панельної регресії для моделі з фіксованими ефектами, значення R-squared (0,941)

свідчить про адекватність моделі з фіксованими ефектами. Таким чином, всі екзогенні змінні можуть пояснити зміни ЕЕ на 94,1%. У свою чергу, Prob (F-статистика) рівна 0,000 показує, що загальні панельні регресії мають значення ($F < 0,05$), тоді як усі коефіцієнти відрізняються від нуля.

Таблиця 5.5 – Результати панельної регресії для моделі з фіксованими ефектами

Залежна змінна	ЕЕ			
	Змінні	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
CO2	0.164*	0.014	12.048	0.000
GDP	0.691*	0.020	34.104	0.000
LFT	-0.398*	0.029	-13.619	0.000
GCF	-1.187*	0.135	-8.821	0.000
ECI	0.656*	0.059	11.060	0.000
PCI	-0.492*	0.062	-7.928	0.000
R-squared	0.941			
Prob (F-statistic)	0.000			

Примітка: * $p < 0.01$.

Джерело: розроблено авторами.

За результатами панельної регресії для моделі з фіксованими ефектами (Таблиця 5.5) встановлено позитивний зв'язок між ЕЕ і споживання енергії в промисловості (ECI), викидами CO2 (CO2) і ВВП на душу населення (GDP). Це означає, що збільшення викидів CO2 на душу населення на 1% призводить до зростання споживання відновлюваної енергії на 0,16%. У свою чергу, зростання ВВП на душу населення на 1% призводить до зростання споживання відновлюваної енергії на 0,69%. Якщо споживання енергії в промисловості (ECI) збільшиться на 1%, то споживання відновлюваної енергії (REC) зросте на 0,66%.

Результати, наведені у Таблиця 5.6, свідчать про адекватність моделі з випадковими ефектами, оскільки значення R-squared дорівнює 0,845. У свою чергу, значення Prob (F-statistic) рівне 0,000 свідчить про значущість моделі ($F < 0,05$).

Таблиця 5.6 – Результати регресійного аналізу з випадковими ефектами

Dependent variable	EE			
Variables	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CO2	0.187*	0.059	3.152	0.001
GDP	0.511*	0.031	16.636	0.000
MNF	0.580*	0.108	5.365	0.000
LFT	-0.589*	0.143	-4.130	0.000
GCF	-0.666*	0.095	-7.000	0.000
PCI	-1.471*	0.092	-15.956	0.000
R-squared	0.845			
Prob (F-statistic)	0.000			

Примітка: * $p < 0.01$.

Джерело: розроблено авторами.

За результатами панельної регресії для моделі з випадковим ефектами (Таблиця 5.6) встановлено позитивний зв'язок між ЕЕ, споживанням енергії в промисловості (ECI), доданою вартістю від виробництва (MNF), викидами CO2 (CO2) та ВВП на душу населення (GDP). У свою чергу, збільшення ВВП на душу населення (GDP) на 1% та доданої вартості від обробної промисловості (MNF) призводить до зростання енергоефективності на 0,51% та 0,58% відповідно.

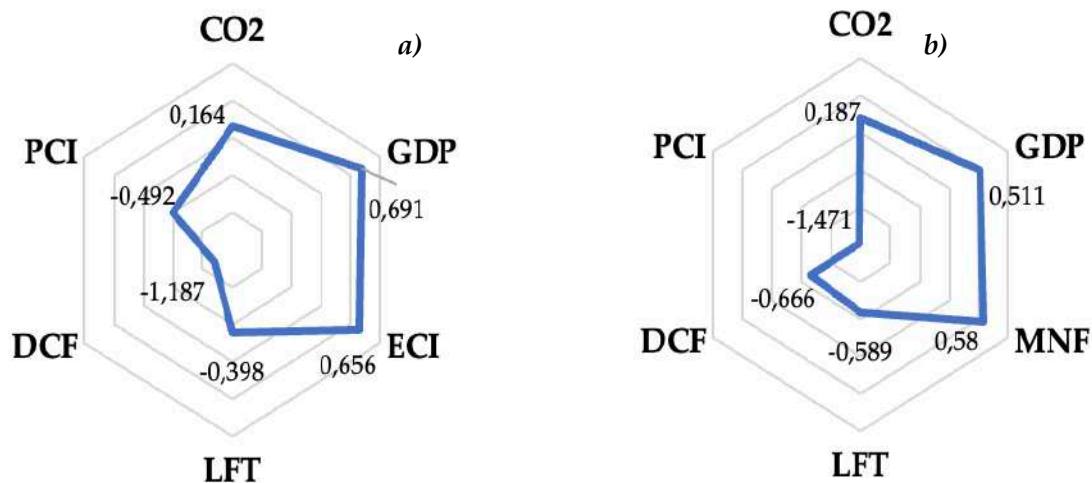


Рисунок 5.7 – Результати розрахунків за моделями з (а) фіксованими та (b) випадковими ефектами

Джерело: розроблено авторами.

Подібно до результатів регресії з фіксованими ефектами (Рисунок 5), загальна робоча сила (LFT), валовий приріст капіталу (GCF) та інтенсивність CO2 в промисловості (PCI) обернено пропорційні ЕЕ. Однак, якщо зростання робочої сили (LFT) на 1%, збільшить ЕЕ на 0,59%, тоді як зростання валового приросту капіталу у ВВП (GCF) на 0,67%, та інтенсивність CO2 у промисловості (PCI) на 1,47%. Рисунок 5.7 візуалізує результати, отримані за моделями з фіксованими та випадковими ефектами

Таблиця 5.7 – Корельовані випадкові ефекти – тесту Хаусмана

Test Summary	Chi-Square Statistic	Chi-Square d.f.	Probability
Cross-section random	22.348	8	0.0029

Примітка: *Chi-Square d.f.* Розподіл хі-квадрат за k ступенями свободи

Джерело: розроблено авторами.

Таблиця 5.7 демонструє результати тесту Хаусмана. Таким чином, за отриманими результатами було відхилено нульову гіпотезу ($p > 0,05$), оскільки значення корельованих випадкових ефектів-критерію Хаусмана є незначним ($p=0,0029$). Таким чином, результати підтвердили альтернативну гіпотезу, яка дає вагомі докази того, що модель із фіксованими ефектами більш підходить для оцінки впливу екзогенних змінних на рівень енергетичної ефективності.

РОЗДІЛ 6 ДОРОЖНЯ КАРТА КОНВЕРГЕНЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ З ПОЛОЖЕННЯМИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ЗЕЛЕНОЇ УГОДИ

6.1. Формування інтегрованого плану з розвитку енергетики та боротьби зі зміною клімату до 2030 року

Європейська зелена угода передбачає скорочення викидів парникових газів до 2030 р. на 50% та до 55% порівняно з рівнями 1990 р. [114]. Реалізація стратегії, викладеної в European Green Deal, має на меті модернізувати парадигму економічного зростання через споживання. Метою викладених заходів у цій концепції є перехід до сталого економічного зростання, заснованого на ефективному використанні природних ресурсів. Основними цілями цього Європейського зеленого курсу є ліквідація парникових газів до 2050 р.; усунення залежності економічного зростання від обсягів використання ресурсів; усунення нерівності для всіх громадян ЄС. Найважливішим завданням European Green Deal є декарбонізація енергетичного сектору. На сьогодні понад 75% викидів парникових газів є наслідком роботи економічного сектору.

Пандемія COVID-19 спричинила кризові явища як у системі охорони здоров'я, так і в економічній сфері, оскільки карантинні обмеження призвели до втрати робочих місць та зростання нерівності в регіонах. У таких умовах доречним є перегляд Зеленої угоди зі створенням Плану відновлення, що забезпечить соціально-економічне оздоровлення з підтримкою сталого розвитку. Тобто цей курс має поліпшити соціально-економічну ситуацію разом з діями, спрямованими на боротьбу з деградацією навколишнього середовища.

European Green Deal безпосередньо пов'язана з EU Cohesion Policy. Зокрема щодо інвестувань, то до 85% коштів Європейського фонду регіонального розвитку та Фонду згуртованості мають бути спрямовані на розвиток розумної Європи та більш зеленої Європи. European Green Deal дійсно сприяє досягненню цілей EU Cohesion Policy, оскільки націлена на зменшення диспропорцій між різними регіонами за допомогою Механізму справедливого переходу. Тобто перехід до зеленої економіки передбачає зменшення розриву між регіонами та нерівності в суспільстві. При цьому існує небезпека, що багато регіонів, у яких переважають галузі, основою яких є виробничі процеси зі значними викидами вуглецевого газу, можуть значно знизити втрати. Ініціатива Механізму справедливого переходу передбачає приділення уваги до розвитку регіонів, для яких можуть виникнути найбільші перешкоди. Цей Механізм включає три визначальні показники, що визначають необхідність допомоги регіону: міра проблеми; соціальні виклики, що спричиняються втратою робочих місць; загальний рівень економічного та інвестиційного потенціалу регіону [211].

European Green Deal спрямована на захист, збереження та зміцнення природного капіталу ЄС, на захист здоров'я та добробуту громадян, попередження ризиків на негативних впливі, спричинених нестабілізаційними процесами в навколишньому середовищі. У центрі політики людина та регіони, галузі, що можуть опинитися в не вигідній ситуації від “зеленого” переходу.

Основні елементи European Green Deal є інтегрованим планом з розвитку енергетики та боротьби зі зміною клімату до 2030 року.

Перший напрям: Increasing the EU's Climate ambition for 2030 and 2050. Climate Action лежить в основі European Green Deal. Це амбіційний пакет заходів, що включає скорочення викидів парникових газів, інвестиції в найсучасніші дослідження та інновації, націлені на збереження природного середовища європейського регіону.

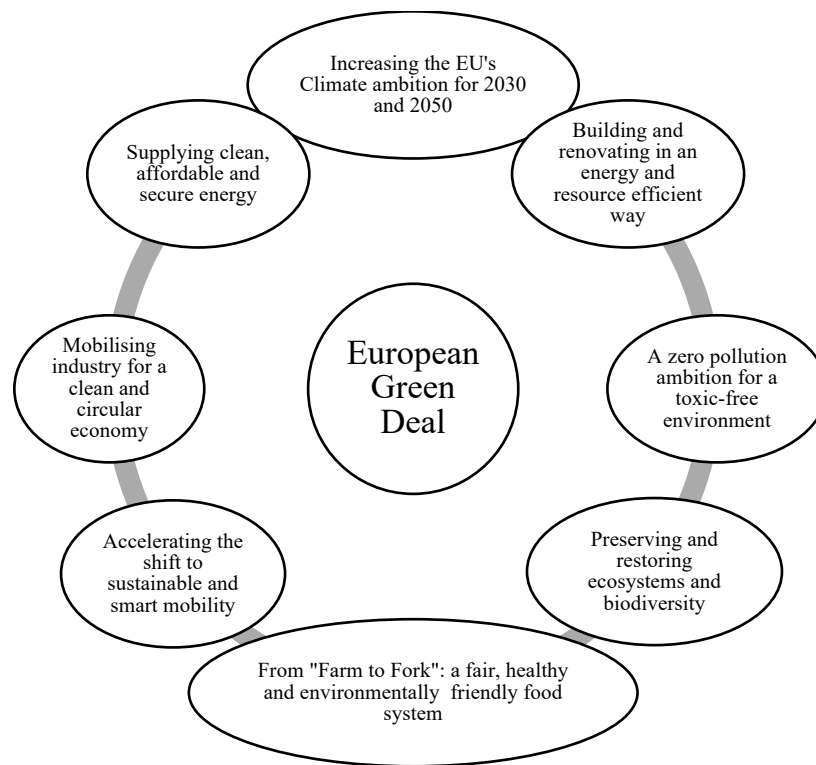


Рисунок 6.1 – Основні складові European Green Deal

Джерело: [40].

Другий напрям: Supplying clean, affordable and secure energy. Пріоритетом політики є досягнення енергоефективності. Підвищення ролі альтернативних джерел енергії є одним з основних завдань European Green Deal. Це забезпечить стійкість та екологічність циклів виробництва, “чисте” будівництво. Також сприятиме розвитку екологічно чистого транспорту, забезпечить захист екосистем Європи, стійкість продовольчих систем та “зеленої” аграрної політики ЄС, зменшить забруднення. Зазначимо, що відновлювана енергетика завжди була одним з ключових напрямків екологічної політики країн ЄС. Так, у 2007 році запроваджена Програма «20-20-20», згідно якої країни-члени зобов’язувалися до 2020 року скоротити свої викиди на 20% від рівня 1990 року та наростити частку відновних джерел енергії в загальному енергоспоживанні до 20%, а вже в 2014 році ЄС взяв курс на досягнення 27% відновних джерел енергії до 2030 року. Наприклад, у 2020 році з країн європейського регіону Німеччина

виробляла більш ніж 30% електроенергії з відновлюваних джерел. Розвиток відновлюваних джерел енергії у поєднанні із заходами підвищення енергоефективності утворюють найпотужніший інструмент декарбонізації європейського регіону [160].

Серед цілей розвиток енергетичного сектору з орієнтацією більшою мірою на відновні джерела енергії з поступовим припиненням використання вугілля та декарбонізацією. Разом з тим, енергопостачання в рамках ЄС повинне бути безпечним та доступним для споживачів та суб'єктів господарювання.

Важливим є забезпечення повної інтеграції, взаємозв'язку та оцифрування європейського енергетичного ринку з дотримання технологічного нейтралітету. Перехід до чистої енергії повинен залучати більшу кількість користувачів та приносити користь споживачам. Паралельно ціллю політики є декарбонізація газового сектору, зокрема шляхом посилення підтримки розвитку декарбонізованих газів через проектування конкурентоспроможного ринку вуглекислого газу та вирішення проблем, спричинених енергетичними викидами метану. Важливо, що в рамках European Green Deal передбачається нівелювання ризику енергетичної бідності для домогосподарств, що не можуть дозволити собі користуватися базовими енергетичними послугами. Для цього передбачені схеми фінансування домогосподарств для реконструкції будинків. Ще однією пов'язаною з цим елементом ціллю політики є розвиток розумної інфраструктури та технології: сприяння впровадженню інтелектуальних мереж, водневих мереж, зберігання та використання вуглецю, зберігання енергії тощо.

Світовий ринок має значний потенціал щодо розвитку технологій з низьким рівнем шкідливих викидів, виробництва екологічно дружніх продуктів та послуг, розумного споживання. Фактично з безмежної кількості потреб деякі можуть бути задоволені в повному обсязі, деякі не в

повному обсязі або зовсім не задоволені, тому що вони вимагають занадто значної кількості ресурсів. У компаніях зниження витрат ресурсів на одиницю виготовленої продукції або наданої послуги означає розширення обсягу благ і зменшення шкоди довкіллю, що є благом, вираженим економічно у формі зниження збитку від забруднення. Суб'єктам господарювання необхідно вдало адаптуватися до сучасних соціально-еколого-економічних умов із запровадженням раціональних моделей виробництва та споживання їх продуктів. У діловому співтоваристві набуває популярності концепція відповідального споживання (розумного, стійкого). Ця концепція ґрунтується на економному використанні природних ресурсів для задоволення лише необхідних потреб. Ця тенденція охоплює різноманітні сфери життєдіяльності та економічної діяльності і спонукує продукувати інноваційні рішення для екологізації різних аспектів життя людини. З'являються нові рекомендації для практичного застосування суб'єктами господарювання [163]:

- використання відновлювальної енергії з сонячних батарей;
- використання економних шрифтів видавництвами. Завдяки проведеним експериментам визначено, що з усіх стандартних шрифтів найефективнішим з точки економії є Times New Roman. Його використання економить до 10,5% площі аркуша порівняно з, наприклад, такими популярними у використанні шрифтами як Arial та Verdana [195];
- перехід на виключно електронний документообіг в роботі компаній;
- у маркетингових стратегіях просування використання сувенірної продукції з екологічно чистих та повторно перероблених матеріалів;
- проведення бізнес-зустрічей у формі онлайн-конференції з економією палива та зменшуючи шкідливі викиди від транспорту, що як показала практика під час карантинних обмежень, викликаних пандемією COVID-19, не є значною перешкодою та чинником зниження ефективності діяльності для більшості суб'єктів господарювання;

- користування електронними квитками;
- суто інтернет-банкінг та ін.

Упровадження підходів циркулярної економіки (стовпи циркулярної економіки відображені на рисунку 6.2) може дати поштовх до розвитку нових видів діяльності та створення додаткових робочих місць.

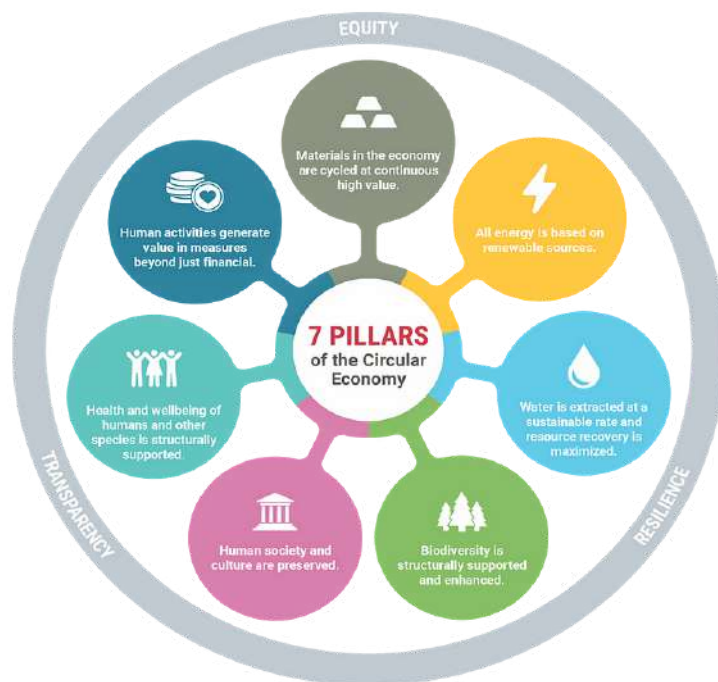


Рисунок 6.2 – Сім стовпів циркулярної економіки

Джерело: [124].

Саме за циркулярною економікою має досягатися принцип розумного споживання та виробництва, коли ресурси використовують лише тоді, коли це необхідно, але намагаються максимально дематеріалізувати товари та послуги. В ідеалі вся вироблювана та споживана енергія повинна мати своїм джерелом відновні. Щільність споживання енергії повинна відповідати щільності місцевої енергетичної доступності для уникнення структурних енергетичних втрат. Одним з основних принципів циркулярної економіки є збереження біорізноманіття в регіонах. Тобто середовище існування не

повинне зазнавати негативного впливу внаслідок діяльності людини. Для підтримки реалізації концепції циркулярної економіки важливою є соціальна згуртованість з відповідними моделями управління, що забезпечують реалізацію інтересів усіх зацікавлених сторін. Діяльності, яка структурно підриває добробут чи існування унікальних людських культур, уникають. Здоров'я людей також у пріоритеті в циркулярній економіці. При цьому економічна діяльність жодним чином не повинна загрожувати стану здоров'я регіонального населення. Стовпи циркулярної економіки на рисунку 6.2 оточують три властивості: справедливість, прозорість та стійкість. За умови впровадження циркулярної моделі необхідно звертати увагу не лише на те, як розробляються окремі її елементи, а й на те, як ці елементи пов'язані між собою. Тобто щоб виготовлений виріб відповідно до стовпів циркулярної економіки, дійсно відносився до продуктів циркулярної економіки, необхідно щоб він відповідав принципу справедливості (доступний для більшості потенційних споживачів), прозорий (можливість відстежувати інформацію про те, з чого виріб виготовлений), стійкий (безпечний для навколишнього середовища).

Трансформація в напрямку екологізації навколишнього середовища відбувається повільними темпами. Наприклад, що стосується використання компаніями підходів циркулярної економіки при формуванні стратегій перспективного розвитку, то лише 28% опитаних представників компаній відповіли, що вже впровадили принципи циркулярної економіки в свою стратегію розвитку, 27% – що впровадили циркулярні підходи в наявні бізнес-одиниці та стратегії зростання, 17% – які створили окремі бізнес-одиниці для здійснення діяльності за підходами циркулярної економіки, 12% – врахували принципи циркулярної економіки в діджитал-технологіях. У найближчі два роки найбільші зрушення мають бути в упровадженні принципів циркулярної економіки в сфері діджитал-технологій. Такі самі перспективи і на більш довгострокову перспективу серед світових

компаній. Зазначимо, що зовсім у планах у великої кількості частини опитаних (45%) у найближчі роки немає створення відокремлених бізнес-підрозділів для упровадження принципів циркулярної економіки. Утім, це закономірно для компаній невеликого обсягу чи з обмеженими ресурсами. Більш детально розподіл відповідей респондентів зображений на рисунку 6.3.

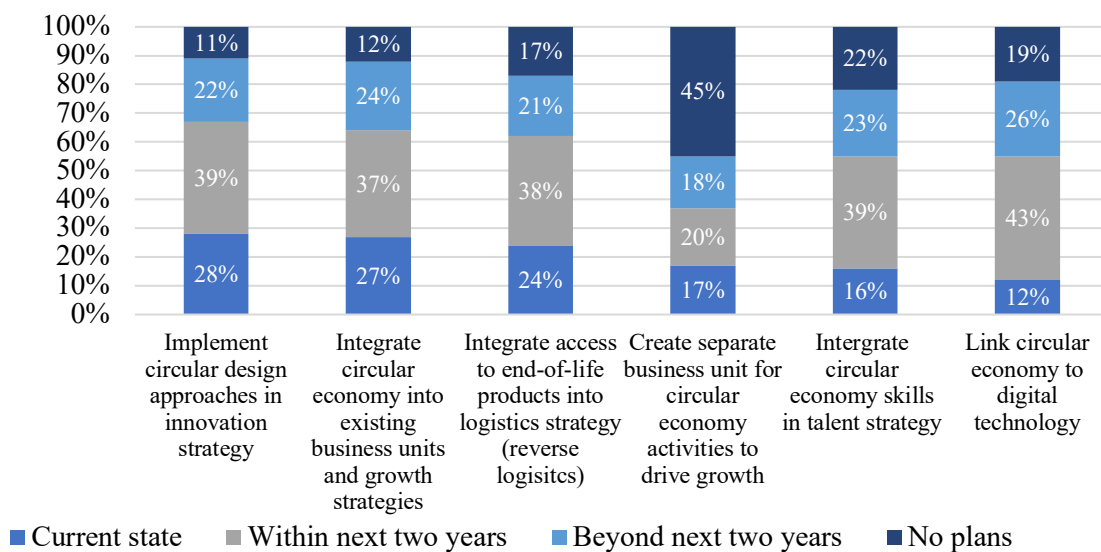


Рисунок 6.3 – Наміри компаній світу щодо інтеграції принципів циркулярної економіки в свою діяльність

Джерело: [275].

Для пришвидшення переходу до сталої моделі інклюзивного зростання European Green Deal націлена на підтримку промисловості ЄС з вирішення подвійних викликів зелених та цифрових перетворень. Разом з промисловою стратегією, новий план дій з циркулярної економіки може допомогти в модернізації економіки ЄС та дати корисний ефект від можливостей циркулярної економіки на внутрішньому та світовому рівнях. Ключовою ціллю політичного курсу є стимулювання розвитку провідних

ринків кліматично нейтральних та циркулярних продуктів як у ЄС, так і за його межами. Енергоємні галузі, такі як металургія, хімічна промисловість та будівельна, є необхідними для європейської економіки, оскільки вони постачають кілька ключових ланцюгів створення вартості. На сьогодні відсутні джерела статистичної інформації, які б дозволили відстежувати дані щодо секторального споживання енергії в реальному часі. Маємо лише щорічні звіти.

Фактичні обсяги споживання енергії в аналізованих країнах склали (рисунок 6.4): Німеччина (519 TWh), Франція (437 TWh), Великобританія (301 TWh), Італія (292 TWh), Іспанія (235 TWh), Нідерланди (106 TWh), Бельгія (82 TWh), Австрія (63 TWh). Частка попиту на електроенергію в транспорті становила від 1% (Великобританія) до 5% (Австрія).

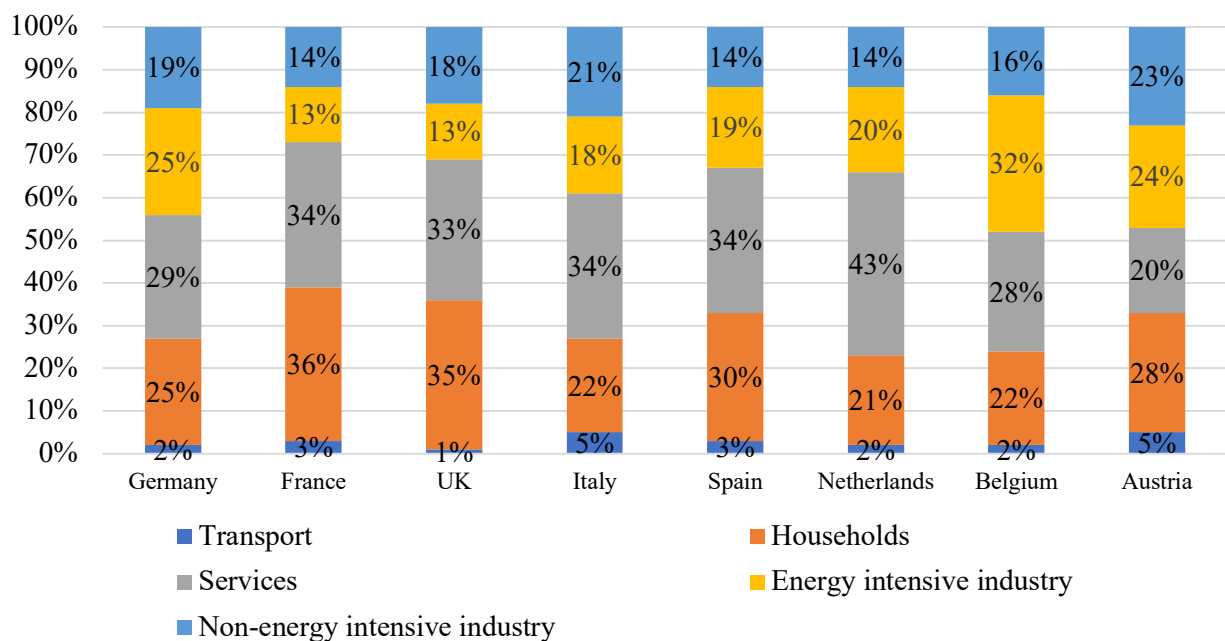


Рисунок 6.4 – Відсоткове співвідношення між споживанням енергії в різних секторах країн Європи в 2017 році

Джерело: узагальнено авторами на основі [319, 6, 118].

Для більшості країн саме електрифікований залізничний транспорт створює найбільшу частину попиту на електроенергію в транспортному секторі. Примітно, що під час пандемії COVID-19 попит на електроенергію в цьому секторі впав лише незначно, коли були заборони поїздок під час карантину. Для прикладу, майже всі потяги в Німеччині курсували з меншою кількістю пасажирів. У домашніх господарствах попит на електроенергію створюють щоденні потреби в приготуванні їжі, охолодженні, використанні інформаційно-комунікаційних технологій та освітлення. Але, наприклад, у Франції у секторі споживання домогосподарств переважає опалення приміщень, оскільки електричні нагрівачі тут поширене явище.

У секторі послуг переважає попит на електроенергію від суб'єктів господарювання, що займаються оптовою та роздрібною торгівлею, а також готельний та ресторанний бізнес. Співвідношення енергоємних (наприклад, виробництво заліза та сталі, хімічних речовин) та неенергоємних галузей (наприклад, машинобудування) у більшості аналізованих на рисунку 1.10 країн складає 1:1. Є винятки – Бельгія (2:1), Великобританія (2:5). У Великобританії обробна промисловість втратила значення після періоду деіндустріалізації в 1960-х роках.

На сьогодні ВВП та частки зайнятих у виробничому секторі є одними з найнижчих у Північній та Центральній Європі [117]. З іншого боку, у Бельгії історично сильна хімічна промисловість призвела до порівняно високої частки ВВП та зайнятості в енергоємних галузях.

Декарбонізація та модернізація енергоємного сектору є надзвичайно важливими. План дій щодо циркулярної економіки включатиме політику „eco-friendly products” на підтримку розроблення таких продуктів на основі єдиних принципів. Це сприятиме формуванню нових бізнес-моделей та встановленню мінімальних вимог щодо запобігання розміщенню екологічно шкідливої продукції на ринку ЄС. Також буде посилено

розширену відповідальність виробника. European Green Course передбачає включення заходів, що заохочуватимуть бізнес до пропозиції споживачам товарів, які можливо багаторазово використовувати, що є довговічними та відновлювальними. Доцільно впровадити інструменти, що спонукатимуть споживачів здійснювати усвідомлений вибір товарів та відігравати активну роль в екологічному переході. Важливе місце відводиться бізнес-моделям оренди та спільного користування товарами та послугами (за умови їх доступності для цільових споживачів). Важливим є надання надійної інформації споживачам, що спонукає покупців ухвалювати більш обдумані рішення щодо купівлі продуктів та зменшує ризик виникнення ефекту грінвошингу. Адже сьогодні споживачі піддаються широкому спектру різноспрямованих впливів з боку зовнішнього середовища. Утім, вплив може відбуватися і усередині суспільства, що формує відношення споживачів до використання певної групи продуктів [222]. Ті ж настрої і у виробників. Наприклад, бренд морозива “Naagen-Dazs” підтримує дослідження, спрямовані на збереження бджіл у світі. Голландська залізниця NS в 2017 році повністю перейшла на відновлювальну енергію. Компанія Google підтримує дослідження в сфері зеленої енергетики. Новозеландська мережа супермаркетів New World пропонує безкоштовні фрукти для дітей, що завітали до магазинів [323]. Компанія “Mastercard” спільно зі шведським фінтех-стартапом Docomo розробили систему підрахунку вуглецевого сліду для користувачів банківських карток Mastercard. Спеціальний вуглецевий калькулятор визначає рівень вуглецевого сліду від кожної безготівкової оплати, допомагаючи користувачам ухвалювати більш поінформовані рішення стосовно покупок. За результатами досліджень, майже 60% респондентів з усього світу стурбовані тим, як їхні дії впливають на довкілля, а 54% вважають важливим зменшення свого вуглецевого сліду. Крім калькулятора компанія

запускає й інші екологічні продукти, наприклад, картки з відновлювальної сировини для зменшення пластикових відходів [86].

У питанні переходу до відповідального виробництва та споживання допоможе цифровізація, що покращить доступність інформації про параметри продуктів, що продаються у межах ЄС. Для прикладу, електронний паспорт товару може містити інформацію про походження товару, склад продукту, можливості ремонту та демонтажу, спосіб утилізації. Важливе значення приділяється озелененню державних закупівель, як неодмінній умові здорового переходу економіки ЄС. Загальна вартість зелених контрактів та їх кількість в європейських країнах представлені на рисунку 1.16. У середньому кількість зелених контрактів в аналізованих країнах коливається у відсотковому відношенні до сумарної кількості контрактів у розмірі 15-25%.

4. Building and renovating in an energy and resource efficient way. У державах-членах ЄС рівень щорічного оновлення будівельного фонду коливається у межах від 0,4 до 1,2%. У планах подвоїти цей показник для досягнення цілей щодо енергоефективності. Для вирішення подвійної проблеми енергоефективності (надмірне споживання та достатність виробництва) доречно організувати «хвилю реконструкції» державних та приватних будівель. Це стимулюватиме сферу будівництва та є можливістю підтримати малий та середній бізнес, створити місцеві робочі місця. Важливо, що оновлені будівлі відповідали вимогам циркулярної економіки. У перспективі створення та підтримка функціонування відкритої платформи, що об'єднає представників галузі будівництва та органи місцевої влади на шляху усунення бар'єрів до енергетичних реновацій. Ініціатива включає інноваційні схеми фінансування, які будуть націлені на житлові асоціації та енергосервісні компанії, що можуть починати роботи з модернізації будівель зокрема через укладання контрактів, що базуються на результируючих енергетичних показниках. Доречним є зосередження уваги

на першочерговій реконструкції шкіл та лікарень, оскільки кошти, що будуть заощаджені за рахунок підвищення енергоефективності будівель, можуть у перспективі бути використані на підтримку освіти та охорони здоров'я.

5. Accelerating the shift to sustainable and smart mobility. З метою виконання поставлених завдань та цілей необхідно надати користувачам більш доступні, здорові та чисті альтернативи звичних для них видів транспорту. Пріоритетною ціллю є досягнення ефекту мультимодальності в транспортній галузі. У першу чергу значна частина (до 75%) внутрішньорегіональних перевезень автомобільним транспортом повинні переорієнтуватися на залізничні та внутрішньоводні шляхи.

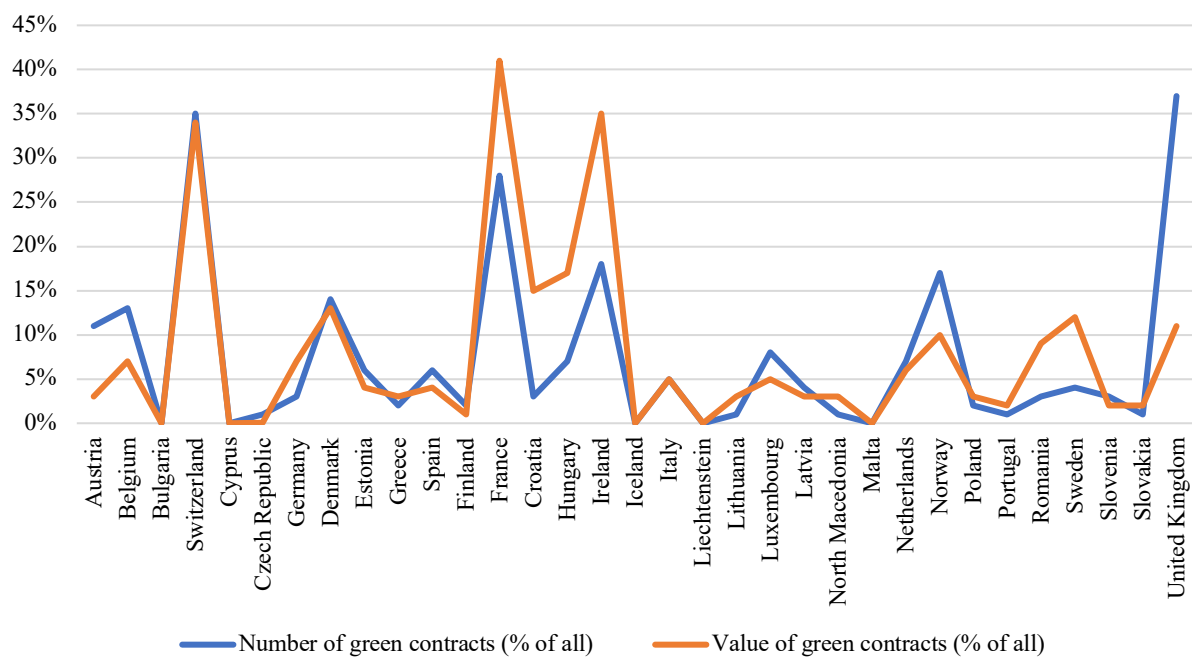


Рисунок 6.5 – Зелені контракти в країнах європейського регіону

Джерело: [327].

Це потребуватиме заходів щодо комплексного та більш результативного управління й збільшення пропускної спроможності

залізниць та внутрішніх водних шляхів. Автоматизована та підключена мультимодальна мобільність у перспективі й дедалі більшу роль відіграватиме її поєднання з розумними системами управління дорожнім рухом, що підкріплюються принципами цифровізації суспільства. Транспортна система та інфраструктура ЄС повинні будуть бути переорієнтовані на підтримку нових послуг сталої мобільності, що зможуть зменшити затори та забруднення навколишнього середовища, особливо в міських районах. Вартість транспортних послуг повинна відображати його вплив на навколишнє середовище та здоров'я. Доречно припинити надання субсидій на викопне паливо. Паралельно завдання Green Deal Policy є нарощування виробництва та виведення на ринок альтернативних видів палива для транспорту. Проаналізуємо, як змінювалися обсяги використання палива з відновлювальних джерел у європейських країнах у період з 2015 по 2019 рік, рисунок 6.6.

У середньому частка енергії з відновлювальних джерел на транспорті зросла з майже 2% у 2004 році до 9% у 2019 році. У 2019 році 21 держава-член Європейського Союзу зареєструвала збільшення середньої частки енергії з відновлювальних джерел у транспортній галузі порівняно з 2018 роком, при чому найбільше зростання спостерігалось у Фінляндії (3,6%), Хорватії (+3,3%), Нідерландах (+2,9%) та Словенії (+2,5%).

Логічним є те, що ЄС повинен паралельно нарощувати виробництво та впровадження стійких альтернативних видів палива для транспорту. До 2025 року для 13 мільйонів транспортних засобів з нульовим та низьким рівнем викидів буде потрібно близько 1 млн загальнозарядних та заправних станцій. Комісія підтримає розгортання державних пунктів зарядки та заправки там, де існують прогалини, особливо для поїздок на великі відстані та в менш густонаселених районах. Ці кроки доповнять заходи, вжиті на національному рівні.

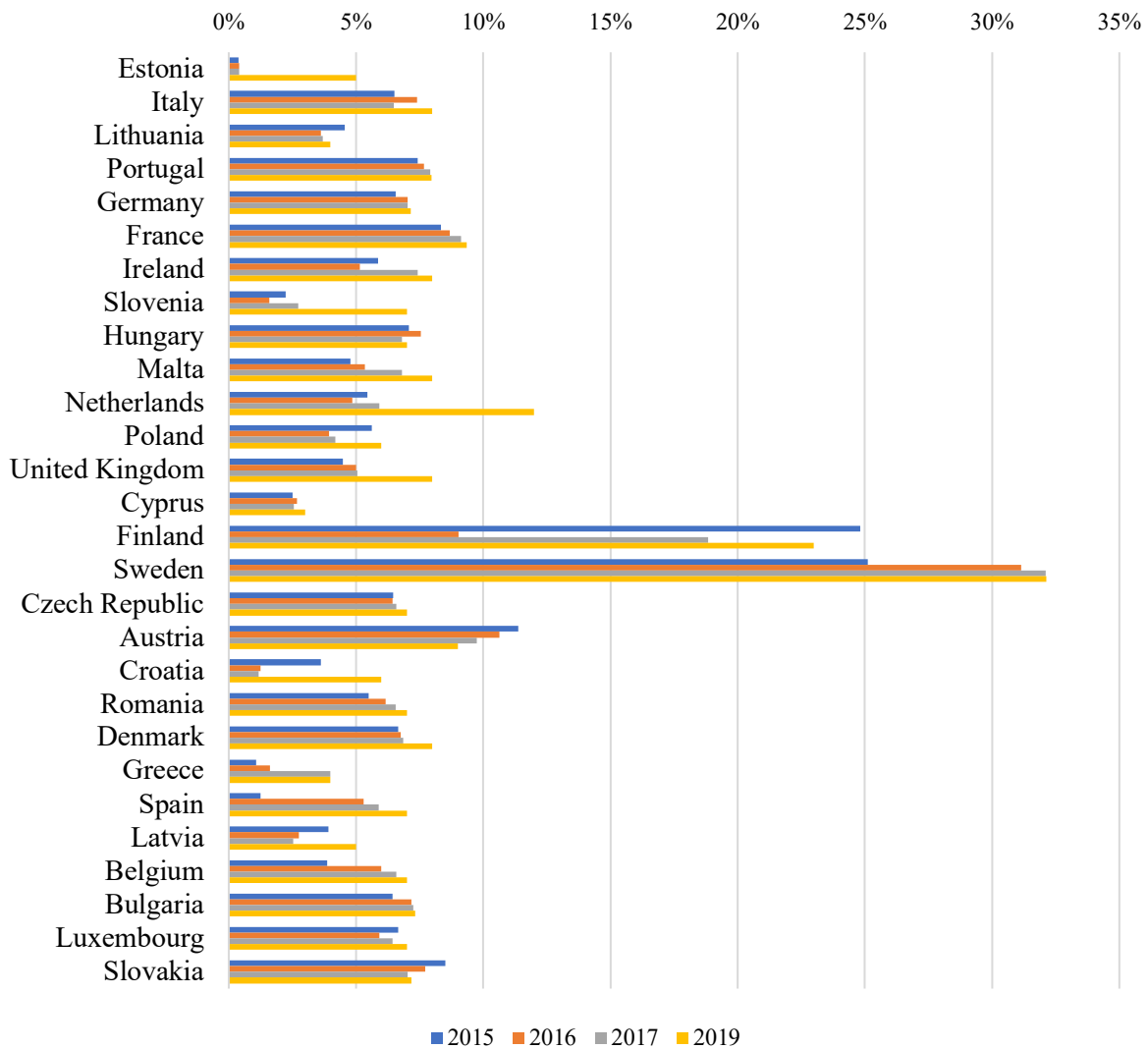


Рисунок 6.6 – Частка відновної енергії в транспортній галузі країн європейського регіону

Джерело: [298, 247].

Поєднання заходів має вирішити питання викидів, заторів у містах та покращення громадського транспорту. У рамках Green Deal Policy передбачається розроблення більш суворих норм викидів забруднювачів повітря для автомобілів із двигуном внутрішнього згорання. Буде переглянуто законодавство про стандарти викидів CO₂ для легкових та мікроавтобусів. Подібним чином слід покращити якість повітря поблизу

аеропортів шляхом боротьби з викидами забруднюючих речовин літаками та експлуатацією аеропортів.

6. Designing a fair, healthy and environmentally-friendly food system. Для європейської їжі широковідомим патерном є те, що вона безпечна, поживна та високоякісна. У цьому контексті нові технології та наукові відкриття в харчовій галузі в поєднанні зі збільшенням рівня обізнаності населення та зростанням попиту на здорові продукти харчування принесуть користь усім зацікавленим сторонам ланцюжка просування продуктів від виробника до кінцевого споживача. Перехід до оновленої стратегії розвитку харчової галузі передбачає перехід до використання стійких практик, таких як:

– точне рільництво – концепт упровадження технологій у рільництво на основі ґрунтових картографічних одиниць, використання точних дистанційних даних (знімків супутника чи дрона), використання спеціалізованих технологій для обробки даних. Зібрані дані можуть бути використані для більш точної оцінки оптимуму густини висіву, розрахунку норм внесення добрив та засобів захисту рослин, для складання більш надійних прогнозів врожайності та навіть для фінансового планування. Описана концепція вимагає обов'язкового урахування локальних особливостей ґрунту і кліматичних умов. В окремих випадках допомагає встановити локальні причини хвороби та ущільнень [259].

– органічне землеробство – метод ведення сільського господарства, у рамках якого мінімізують використання синтетичних добрив, пестицидів, регуляторів росту рослин та інших шкідливих добавок [141]. До принципів органічного землеробства відносяться: принцип здоров'я (підтримка здоров'я ґрунту, рослин, тварин та людини як єдиного цілого); принцип екології (здійснення природних екологічних систем і циклів); принцип справедливості (вибудовується на відносинах, що гарантують справедливість з урахуванням навколишнього середовища та життєвих можливостей); принцип турботи (управління органічним сільським

господарством повинне бути відповідальним для захисту здоров'я та добробуту теперішніх та майбутніх поколінь та довкілля. У 2019 році більше 70 млн га у світі використовувалися відповідно до принципів органічного землеробства. Це приблизно 1,4% загального обсягу сільськогосподарських угідь. Більше половини цього обсягу припадало на Австралію [229]. У таблиці 6.2 наведені деякі статистичні дані про розвиток органічного землеробства в світі.

Аналіз розвитку ринку органічного землеробства за регіонами показав, що європейський регіон за динамікою та обсягом земельних угідь під органічними насадженнями є другим.

Тут доволі стабільна та висока динаміка зростання обсягів органічного землеробства. Це перспективний ринок для виробництва та збуту органічної продукції.

Таблиця 6.2 – Деякі індикатори розвитку ринку органічного землеробства в світі

Індикатор	Значення в світі	ТОП-країни
Країни з суб'єктами господарювання, що займаються органічним землеробством	187	
Обсяг земель під органічним землеробством (млн га)	71,5	Австралія – 35,7 Аргентина – 3,6 Китай – 3,1
Відсоток органічних угідь у загальній кількості сільськогосподарських угідь (%)	1,5	Ліхтенштейн – 38,5 Самоа – 34,5 Австрія – 24,7
Кількість суб'єктів господарювання, що займаються органічним землеробством (шт)	2 800 000	Індія – 1 149 371 Уганда – 210 352 Ефіопія – 203 602
Ринок органічних продуктів (млн євро)	96,7	США – 40,6 Німеччина – 10,9 Франція – 9,1
Споживання органічних продуктів на душу населення (євро)	12,8	Швейцарія – 312 Данія – 312 Швеція – 231

Джерело: [175].

– агроекологія, агролісове господарство та ін. Такі інструменти, як еко-схеми повинні передбачувати винагородження для фермерів у разі покращання екологічних та кліматичних показників (стійкі продукти, низьковуглецева їжа). Ціллю European Green Deal є збільшення площ під органічне землеробство. Доцільно розробити інноваційні способи захисту врожаю від шкідників та хвороби та врахувати потенційну роль нових інноваційних методів для поліпшення стійкості харчової системи. Стратегія оздоровлення в сфері виробництва харчової продукції сприятиме досягненню завдань циркулярної економіки. План дій буде спрямований на зменшення впливу на навколишнє середовище харчової та роздрібної торгівлі через раціональне управління транспортуванням, зберіганням, упакуванням продукції та переробкою харчових відходів. Це включатиме дії щодо боротьби з шахраями в цій сфері, включаючи посилення правоохоронних та слідчих спроможностей на рівні ЄС. Доцільно почати процес роботи з розроблення інноваційних продуктів харчування та кормів, наприклад, морепродуктів на основі водоростей. Стратегія в сфері виробництва харчових продуктів у рамках European Green Deal стимулюватиме стійке споживання та просування здорової їжі за доступною ціною. Імпортовані харчові продукти, що не відповідатимуть екологічним стандартам ЄС, не допускатимуться на ринки європейського регіону. Ціллю політики є розроблення заходів, що сприятимуть тому, що споживачі обиратимуть для купівлі здорову їжу та підтримуватимуть відповідну дієту й зменшуватимуть харчові відходи. Доречно розглянути можливості щодо використання нових способів надання споживачам інформації про продукти, зокрема за допомогою цифрових засобів (хто є постачальником продукту, харчова цінність продукту, екологічний слід тощо).

7. Preserving and restoring ecosystems and biodiversity. Екосистема це сукупність їжі, прісної води, чистої води та житла для населення планети. У

рамках European Green Deal мають бути визначені заходи, у тому числі законодавчі, що допоможуть державам-членам покращити та відновити пошкоджені екосистеми до прийняттого екологічного стану, включаючи багаті на вуглець екосистеми. Стратегія біорізноманіття включає пропозиції щодо озеленення європейських міст та збільшення біорізноманіття в міських просторах.

Стійка “блакитна економіка” відіграватиме ключову роль у боротьбі зі зміною клімату в європейському регіоні. Дедалі більшої уваги доцільно приділяти ролі океану в пом’якшенні та адаптації до змін клімату. Має бути приділена увага можливостям зростаючого потенціалу офшорних відновлювальних джерел енергії.

8. A zero pollution ambition for a toxic-free environment. Цей пункт передбачає створення безтоксичного середовища з запобіганням утворенню забруднень разом із заходами щодо очищення. Відновленню підлягають функції підземних та поверхневих вод. Завданнями Green Deal Policy є запобігання та обмеження забруднень міськими стоками та особливо шкідливими джерелами забруднення, такими як мікропластик та хімікати, включаючи фармацевтичні перепрати. Перегляду зазнають стандарти якості повітря в європейському регіоні щодо узгодження їх з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров’я.

9. Pursuing green finance and investment and ensuring a just transition. Для досягнення цілей, визначених European Green Deal, необхідні значні інвестиційні ресурси. Наприклад, для досягнення поточних кліматичних та енергетичних цілей на 2030 рік потрібно 260 млрд євро додаткових щорічних інвестицій. Необхідною є розробка інвестиційного плану в сталу Європу для покриття додаткових потреб у фінансуванні. У Механізмі справедливого переходу повинна бути акцентована увага на регіонах та секторах, які найбільш постраждають від “зеленого” переходу, як ті, що залежать від викопного палива та вуглецевих процесів. Має бути

передбачена підтримка для громадян та працівників, які найбільш вразливі до переходу із забезпеченням їм доступу до програм перекваліфікації з наданням у перспективі робочих місць у нових секторах економіки. У Green Deal Policy передбачена соціальна складова, куди входять інвестиції на надання доступних рішень тим, хто постраждав від політики ціноутворення на вуглець (наприклад, користування громадським транспортом), а також фінансування заходів щодо подолання енергетичної бідності.

10. Greening national budgets and sending the right price signals. Національні бюджети країн європейського регіону відіграють ключову роль у перехідному періоді. Більш широке використання інструментів зеленого бюджетування дозволить перенаправити державні інвестиції, споживання та оподаткування на “зелені” пріоритети. Доречною є перманентна оцінка того, наскільки річні бюджети та середньострокові фіскальні плани врахування екологічні цілі та ризики. Огляд європейської системи економічного управління включатиме акцентування уваги на зелених державних інвестиціях. Добре продумані податкові реформи можуть сприяти економічному зростанню та стійкості європейських територій до кліматичних змін та сприяти справедливому переходу. Такі реформи надсилають своєрідні цінові сигнали та створюють правильні стимули до стійкої поведінки у виробників та споживачів. На міждержавному рівні European Green Deal створить підґрунтя для широкомасштабних податкових реформ зі скасуванням субсидій на викопне паливо, переклавши податковий тягар з робочої сили на забруднення.

11. Mobilising research and fostering innovation Нові технології, стійкі рішення та проривні інновації мають вирішальне значення для досягнення цілей European Green Deal. Для збереження та примноження конкурентних переваг у галузі чистих технологій ЄС необхідно значно збільшити масштабні впровадження та демонстрацію інноваційних рішень у різних секторах економіки, будуючи нові ланцюги створення вартості.

Партнерські відносини з промисловістю та державами-членами підтримуватимуть дослідження та інновації в транспорті (батареї, використання чистого водню), виробництво низьковуглецевої сталі та ін. Доцільно фінансувати стартапи з високим потенціалом розробок, малі та середні підприємства до створення проривних інновацій, які можливо в перспективі швидко поширити на ринку. Освітні заклади мають вихідні умови до взаємодії з широким загалом щодо змін, необхідних для успішного “зеленого” переходу. Проактивна перекваліфікація та підвищення кваліфікації необхідні для отримання переваг з екологічного переходу.

12. A green oath: “do no harm” Публічні консультації, своєчасне виявлення та попередження можливих негативних екологічних, соціальних та економічних наслідків, а також аналіз впливу малих та середніх підприємств на впровадження еко-інновацій відповідають цілям European Green Deal. Переваги від реалізації European Green Deal у сфері здоров’я, що особливо актуально в період постпандемії COVID-19, можуть виникнути вже в короткостроковій перспективі. Це може відбуватися завдяки успішному впровадженню політики оздоровлення в таких галузях як енергетика, житлове господарство, транспорт, харчова промисловість, які за неправильного підходу до реалізації діяльності істотно сприяють накопиченню викидів вуглекислого газу та інших забруднюючих речовин, таких як метан та чорний вуглець. Звісно, що успішно реалізовані кроки в рамках European Green Deal, дозволять зменшити викиди парникових газів, забруднення дрібнодисперсними частками шарів тропосфери, що матиме значні переваги для здоров’я населення. Відмітимо, що заміна викопного палива чистими відновлювальними джерелами енергії в перелічених секторах діяльності може запобігти близько 3,6 млн передчасних смертей щорічно в світі від ішемічної хвороби серця, інсульту, захворювань легень та інших причин. Приблизно 430 000 цих смертей припадає на країни ЄС

[183]. Якщо оцінювати запобігання смерті за допомогою стандартного економічного підходу (через Значення статистичного життя як граничної норми співвідношення між доходом та ризиком смертності; тобто скільки люди готові платити, щоб зменшити ризик смерті [285], то економічні вигоди від зниження смертності істотно компенсують витрати на активізацію використання відновлюваної енергії [200]. Прискорення переходу до стійких транспортних стратегій може надати значні переваги в сфері здоров'я, особливо якщо це сприятиме активним подорожам, таким як піші прогулянки та їзда на велосипеді. Наприклад, у дослідники довели, що якби міське населення Англії та Уельсу ходило та їздило на велосипеді, стільки скільки жителі Копенгагену (Данія), то спостерігалось б значне зменшення захворюваності на діабет, ішемічну хворобу серця, інсульт та інших станів, пов'язаних з сидячим способом життя. А Національна служба охорони здоров'я зекономила б 17 млрд фунтів стерлінгів упродовж 20 років [148]. При цьому наявність різних варіантів транспорту, як-то електричні велосипеди могла б збільшити ймовірність людей більш старшого віку не відмовлятися від цього виду транспорту та залишатися активними. Досягнення енергоефективності житлових приміщень, зокрема в рамках програм модернізації вже збудованих будівель, може зменшити вплив холоду та тепла і, відповідно, покращити стан здоров'я жителів цих будинків. Окрему увагу слід приділити стратегії "Від ферми до виделки", що є важливою складовою European Green Policy, стосується стійкості харчової системи ЄС. Крім позитивних наслідків від зменшення викидів через досягнення стійкості процесів виробництва та переробки їжі, ця стратегія спрямована на залучення споживачів зі зміною їх дієтичного режиму у бік збільшення споживання корисних продуктів харчування (овочі, фрукти, цільні зерна, горіхи та насіння зі значним зменшенням споживання червоного та переробленого м'яса). Користь для здоров'я проявлятиметься через зниження рівня поширеності ожиріння серед

населення та зниження ризику масового виникнення таких захворювань, як ішемічна хвороба серця, інсульт. У дослідженні [203] у рамках моделювання зниження викидів парникових газів унаслідок підтримання більш строгого дієтичного режиму населенням на 17% (через перехід від діючих до рекомендованих Всесвітньою організацією охорони здоров'я дієт) дало збільшення тривалості життя на 8 місяців.

Таким чином, European Green Deal є прикладом, який демонструє, що є необхідність посиленою та амбітної політики в сфері охорони здоров'я ЄС. Додана цінність ЄС у галузі охорони здоров'я спроможна наблизити ЄС до населення, що є головною метою європейського проєкту. European Green Deal має значний потенціал до впровадження принципів уважного ставлення до здоров'я в усіх сферах життя. Завдяки послідовності дій в реалізації стратегії Green Deal Policy можливо розкрити прихований потенціал ЄС до покращання здоров'я та добробуту різних категорій населення, одночасно із забезпеченням кліматичної та екологічної стійкості [41].

Завдяки послідовному оповіданню про охорону здоров'я, вбудованому в цю стратегію, це може розкрити прихований потенціал Європи для покращення здоров'я та добробуту населення, одночасно забезпечуючи кліматичну та екологічну стійкість. Цей новий брифінг ЕРНА дає загальний огляд десяти ключових тематичних областей Європейського зеленого курсу, що охоплюються пакетом політики, та наслідків для громадського здоров'я. Узагальнюючі результат дослідження, то у рамках European Green Deal передбачено кілька типів трансформації:

- перехід до сталого розвитку (охоплює комплексний перехід до стійкого суспільства у відповідь на екологічні проблеми, включаючи кліматичні зміни, втрату біорізномаяття);

- енергетичний перехід (заміщення певних джерел енергії іншими. При цьому доцільно зазначити, що енергія пов'язана зі сферами

виробництва, споживання та життєзабезпечення населення, тому викликає зміни й у них. Енергетичні переходи сучасності більшою мірою зумовлені необхідністю зменшення шкідливих викидів парникових газів і чинять певний соціально-економічний вплив. Незалежно від того, які чинники обумовлюють перехід до сталого розвитку та енергетичний перехід, ці два види включають промисловий перехід, оскільки технологічні рішення, які виробляються та застосовуються в промисловості, є важливими елементами енергетичного та стійкого переходів. Ці рішення в подальшому викликають значні зміни в суспільній системі та поведінці людей);

– промисловий перехід (охоплює всі промислові зміни, що відбуваються у відповідь на тиск та виклики у цій галузі. Сюди відносять виклики, пов'язані з проблемами системної стійкості, глобалізацію та необхідність технологічних змін;

– справедливий перехід (перехід до сталого розвитку, енергетичний та промисловий переходи передбачають структурні зміни, що призводять до виграшу для одних суб'єктів та до програшу для інших, зокрема до скорочення робочих місць, а також до економічних втрат, які регіонально та галузево диференціюють, і вони можуть впливати на певні соціально-економічні групи більше, ніж на інші. Тож термін “справедливий перехід” вживають не для опису додаткового типу переходів, а як потребу в переході, який має бути справедливим. Адже перехід може бути екологічно стійким, але не бути соціально справедливим. Тому політика, яка передбачена в European Green Deal, передбачає забезпечення вихідного справедливого результату і має бути фундаментом усіх типів переходу. Публікація Європейської комісії у грудні 2019 року була лише початком довгої подорожі щодо реалізації плану European Green Deal. У додатку до повідомлення Європейської комісії було опубліковано орієнтовний графік проведення 47 ключових політик та заходів у рамках угоди. Передбачалося, що ця дорожня карта та графік будуть оновлюватися відповідно до нових

потреб та викликів майбутнього розвитку світу. Графік прийнятих до січня 2021 року заходів представлено на рисунку 6.7. У рамках European Green Deal уже досягнуто [315]:

– сформовано Європейський закон про клімат, ціллю якого є зменшення шкідливих викидів у європейському регіоні на 55%;

– початок хвилі реконструкції у європейському регіоні, що включає капітальний ремонт до 2050 року 220 млн будівель для покращання їх екологічних показників з можливістю економії комунальних витрат для домогосподарств;

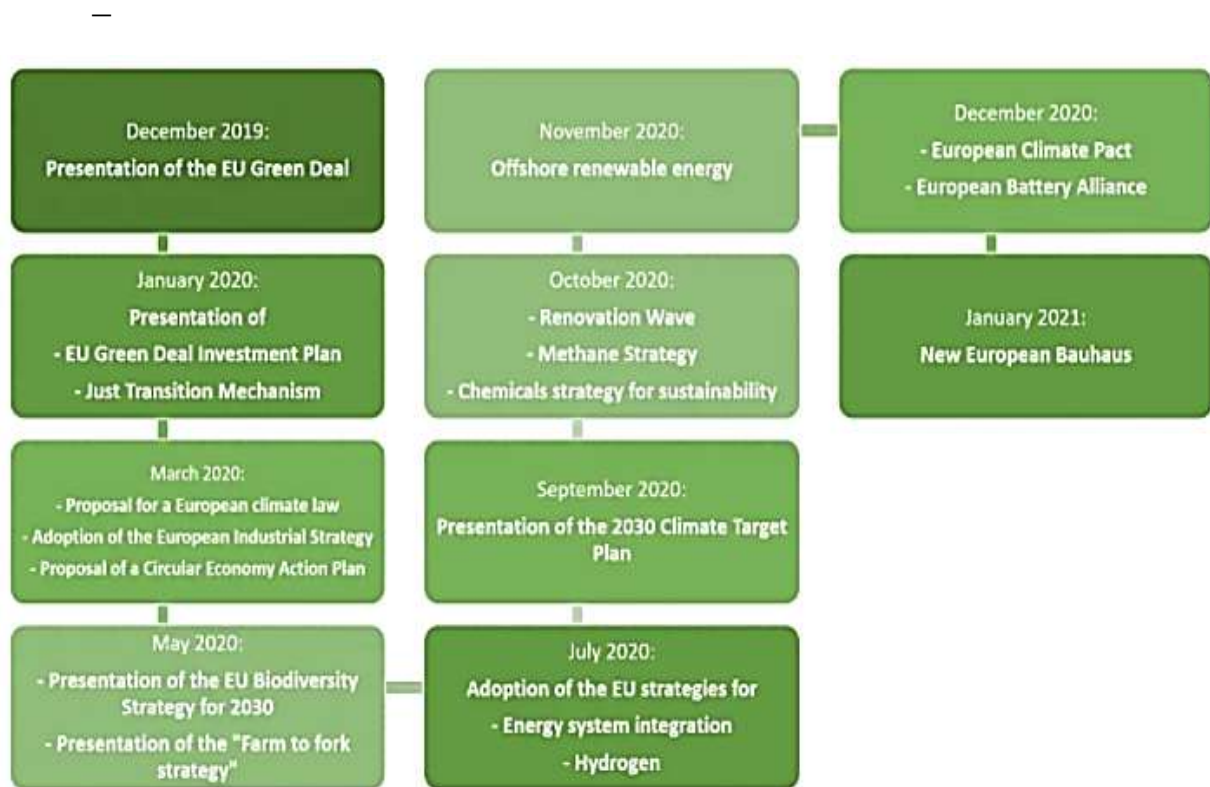


Рисунок 6.7 – Реалізовані заходи у рамках European Green Deal з грудня 2019 року по січень 2021 року

Джерело: [315].

– сформульовано Кодекс поведінки ЄС щодо відповідального харчового бізнесу та маркетингових практик, що вже підписаний більше

ніж 60 організаціями для підвищення доступності здорових та сталих варіантів харчування;

– розроблено План дій щодо нульового забруднення повітря, води та ґрунтів, метою якого є зменшення передчасних смертей внаслідок забруднення повітря на 55%;

– сформовано стратегію ЄС щодо адаптації до зміни клімату, метою якої є посилення адаптаційного потенціалу Європейського Союзу та мінімізація вразливості до кліматичних змін.

Основні складові та цілі European Green Deal є інтегрованим планом з розвитку енергетики України та боротьби зі зміною клімату до 2030 року

Орієнтири розвитку сектору ВЕ окреслені в Енергетичній стратегії України [8], відповідно до якої передбачається збільшення частки відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) до 12% та 25% у 2025 та 2035 роках відповідно. Для досягнення вищезазначених цілей урядом країни були впроваджені економічні механізми, спрямовані на стимулювання генерації електроенергії з ВДЕ [8].

Варто зазначити, що відповідно до чинного законодавства, до МГЕС належать гідроелектростанції, встановлена потужність яких не перевищує 10 МВт [8]. Розглянемо мотиваційні механізми, які застосовуються до таких електростанцій.

«Зелений» тариф (ЗТ). Відповідно до Закону України «Про ринок електричної енергії» [6], ЗТ – це спеціальний тариф, за яким закуповується електрична енергія, згенерована з ВДЕ, у тому числі МГЕС.

Законом України [6] передбачена надбавка до ЗТ за використання обладнання вітчизняного виробництва при будівництві МГЕС. Так, для МГЕС, введених в експлуатацію з 1 липня 2015 року по 31 грудня 2024 року, при використанні обладнання українського виробництва на рівні 30% і 50%, розмір надбавки до ЗТ складає 5% і 10% відповідно.

Термін дії схеми державного економічного стимулювання за допомогою ЗТ встановлено до 31.12.2029 року.

Податкові та митні пільги. Податковим та Митним Кодексами передбачено низку пільг, які можуть бути використані в процесі впровадження МГЕС, а саме звільнення від сплати податку на додану вартість та митних зборів на імпорт матеріалів та комплектуючих, що використовуються для виробництва електроенергії на основі гідроенергетичних ресурсів малих рік.

Впровадження вищезазначених мотиваційних механізмів стало суттєвим поштовхом до розвитку сектора малої гідроенергетики. Так, станом на кінець 2018 року в Україні нараховувалось 149 МГЕС, їх загальна кількість у 1,5 рази перевищила аналогічний показник 2014 року (рис. 6.8).

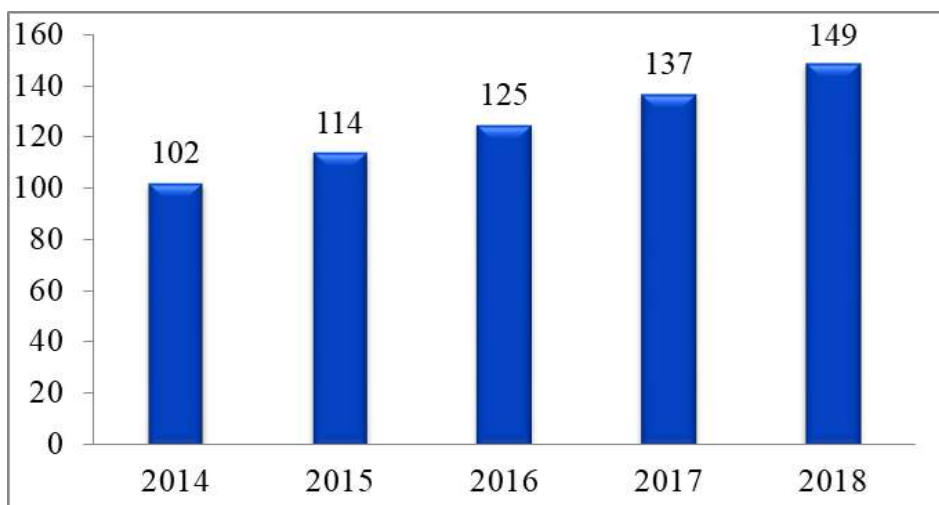


Рисунок 6.8 – Кількість МГЕС в Україні у 2014-2018 рр.

Джерело: побудовано авторами на основі [4].

Водночас, загальна встановлена потужність введених в експлуатацію МГЕС станом на кінець 2018 року становила 86,9 МВт, що в 1,2 рази більше ніж у 2014 році (рис. 6.9).

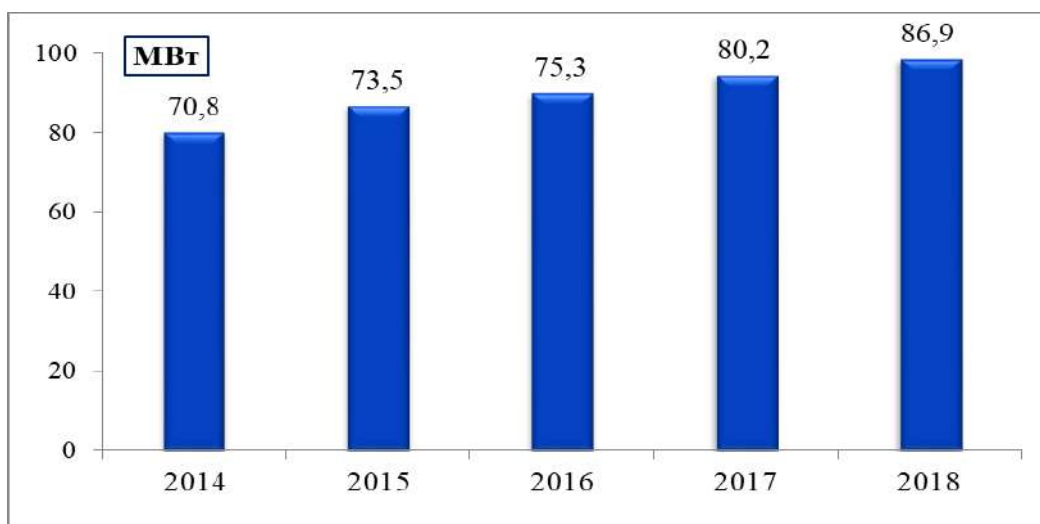


Рисунок 6.9 – Встановлена потужність МГЕС в Україні у 2014-2018 рр., МВт [4, 6]

Джерело: побудовано авторами на основі [4, 6].

Обсяг згенерованої електроенергії МГЕС станом на кінець 2018 року становив 171,6 млн кВт·год., що на 15,6% менше ніж показник 2014 року (рис. 6.10).

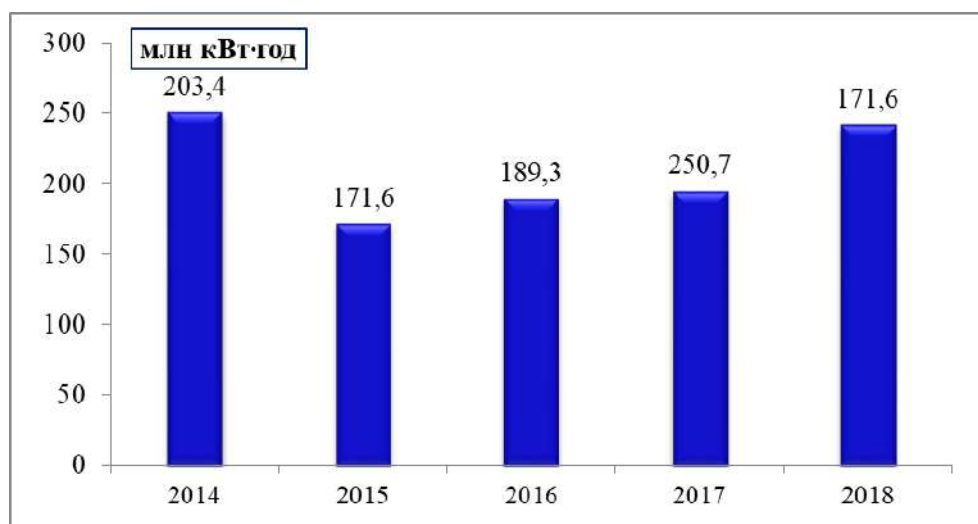


Рисунок 6.10 – Обсяг згенерованої електроенергії МГЕС у 2014-2018 рр., млн кВт·год

Джерело: побудовано авторами на основі [4, 6].

Волатильність обсягу згенерованої електроенергії МГЕС протягом періоду, що аналізується, пояснюється низькою водністю українських річок, мінімум якої припав на 2015 рік. Аналізуючи загальну структуру генерації електроенергії з ВДЕ в Україні, можна зазначити, що станом на кінець 2018 року мала гідроенергетика займала третю позицію серед всіх технологій ВЕ, поступаючись лише сонячній та вітровій енергетиці. Так, частка електроенергії, згенерованої МГЕС, у загальному балансі електричної енергії з ВДЕ, становила 9,3% (рис. 6.11).

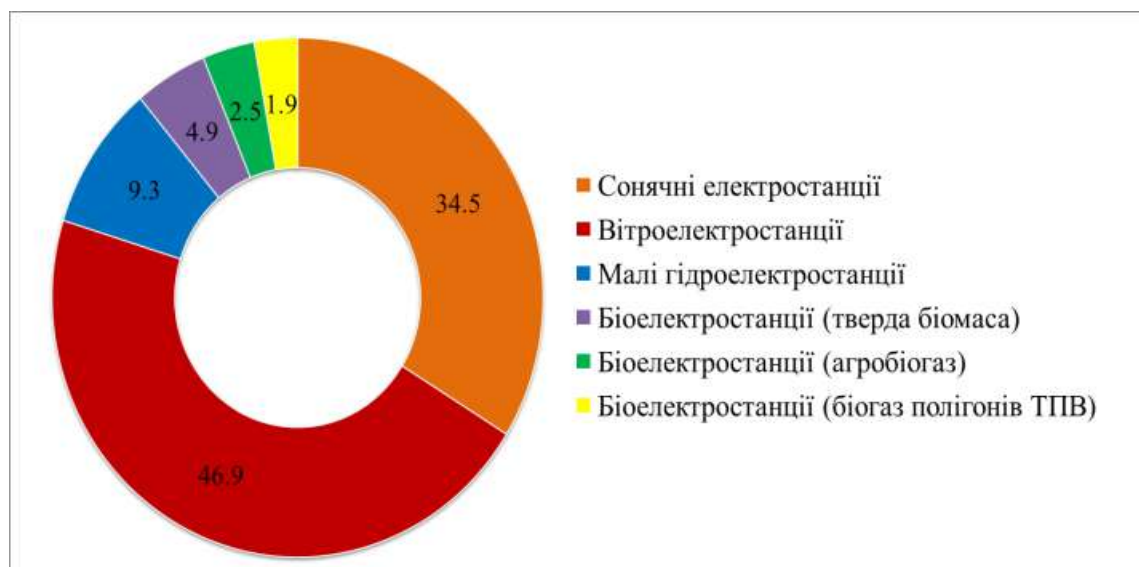


Рисунок 6.11 – Структура генерації електроенергії з ВДЕ у 2018 р., %

Джерело: побудовано авторами на основі [4, 6].

У свою чергу, варто зазначити, що виробництво електроенергії з ВДЕ у 2018 році становило лише 1,9% від загального обсягу згенерованої електроенергії в країні, що є критично низьким показником, який не відповідає світовим тенденціям розвитку ВЕ. На сьогодні генерація електроенергії в Україні базується на традиційних технологіях енерговиробництва, які покривають решту – 98,1% попиту на електричну енергію. Враховуючи той факт, що основним механізмом стимулювання

розвитку ВЕ в Україні у цілому, і малої гідроенергетики зокрема, є «зелений» тариф, проведемо оцінку вартості генерації електроенергії МГЕС та порівняємо її з чинним рівнем «зеленого» тарифу, щоб впевнитися, чи є він достатнім для покриття витрат на генерацію та отримання прибутку власниками МГЕС.

Для оцінки інвестиційної привабливості проєктів з будівництва МГЕС в Україні доцільно виконати розрахунок вартості генерації електроенергії МГЕС та оцінити термін окупності інвестиційного проєкту за умови продажу електроенергії за чинним ЗТ.

Розрахунок вартості генерації електроенергії МГЕС будемо здійснювати за методикою Levelised Cost of Energy (LCOE). LCOE є фундаментальним економічним параметром, який використовується як інструмент порівняльного аналізу для оцінки вартості генерації електроенергії на основі різних технологій [140].

LCOE відображає фіксований тариф на електроенергію, при якому сукупна дисконтована виручка від продажу електроенергії дорівнює сукупним дисконтованим витратам упродовж всього життєвого циклу генеруючого об'єкта [321].

Для розрахунку вартості електроенергії, згенерованої МГЕС, врахуємо такі складові: інвестиційні та операційні витрати, обсяг згенерованої електроенергії, витрати на виведення МГЕС з експлуатації та ставку дисконтування.

Таким чином, формула для розрахунку *LCOE* матиме такий вигляд:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^n ((I_t + Q_t + D_t) \cdot (1 + r)^{-t})}{\sum_{t=0}^n (E_t \cdot (1 + r)^{-t})}, \quad (6.1)$$

де *LCOE* – вартість генерації електроенергії упродовж всього життєвого циклу МГЕС, євро/МВт·год; *D_t* – витрати на виведення МГЕС з експлуатації у

t -му році, євро/МВт·год; E_t – обсяг згенерованої електроенергії у t -му році, МВт·год; I_t – інвестиційні витрати у t -му році, євро/МВт·год; Q_t – операційні витрати у t -му році, євро/МВт·год; n – тривалість життєвого циклу МГЕС, років; r – ставка дисконтування; t – рік реалізації проєкту.

Розрахунок LCOE буде розраховуватися на основі статистичної інформації щодо реалізації інвестиційних проєктів з будівництва МГЕС в Україні у 2016-2018 рр., рекомендацій Європейського Банку Реконструкції та Розвитку в рамках програми «Ukraine Sustainable Energy Lending Facility» (USELF) [299] та Міжнародного енергетичного агентства [87].

Розглянемо більш детально фактичні техніко-економічні показники та припущення, на основі яких буде ґрунтуватися розрахунок LCOE:

1. Загальні дані та технічні характеристики МГЕС: встановлена електрична потужність МГЕС – 1 МВт; прогнозоване річне виробництво електроенергії – 4850 МВт·год/рік; тривалість будівництва МГЕС – 1 рік; тривалість життєвого циклу МГЕС – 30 років.

2. Прогнозовані інвестиційні витрати – 2320000 євро.

3. Прогнозовані операційні витрати – 62573 євро/рік;

4. Прогнозовані витрати на виведення МГЕС з експлуатації – 116000 євро (5% від прогнозованих інвестиційних витрат, відповідно до рекомендацій Міжнародного енергетичного агентства).

Ставка дисконтування, розрахована на основі середньозваженої вартості капіталу, становить 8%. Вартість власного капіталу визначалася нами на основі середніх максимальних річних ставок за депозитами в євро для юридичних осіб у 10 найбільших банках України. Вартість позикового капіталу для розрахунку середньозваженої вартості капіталу була визначена на основі середнього розміру ставки за кредитом та умов кредитування в рамках кредитної лінії USELF. Крім того, ставка дисконтування враховує премію за ризик, яка визначалася на основі країнного ризику за даними

рейтингових агентств Moody's і Standard & Poor's, який становить 7,39% [321].

На основі вищенаведених даних, розрахована вартість генерації 1 МВт·год електроенергії (LCOE) за формулою (6.1) становить 69,58 євро/МВт·год (0,07 євро/кВт·год). Відповідно до офіційного обмінного курсу Національного Банку України станом на 01.03.2020 року – 26,93 грн/євро у національній валюті цей показник становить 1873,79 грн/МВт·год (1,87 грн/кВт·год).

Ставка ЗТ, за яким закуповується електроенергія, згенерована МГЕС в Україні, розрахована за алгоритмом, зазначеним у [77] з використанням коефіцієнту ЗТ для МГЕС, введених в експлуатацію з 01.01.2020 по 31.12.2024 рр. (1,75), становить 2,53 грн/кВт·год (0,09 євро/кВт·год).

Таким чином, ціна реалізації електроенергії, згенерованої МГЕС в Україні за ЗТ в 1,95 раза перевищує вартість її генерації, розраховану за методикою LCOE, що є достатнім як для покриття витрат на генерацію електроенергії, так і для отримання прибутків власниками МГЕС. Однак, попри це, сьогодні рівень освоєння енергетичного потенціалу малих рік є незначним.

Недостатнє освоєння енергетичного потенціалу малих рік, у свою чергу, має негативний вплив на зниження викидів парникових газів за рахунок заміщення традиційних технологій енергогенерації малими гідроелектростанціями та виконання зобов'язань України в рамках Паризької кліматичної угоди.

6.2. Таргети конвергенції національної енергетичної політики з положеннями Європейської зеленої угоди: Європейський досвід

Аналіз сучасних глобальних тенденцій політики низьковуглецевої економіки демонструє позитивну динаміку використання відновлюваної енергії усіх видів: зростання обсягів генерації, споживання електричної енергії на основі відновних джерел енергії, що пояснюється прагненням країн до підвищення енергоефективності та екологізації економіки, застосування енергоефективних технологій, підвищення екологічної безпеки країн та зниження шкідливих викидів в атмосферу з метою недопущення глобальних екологічних та кліматичних змін.

Економічний розвиток повинний слугувати пришвидшенню переходу до альтернативних джерел енергії. Європейський зелений курс демонструє, як інвестиції в енергетику можуть відповідати глобальним кліматичним цілям. Відновлювальні джерела можуть допомогти встановити гнучкі електромережі, зарядні системи для електромобілів, накопичувачі енергії, взаємопов'язані гідроенергетичні ресурси, зелений водень та багато інших технологій чистої енергії. COVID-19 не змінює декарбонізаційного шляху суспільства та досягнення цілей сталого розвитку.

Україна має значний потенціал відновлюваної енергії, який може бути використаний для покращення торгового балансу, створення робочих місць та стимулювання економічної активності в той час, коли країна стикається з важливими економічними викликами, такими як посилення залежності від імпорту енергоресурсів та нагальна потреба відновити старіння запас енергетичного капіталу. Розгортання цього важливо також допоможе досягти існуючих цілей політики щодо зменшення залежності від імпортованого природного газу та сприятиме диверсифікації енергопостачання. Загальна потужність встановлених відновлюваних

проектів в Україні станом на 2019 рік досягла майже 4,6 ГВт. Сонячні та вітрові проекти складають переважну більшість введених в експлуатацію потужностей і становлять 97,8% усієї відновлювальної потужності.

Енергетичний сектор України є дуже конкурентоспроможним в сенсі самодостатнього первинного постачання енергії, оскільки Україна займає лідируючі позиції в Центральній та Східній Європі. Навіть тимчасові величезні втрати територій, громадян, промислових та енергетичних об'єктів, які відбулися в енергетичному секторі України, підтверджують його життєздатність та готовність до реабілітації та реформ. Стратегія уряду полягає в тому, щоб зробити Україну менш залежною від імпорту енергоресурсів, а отже, і більш безпечною за рахунок скорочення споживання та збільшення виробництва. Поновлювана енергія – все ще менше 10% виробництва енергії в Україні – сподівається на 25% постачання до 2035 року. SWOT-аналіз ринку альтернативних джерел енергії в Україні представлений на рисунку 6.12.

<p style="text-align: center;">Сильні сторони</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Україна багата на первинні енергетичні ресурси. 2. Вигідне географічне положення країни. 3. Наявність відповідної інфраструктури для транзиту та експорту/імпорту джерел енергії. 4. Інвестиційна привабливість сфери в країні. 	<p style="text-align: center;">Слабкі сторони</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постійна залежність від переліку енергетичних ресурсів (ядерне паливо, сира нафта та нафтопродукти, природний газ). 2. Виснаження пластів вуглеводнів. 3. Відсутність геологічного дослідження енергетичних ресурсів і родовищ. 4. Застарілість енергетичних активів.
<p style="text-align: center;">Можливості</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зростання видобутку поточних родовищ та ресурсів. 2. Розроблення технологій та робіт з високою доданою вартістю етапів виробництва енергоресурсів. 	<p style="text-align: center;">Загрози</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Втрати темпів розвитку енергетичного сектору. 2. Аварії на енергетичних об'єктах через застаріння енергетичної інфраструктури.

Рисунок 6.12 – SWOT-аналіз українського ринку альтернативних джерел енергії

Джерело: систематизовано.

Для підвищення ефективності енергетичного сектору країни та зменшення навантаження на навколишнє середовище процес декарбонізації передбачає перехід на відновні джерела енергії. У 2020 році в країнах ЄС з відновлювальних джерел енергії згенеровано 38% всієї виробленої електроенергії. Тоді як за допомогою викопного палива – 37% [47]. Таке співвідношення обумовлене розширенням використання енергії, одержуваної від вітру і сонця, обсяги якої майже подвоїлися з 2015 року. Виробництво енергії на основі вугілля знизилося на 20% – вугільні станції забезпечили лише 13% обсягів електроенергії, виробленої в Європі. Найвищі показники вироблення вітрової та сонячної енергії в Данії (61%), Ірландії (35%), Німеччині (33%) та Іспанії (29%). Доречно зазначити, що пандемія COVID-19 призвела до зниження попиту на електроенергію в усьому світі. У Євросоюзі електроспоживання в 2020 році знизилось на 4%. Однак пандемія не вплинула на розвиток відновлюваної енергетики [142].

З лютого по перший тиждень липня 2020 року щотижневе виробництво з відновлювальних джерел енергії перевищувало вироблення з викопного палива. У липні тренд дещо змінився через зменшення вироблення вітрової енергії. Виробництво з природного газу збільшилося в цей період, що було зумовлено низькими цінами на газ та більш високими цінами на вуглець [253]. Спостерігався занижений рівень виробництва атомної енергії з січня по серпень 2020 року через відключення деяких блоків електростанцій через затримки, блокування. З початку ж вересня виробництво атомної енергії зростало до величин середніх по сезону. Через вітрові умови та значну кількість опадів щотижневе виробництво відновлювальних джерел досягло піку в четвертому кварталі 2020 року.

Глобальні інвестиції в відновлювану енергетику досягли значного прогресу між 2009 та 2019 роками, загалом залучивши більш ніж 3 трлн дол. США впродовж зазначеного періоду. Відповідно до офіційних даних, у 2019 р. в альтернативну енергетику у світі було інвестовано понад 300 млрд

дол. США, що майже вдвічі перевищує показники 2009 р. [5, 238]. Розміри інвестувань за деякими регіонами відображені на рисунку 6.14.

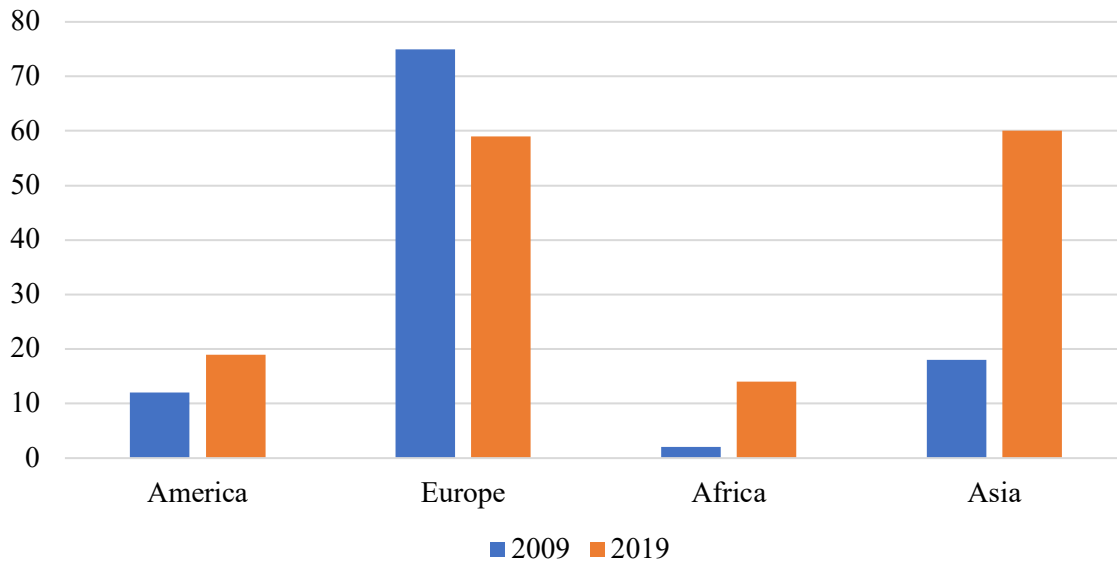


Рисунок 6.14 – Глобальні інвестиції у відновлювану енергетику по деяким регіонам, млрд дол. США

Джерело: [238]

Сонячна та вітрова енергетики закріпили своє домінування у 2019 році, отримавши майже 94% глобальних інвестицій порівняно з 81% у 2009 році. Аналізуючи помітне уповільнення темпів зростання інвестицій у відновлювану енергетику, наприклад у європейському регіоні в останні роки, необхідно 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.

Європейські міста інвестують значні ресурси у місцеве виробництво енергії з відновлюваних джерел або з відходів. Залежно від місцевих

ресурсів вони можуть вирішити інвестувати в міські вітрові турбіни, як у м. Амстердамі (Нідерланди), у сонячні фотоелектричні та теплові системи, як, наприклад, у м. Любляні (Словенія), або ж у підприємства, що працюють на біомасі (розв'язок, вибраний у м. Гейтсгеді, Велика Британія). Оскільки великі муніципальні інвестиції у відновлювані джерела енергії зазвичай вимагають значного фінансування, то ці проекти можна реалізувати у співпраці із приватним сектором або через лізинг, або через укладання енергетичних контрактів на пільгових умовах. Одним із таких прикладів є острів Чертоза у м. Венеції (Італія), який завдяки державно-приватному партнерству перетворено в центр відновлюваних джерел енергії [325]. Класифікацію потенціалу енергоефективності здійснено на основі двох вимірів – швидкості розповсюдження технологій та рівня підтримки та відсутності обмежень щодо зростання потенціалу енергоефективності в країні. Обидва виміри можливо регулювати в рамках національної політики енергоефективності.

Альтернативні види енергії виробляють з невичерпних джерел. Вони є екологічно чистими та несуть найменшу небезпеку для здоров'я й життя людей. Технології використання відновних джерел енергії дають можливість значно скоротити викиди вуглекислого газу при виробництві електроенергії, замінити нафту й нафтопродукти та забезпечити екологічно чисте опалення та охолодження.

Забруднення повітря є однією з найбільших світових проблем охорони здоров'я та довкілля, а також одним з основних факторів ризиків смерті, від якого помирає близько 5 млн людей щороку в світі. Коефіцієнт смертності від забруднення повітря найвищий у країнах з низьким і середнім рівнем доходу. Не дивлячись на доволі високі показники смертності від забруднення повітря, останніми роками спостерігається їх поступове скорочення (таблиця 6.5).

У 2020 році відновлювальні джерела енергії вперше обігнали за використанням вугілля, нафту та газ в сфері виробництва електроенергії в Європейському Союзі. Вітрова, сонячна, гідроенергетика та біоенергетика згенерували 40% електроенергії в 27 державах-членах ЄС у першій половині 2020 р., перевищивши викопне паливо як джерело, на частку якого припало 34%. Виробництво електроенергії з викопного палива скоротилося на 18%. Наприклад, у Португалії це скорочення склало 95%, а в Іспанії – 58% [249].

Таблиця 6.5 – Показники смертності від забруднення повітря в європейському регіоні (кількість смертей на 100 000 осіб) та обсягу інвестицій у відновлювальні джерела енергії в європейському регіоні (млрд дол.)

Рік	Смертність	Обсяг інвестицій
2008	4,95	79,1
2009	4,81	76,5
2010	4,74	112,2
2011	4,64	131,7
2012	4,47	91,1
2013	4,36	57,7
2014	4,24	68,7
2015	4,4	61,1
2016	4,25	71,5
2017	4,23	49,1
2018	3,98	60,8
2019	3,71	58,4

Джерело: узагальнено авторами на основі [319, 6, 118].

Важливе значення в аналізі енергоефективності країни належить оцінці регіональної ефективності використання енергоносіїв. На

рисунку 6.15 наведено дані регіональних індикаторів енергоефективності опалення та гарячого водопостачання в Україні. У цілому, рівень ефективності опалення та гарячого водопостачання в Україні майже в два рази гірший, ніж у країнах ЄС [334].

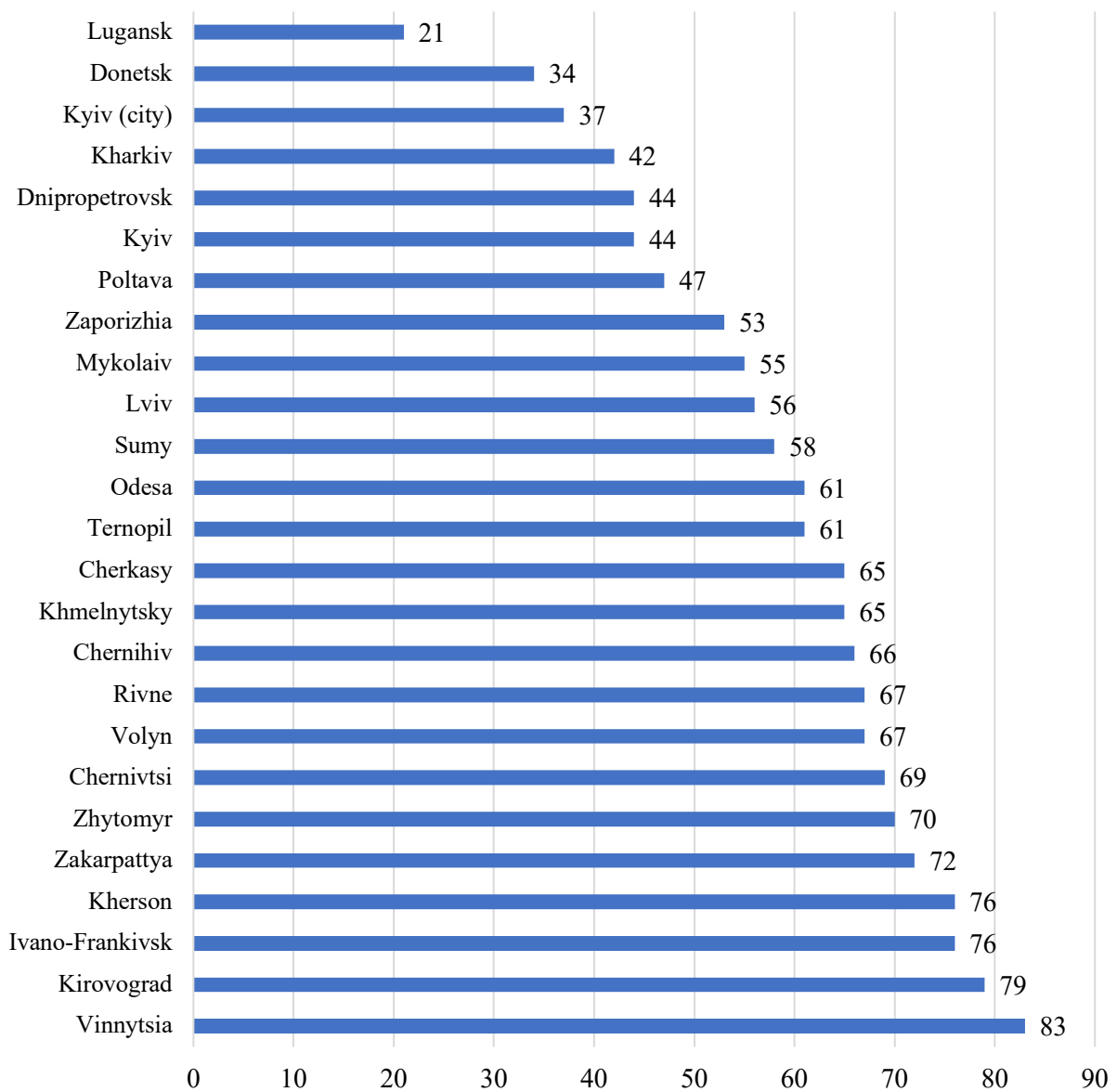


Рисунок 6.15 – Рейтинг регіонів України за енергоефективністю опалення і гарячого водопостачання, % від середнього рівня в країнах ЄС

Джерело: узагальнено авторами на основі [319, 6, 118].

На рисунках 6.16-6.17 наведені розраховані енергетичні показники регіонів України в розрахунку на кількість населення, що проживає на певній території.

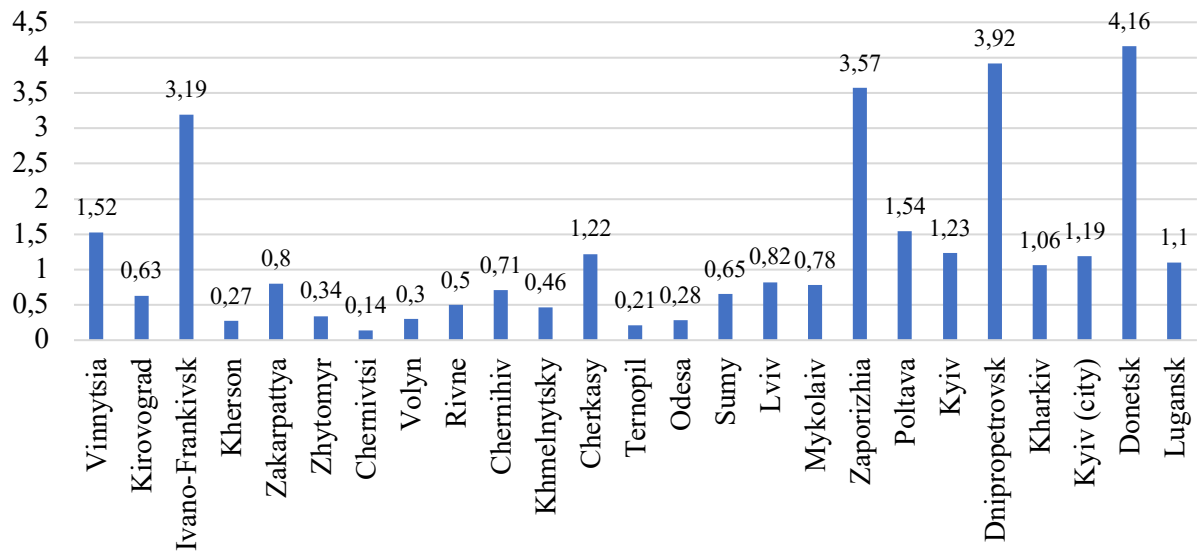


Рисунок 6.16 – Загальне енергопостачання на душу населення у розрізі регіонів України

Джерело: узагальнено авторами на основі [319, 6, 118].

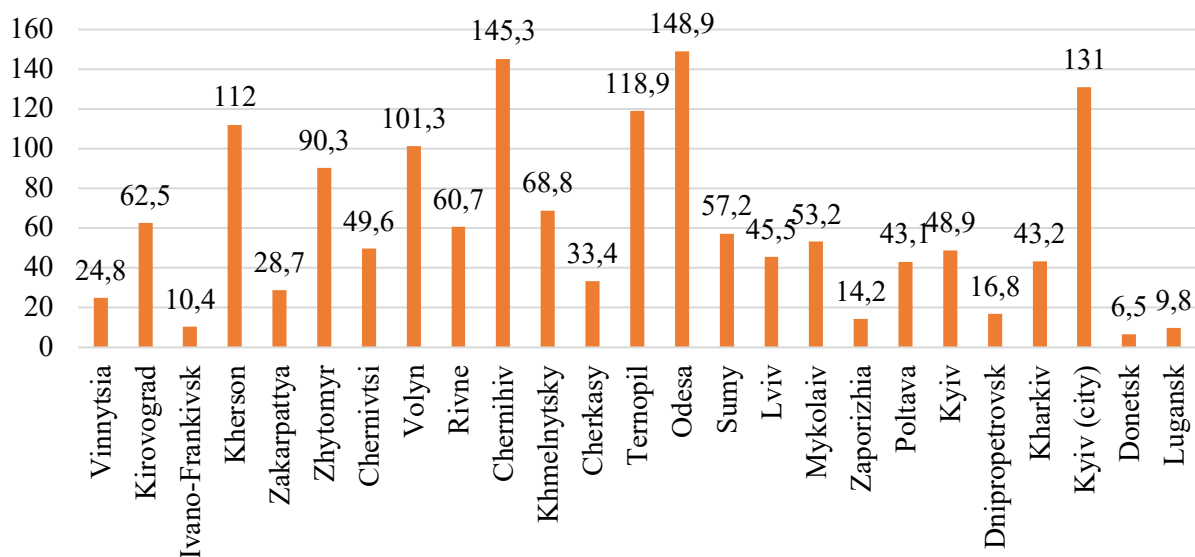


Рисунок 6.17 – Енергетична ефективність регіонів України

Джерело: узагальнено авторами на основі [319, 6, 118].

З рисунку 6.16 найбільшим споживачем первинної енергії в розрахунку на особу є Донецька область. Також до лідерів за цим показником віднесені Дніпропетровська, Запорізька, Івано-Франківська області. Найменш витратними за розрахованим показником є Тернопільська, Херсонська, Чернівецька, Волинська області. За розрахунками та візуальним представленням на рисунку 2.20 найбільш енергоефективними регіонами України є Одеський, Чернігівський, м. Київ та Херсонський. Важливим є аналіз секторального споживання енергії в країні, що демонструє рисунок 6.18, де у відсотковому співвідношенні проаналізована структура споживання енергоресурсів за галузями економіки.

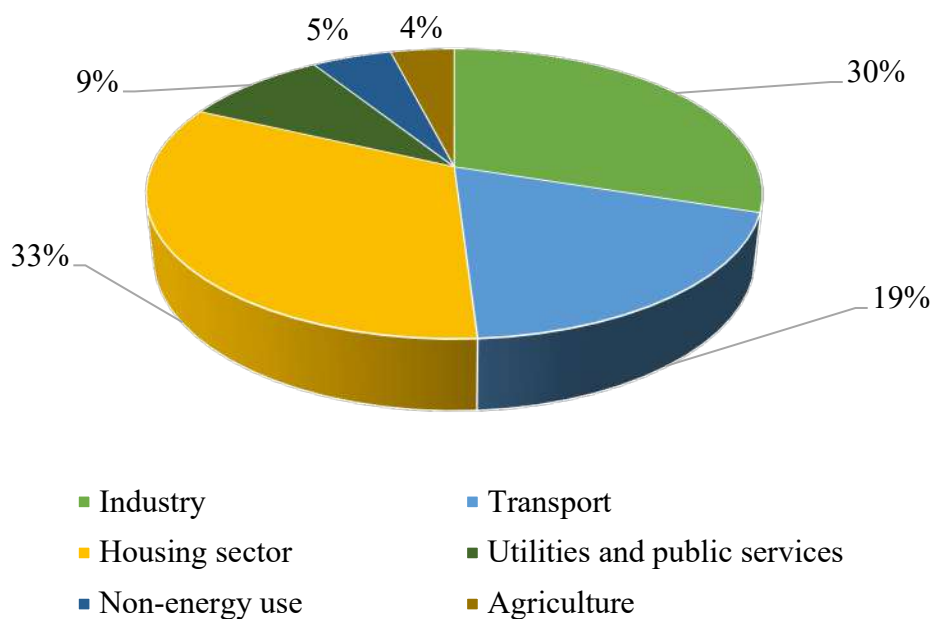


Рисунок 6.18 – Загальне кінцеве споживання енергоресурсів за секторами економіки України в 2019 р., % (Energy sector overview, 2019)

Джерело: узагальнено авторами на основі [319, 6, 118].

Побутові споживачі є основними кінцевими споживачами в загальному обсязі кінцевого споживання енергоресурсів. Структура

кінцевого споживання енергії домогосподарствами України за цілями призначення показана на рисунку 6.19.

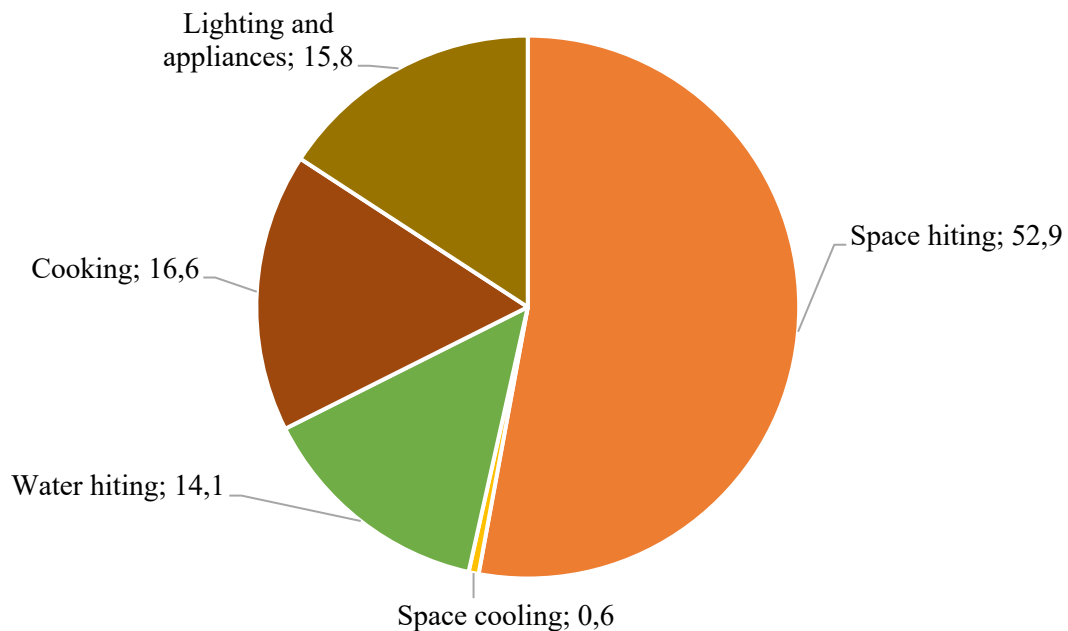


Рисунок 6.19 – Розподіл кінцевого споживання енергії домогосподарствами в Україні за цілями призначення в 2019 році

Джерело: узагальнено авторами на основі [319, 6, 118].

Таким чином, з рисунку 6.19 найбільшу частку в структурі споживання займає опалення приміщень (52,9%), на другому місці – приготування їжі. Разом з тим, найменшу незначну частку витрат споживання займає охолодження приміщень, на що припадає лише 0,6% частки в структурі споживання енергоресурсів в Україні.

6.3. Розроблення комплексу заходів, механізмів, інструментів тощо покрокової конвергенції енергополітики України з Європейською зеленою угодою

Для підвищення інвестиційної привабливості вітчизняного енергетичного сектору увага уряду країни повинна бути зосереджена на усуненні низки бар'єрів, до основних з яких можна віднести:

– відсутність доступних довгострокових кредитів на реалізацію зелених проєктів. Попри те, що деякі державні банки (Ощадбанк, Укргазбанк) мають спеціальні програми кредитування таких проєктів, високі ставки за кредитами, що коливаються в межах 19,5% – 24,5% річних, не дозволяють залучати фінансові ресурси на прийнятних для інвесторів умовах;

– відсутність стабільного законодавчого підґрунтя у сфері ВЕ. Перманентне внесення змін до нормативно-правових актів у частині зміни коефіцієнтів «зеленого» тарифу, вимог до місцевої складової при реалізації проєктів малої гідроенергетики, умов підключення до електричної мережі підбивають довіру інвесторів в цій сфері та несуть в собі ризики згортання їх діяльності в Україні;

– відсутність стимулювання споживання «зеленої» електроенергії населенням. Наразі в Україні не існує жодного економічного важеля, спрямованого на стимулювання споживання електроенергії з ВДЕ, тому доцільно екстраполювати закордонний досвід щодо застосування схем підтримки, що базуються на збільшенні попиту на електроенергію з ВДЕ, зокрема впровадження обов'язкових квот на її споживання;

– наявність бюрократичних бар'єрів щодо отримання низки дозвільних документів, пов'язаних із землевідведенням, дозволом на будівництво, набуттям членства в Оптовому ринку електроенергії тощо;

– військовий конфлікт на сході країни, який негативно впливає на інвестиційний клімат в Україні та поглиблює економічну кризу в країні.

Таким чином, враховуючи вищезазначене, можна зробити висновок, що для підвищення інвестиційної привабливості сектору енергетичного сектору, необхідно суттєве удосконалення нормативно-правової бази, що дозволить створити максимально сприятливі організаційно-економічні умови для розбудови розумних мереж.

Проведений множино-регресійний аналіз дав змогу дослідити 30 індикаторів соціального, екологічного та економічного розвитку та зробити відповідні висновки, щодо їх впливу на рівень енергоефективності. Таким чином, для підвищення енергоефективного потенціалу країні необхідно діяти з функціональною послідовністю притримуючись сталої стратегії розвитку та звернути увагу на такі проблемні таргети та шляхи їх вирішення:

- розробити ефективну програму субсидіювання всіх верст населення, яка буде орієнтована на енергоощадне використання житлово-комунальних послуг – це дозволить збільшити зацікавленість населення ощадно використовувати власні енергетичні ресурси;

- популяризація та підтримка серед домогосподарств об'єднань в ОСББ, для подальшого контролю, термомодифікації та можливості енергозбереження власних будівель;

- стимулювання державою за рахунок зеленого інвестування підприємств, які впроваджують відновлювальні джерела енергії, енергоощадні та інноваційні технології на виробництві, що дасть змогу знизити енергоємність ВВП країни та посилити конкурентні позиції на міжнародному ринку;

- заміщення традиційних джерел енергії (виробне паливо, газ) на відновлювальні (сонячна, вітрова, гідро та біо- енергетика), цей процес дозволить в майбутньому стати енергетично-незалежною державою;

- підтримка державою підприємств з переробки вторинної сировини та впровадженні у власному виробництві замкнутих циклів;
- масове впровадження в секторі пасажирських перевезень комунальних електрокарів та перехід до екологічних видів вантажообігу (річковий, повітряний, морський).

Результати дослідження свідчать, що зменшення розривів енергоефективності можливе за рахунок підвищення рівня політичної стабільності в країні та впровадження активної антикорупційної політики. Подібні висновки були отримані вченими в роботах [74, 136, 169].

Проведені у попередніх розділах розрахунки тесту Йогансена засвідчили взаємозв'язок між якістю інституціонального середовища – обсягами зелених інвестицій в енергетичний сектор – розривами енергоефективності. Для того щоб у наступному році зменшити розриви енергоефективності в Україні на 1%, цього року необхідно збільшити обсяг зелених інвестицій в зелену енергетику на 1,5%, а політичну стабільність та сприйняття корупції на 3% та 1%. Результати VEC- моделювання засвідчили, що у разі настання ендогенних чи екзогенних потрясінь, які спровокують порушення довгострокової рівноваги українського енергетичного сектору, швидкість його повернення до рівноваги самостійно, без радикальних регуляторних втручання уряду буде мінімальною. Відповідні показники в VEC-моделі - 0,627 з відповідним значенням - 0. Зростання рівня сприйняття корупції суспільством на 1,47 пункту, а політичної стабільності на 2,38 пункту призводить до максимізації швидкості відновлення енергетичного сектору України.

Підвищення якості інституційного середовища призводить до збільшення обсягів залучених зелених інвестицій в енергетичний сектор. Слід відмітити, що вплив інституційних та інвестиційних факторів обумовлює появу нових додаткові мультиплікативних ефектів, які сукупно прискорюють динаміку мінімізації розривів енергоефективності. Крім того,

уряд країни повинен визначати щорічні таргети енергетичних реформ з метою досягнення стабільного розвитку енергетичного сектору з урахуванням вимог ЄС.

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. 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.

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.

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 6.6). 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 6.6 – Основні рекомендації зацікавленим сторонам щодо впровадження ЄЗУ в Україні

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

Джерело: систематизовано авторами на основі даних [114–116, 120]

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 CO₂ 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» [8], яка на сьогодні вже втратила свою актуальність та потребує негайного перегляду та оптимізації враховуючи ратифікацію в 2020 році Україною Європейського Зеленого Курсу. 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.

Узагальнення результатів дослідження свідчать, що в Україні впродовж кількох років спостерігається позитивна динаміка в розвитку всіх типів відновлюваної енергетики, рисунок 6.20.

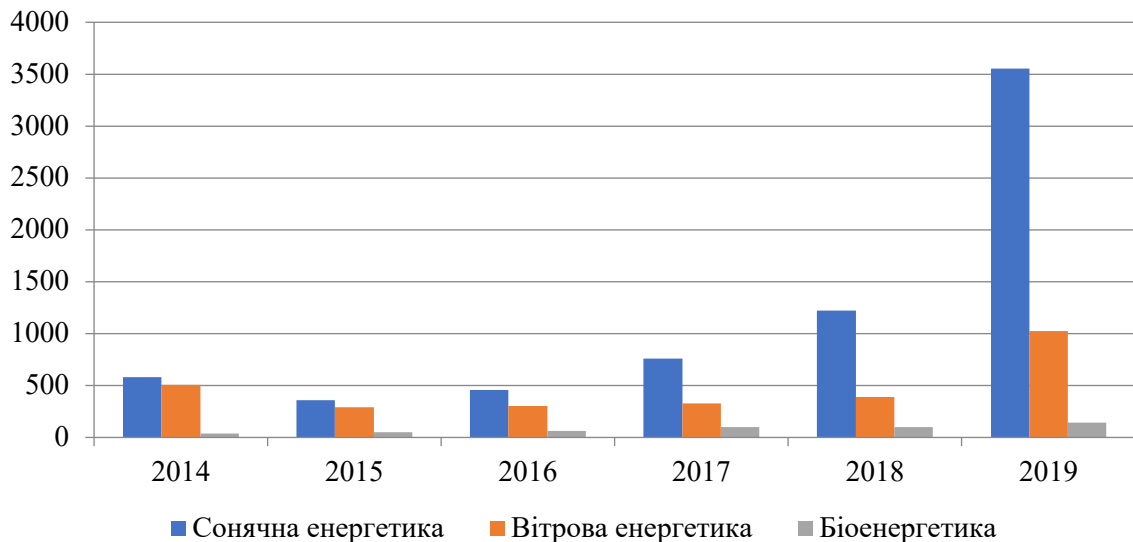


Рисунок 6.20 – Динаміка розвитку встановлених потужностей відновлюваної енергетики в Україні, МВт

Джерело: побудовано на основі даних [4, 6].

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.

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 вітровій 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» (ДТЕК) 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 ДТЕК, була профінансована самою компанією ДТЕК та позикою від Китаю [213].

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.

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.

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 проєктів 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 зміни клімату та пом'якшення її наслідків при одночасному скороченні викидів CO₂ 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 CO₂ до нульового рівня до 2050 року. При цьому Україна поставила перед собою мету досягнути вуглецевої нейтральності до 2070 року.

ВИСНОВОК

У рамках проекту отримано наступні наукові результати:

Здійснено поелементне та інтегральне оцінювання ефективності енергетичної політики України, що на відміну від існуючих підходів, здійснено на основі інтегрального поєднання інструментарію декомпозиційного аналізу та методології ODYSSEE-MURE, а також враховує соціо-еколого-економічних індикатори розвитку країни.

Розроблено методологію оцінювання на основі концепцій σ - та β -конвергенції рівня асинхронності державної енергетичної політики України з європейськими практиками та швидкості її реагування на зміни в європейських стандартах.

За допомогою стохастичного фронтірного моделювання та функції енерговідстані Шепарда розроблено методологію побудови «ретроспективного портрету розривів енергоефективності» економіки залежно від соціо-еколого-економічних патернів її розвитку.

Із застосуванням методів Грейнджера, Вальда, Хаусмана виявлено причинно-наслідкові зв'язки розривів енергоефективності з рівнем асинхронності української та європейської стратегічних політик в енергетиці щодо переходу до циркулярної економіки.

За допомогою нейронних мереж змодельовано оптимальну структуру енергетичного балансу України та структуру енерговиробництва за типами відновлювальних джерел енергії, побудовано прогнози їх зміни.

Здійснено форсайт-прогнозування сценаріїв досягнення Україною цілей Європейської зеленої угоди в залежності від волатильності ключових показників розвитку економіки. Для екстраполяції трендів рівня енергоефективності економіки України в залежності від волатильності ключових соціо-еколого-економічних показників її розвитку використано

авторегресійну інтегровану модель, що дозволила виявити статистично значущі патерни детермінант енергоефективності, формалізувати «слабкі місця», «критичні точки» та атрактори, які гальмують перехід до вуглецево-нейтральної економіки.

Розроблено дорожню карту конвергенції національної енергетичної політики з європейською кліматичною стратегією, що базується на результатах емпіричних розрахунків та статистично підтверджених закономірностях.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. 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.

2. Васько П. Ф. Мала гідроенергетика в структурі електроенергетичної галузі України / П. Ф. Васько, В. П. Васько, М. Р. Ібрагімова // Відновлювана енергетика. – 2015. – № 3. – С. 53–61.

3. Відновлювана енергетика URL :
https://uk.wikipedia.org/wiki/Відновлювальна_енергетика.

4. Державна служба статистики України URL:
<http://www.ukrstat.gov.ua/>.

5. Державне агентство екологічних інвестицій. Про затвердження показників питомих викидів двоокису вуглецю. URL:
<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/ru/v0043825-11>.

6. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. URL: <http://sae.gov.ua/uk/ae/hydroenergy>.

7. Директива Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС URL :
http://sae.gov.ua/documents/dyrektyva_2009_28.pdf.

8. Енергетична стратегія України до 2035 «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». URL :
http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085

9. Закон України Про ратифікацію Паризької угоди URL :
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1469-19#n2>.

10. Звіт про результати діяльності Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг у 2018:

постанова № 440 від 29.03.2019 р. URL: http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/Catalog3/Richnyi_zvit_NKREKP2018.pdf.

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. 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>.

13. 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. DOI: 10.25140/2410-9576-2019-3(19)-39-48.

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

15. 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.

16. Курс валют НБУ станом на 01.03.2020 року : web site. – URL: <https://minfin.com.ua/currency/nbu/eur/2020-03-01>.

17. 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/ММІ.2017.3-21.

18. Мельник Л. Г. Ефективність використання природно-ресурсного потенціалу України та передумови формування «зеленої» економіки / Л. Г. Мельник, О. В. Кубатко // Вісник соціально-економічних досліджень. – 2013. – Ч. 2. – № 3(50). – С. 169-174.

19. Митний кодекс України. – URL: <http://sfs.gov.ua/mk>.
20. НЕК Укренерго URL : <https://ua.energy/vstanovlena-potuzhnist-energosityemy-ukrayiny/#12-2019>.
21. Онлайн журнал www.pv-tech.org URL : <https://www.pv-tech.org/news/ukraines-largest-solar-project-completed-with-chinese-partners>.
22. Офіційний сайт World Energy Council URL : <https://www.worldenergy.org>.
23. Павлик, В.В. Детермінанти мінімізації розривів енергоефективності у національній економіці [Текст]: дисертація ... канд. екон. наук, спец.: 08.00.03 – економіка та управління національним господарством / В.В. Павлик. – Суми: СумДУ, 2020. - 221 с
24. Парижский климатический договор: вызовы для Украины. – URL: <https://www.epravda.com.ua/rus/publications/2016/03/18/585855>.
25. 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.
26. 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.
27. Пімоненко Т. В. Зелене інвестування: досвід ЄС для України / Т. В. Пімоненко, К. В. Лущик // Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка. – 2017. – № 4. – С. 121-127.
28. Пімоненко Т. В. Маркетинг зелених інвестицій: механізм кооперації між основними стейкхолдерами / Т. В. Пимоненко, 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>.

29. 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.

30. 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.

31. Податковий кодекс України [Електронний ресурс]. – URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>.

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

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

34. Розпорядження КМУ Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>.

35. Сагер Л. Ю. Удосконалення категоріального апарату комунікацій у системі управління підприємством / Л. Ю. Сагер // Економічний простір: збірник наукових праць. – 2012. – № 64. – С. 243-254.

36. 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.

37. 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.

38. 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.
39. 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.
40. A European Green Deal (2021). URL: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (accessed on 02 July 2021).
41. A healthy European Green Deal? (2021). URL: <https://epha.org/a-healthy-european-green-deal/> (accessed on 19 July 2021).
42. 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.
43. 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.
44. Abbasi S. A. The likely adverse environmental impacts of renewable energy sources / S. A. Abbasi, N. Abbasi // Applied Energy. – 2000. – № 65. – P. 121-144.
45. Abeelen C. J. Disentangling industrial energy efficiency policy results in the Netherlands / C. J. Abeelen, R. Harmsen, E. Worrell // Energy Efficiency. – 2019. – № 12(5). – P. 1313-1328. doi:10.1007/s12053-019-09780-4
46. 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.

47. Agora Energiewende (2021). URL: <https://www.agora-energiewende.de/presse/neuigkeiten-archiv/erneuerbare-energien-ueberholen-gas-und-kohle-in-der-eu-stromerzeugung/> (accessed on 04 August 2021).
48. Air Pollution (2019). URL: <https://ourworldindata.org/air-pollution> (accessed on 17 August 2021).
49. 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.
50. 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.
51. 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.
52. Allcott H. Energy policy with externalities and internalities / H. Allcott, S. Mullainathan, D. Taubinsky // Journal of Public Economics. – 2014. – № 112. – P. 72-88. doi:10.1016/j.jpubeco.2014.01.004.
53. 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).
54. American Council on Energy Efficiency [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://www.aceee.org/>.
55. 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).

56. 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).

57. 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.

58. Anton, S. G.; Afloarei Nucu, A. E. The effect of financial development on renewable energy consumption. A panel data approach. *Renewable Energy* 2019, 147, 330-338. doi:10.1016/j.renene.2019.09.0

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

60. Armeanu, D.; Vintilă, G.; Gherghina, Ş. Does Renewable Energy Drive Sustainable Economic Growth? Multivariate Panel Data Evidence for EU-28 Countries. *Energies* 2017, 10(3), 381. doi:10.3390/en10030381

61. 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.

62. 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).

63. 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).

64. 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.
65. 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.
66. Barbier E. B. Greening the post-pandemic recovery in the G20 / E. B. Barbier // *Environmental and Resource Economics*. – 2020. – № 76(4). – P. 685-703. doi:10.1007/s10640-020-00437-w.
67. Bertoldi P. Do energy efficiency policies save energy? A new approach based on energy policy indicators (in the EU member states) / P. Bertoldi, R. Mosconi // *Energy Policy*. – 2020. – 139. doi:10.1016/j.enpol.2020.111320.
68. Bhattacharya, M.; Paramati, S.R.; Ozturk, I.; Bhattacharya, S. The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Appl. Energy* 2016, 162, 733-741.
69. Bhowmik D. (2019). Decoupling CO2 Emissions in Nordic countries: Panel Data Analysis / D. Bhowmik // *Socio Economic Challenges*. – 2019. – № 3(2). – P. 15-30. [http://doi.org/10.21272/sec.3\(2\).15-30.2019](http://doi.org/10.21272/sec.3(2).15-30.2019).
70. 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
71. Bilan Y. Financial, business and trust cycles: the issues of synchronisation / Y. Bilan, M. Brychko, A. Buriak, T. Vasilyeva // *Zbornik Radova Ekonomski Fakultet u Rijeka*. – 2019. – № 37(1). – P. 113-138. <https://doi.org/10.18045/zbefri.2019.1.113>.

72. 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.

73. 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>.

74. Bilan Y. Public governance efficiency and macroeconomic stability: Examining convergence of social and political determinants / Y. Bilan, A. G. Raišienė, T. Vasilyeva, O. Lyulyov, T. Pimonenko // *Public Policy and Administration*. – 2019. – № 18(2). – P. 241-255. doi:10.13165/VPA-19-18-2-05.

75. 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.

76. 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>.

77. Boichenko K. S. Management of fluctuation of financial and economic integrated development of innovative enterprise / K. S. Boichenko, M. A. Tepliuk, N. Y. Rekova, I. I. Stashkevych, M. Morkunas // *Financial and credit activity: problems of theory and practice*. – 2019. – № 3(30). P. 62-69. <http://dx.doi.org/10.18371/fcaptp.v3i30.179506>.

78. 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).

79. 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.

80. 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).

81. 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.

82. Brown M. Innovative energy-efficiency policies: An international review / M. Brown // *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*. – 2015. – № 4(1). – P. 1-25. doi:10.1002/wene.125.

83. 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.

84. Bukarica V. Energy efficiency policy evaluation by moving from techno-economic towards whole society perspective on energy efficiency market / V. Bukarica, Ž. Tomšić // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2017. – № 70. – P. 968-975. doi:10.1016/j.rser.2016.12.002.

85. 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.

86. Carbon calculator from Mastercard will allow consumers to determine their impact on the environment (2021). URL: <https://sostav.ua/publication/vugletsevij-kalkulyator-v-d-mastercard-dozvolit-spozhyvacham-viznachiti-sv-j-vpliv-88327.html> (accessed on 13 July 2021).

87. 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.

88. 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.

89. Chigrin O. Analysis of the main problems of ecologically pure production implementation in Ukraine / O. Chigrin, A. Scherbak // Mechanism of economic regulation. – 2011. – №1. – P. 235-241.

90. Chygryn O. Green Bonds like the Incentive Instrument for Cleaner Production at the Government and Corporate Levels Experience from EU to Ukraine / O. Chygryn, T. Pimonenko, O. Lulyov, A. Goncharova // Journal of Advanced Research in Management. – 2018. – № 9(7). – P. 1443-1456.

91. 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.

92. 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.

93. 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.

94. Chygryn O. The mechanism of the resource-saving activity at joint stock companies: the theory and implementation features / O. Chygryn // International Journal of Ecology and Development. – 2016. – № 31(3). – P. 42-59.
95. Cole M. A. Does trade liberalisation increase national energy use? / M. A. Cole // Economics Letters. – 2006. – № 92(1). – P. 108-112.
96. Country Default Spreads and Risk Premiums, 2020. URL: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html.
97. Dhakouani A. Impacts of energy efficiency policies on the integration of renewable energy / A. Dhakouani, E. Znouda, C. Bouden // Energy Policy. – 2019. – 133. doi:10.1016/j.enpol.2019.110922.
98. 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.
99. 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.
100. Directive (EU) 2018/2001 of The European Parliament and of The Council URL : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A32018L2001>.
101. 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.
102. 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>.

103. 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>.

104. 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).

105. Doronina, I., & Kryshtof, N. (2020). Introduction of the “Green course” as a tool for systemic change for sustainable development. Public administration: improvement and development. URL: http://www.dy.nayka.com.ua/pdf/11_2020/35.pdf (accessed on 16 July 2021).

106. Dupont C. Defusing contested authority: EU energy efficiency policymaking / C. Dupont // Journal of European Integration. – 2020. – № 42:1. –P. 95-110. DOI: 10.1080/07036337.2019.1708346

107. 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)).

108. 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.

109. 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).

110. 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).

111. Enerdata. Global Energy Statistical Yearbook 2021. URL : <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>.

112. Energy Balances of Non-OECD Countries (2019). Paris: IEA Publication.

113. Energy Strategy of Ukraine until 2035 White Book of Ukrainian Energy Policy «Security And Competitiveness» URL : <https://ips.ligazakon.net/document/NT1202>.

114. EU Commision unveils “European Green Deal”: the key points (2021). URL: <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/eu-commission-unveils-european-green-deal-the-key-points/> (accessed on 05 July 2021).

115. European Parliament, & Council (2006). Directive 2006/32/EC of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on energy end-use efficiency and energy services and repealing Council Directive 93/76/EEC (Text with EEA relevance; version: 11/12/2008). URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/2006/32/oj>.

116. European Parliament, & Council (2012). Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC (Text with EEA relevance; version: 26/10/2020) URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/2012/27/oj>.

117. European Route of Industrial Heritage (2021). URL: <https://www.erih.de/wie-alles-begann/industriegeschichte-europaeischer-laender/belgien/> (accessed on 12 July 2021).

118. European Statistical Office : web site. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics.

119. 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).

120. Financing the green transition: The European Green Deal Investment Plan and Just Transition Mechanism. URL : 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.

121. Freire-González J. Energy efficiency policies and the jevons paradox / J. Freire-González, I. Puig-Ventosa // *International Journal of Energy Economics and Policy*. – 2015. – № 5(1). – P. 69-79. Retrieved from www.scopus.com.

122. 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.

123. Gkonis N. Multi-perspective design of energy efficiency policies under the framework of national energy and climate action plans / N. Gkonis, A. Arsenopoulos, A. Stamatiou, H. Doukas // *Energy Policy*. – 2020. – 140 doi:10.1016/j.enpol.2020.111401.

124. Gladek, E. (2019). The seven pillars of the circular economy. URL: <https://www.metabolic.nl/news/the-seven-pillars-of-the-circular-economy/> (accessed on 10 July 2021).

125. Global CO2 emissions in 2019 URL : <https://www.iea.org/articles/global-co2-emissions-in-2019>.

126. Global irradiation and solar electricity potential URL : https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_pdfs/G_opt_UA.png.

127. 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.

128. 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.

129. Green Paper of the Commission of the European Communities: European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_713#Text.

130. 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.

131. Greenrecovery. Reboot & Reboost our economies for a sustainable future (2020). URL: <https://euase.net/wp-content/uploads/2020/04/Green-Recovery-Call-to-Action-Signatories.pdf> (accessed on 16 July 2021).

132. 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>.

133. 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>.

134. 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.

135. 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.

136. Hartwig J. The macroeconomic effects of ambitious energy efficiency policy in germany – combining bottom-up energy modelling with a non-equilibrium macroeconomic model / J. Hartwig, J. Kockat, W. Schade, S. Braungardt // *Energy*. – 2017. – № 124. – P. 510-520. doi:10.1016/j.energy.2017.02.077.

137. 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).

138. 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.

139. 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.

140. IEA. Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2019. URL: https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/electricity_generation.pdf.

141. IFOAM (2021). URL: <https://www.ifoam.bio/> (accessed on 14 July 2021).

142. In 2020, “green” energy in the EU for the first time became more than “fossil” – a study (2021). URL: <https://www.dw.com/uk/u-2020-rotsi-zelenoi-enerhetyky-v-yes-vpershe-stalo-bilshe-nizh-vykopnoi/a-56338900> (accessed on 04 August 2021).

143. Ince R. Local variations in implementing energy-efficiency policy: How third sector organisations influenced cities' responses to the green deal / R. Ince // *Social policy review 31: Analysis and debate in social policy*. – 2019. – P. 197-220.
144. International Energy Outlook 2019 URL : <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/IEO2019.pdf>.
145. IRENA and CPI. Global Landscape of Renewable Energy Finance. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2020.
146. IRENA. Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2020.
147. 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).
148. Jarrett, J., Woodcock, J., Griffiths, U.K. et al. (2012). Effect of increasing active travel in urban England and Wales on costs to the National Health Service. *Lancet*, 379, 2198-2205.
149. 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.
150. 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.
151. 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.
152. 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).

153. 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.

154. 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).

155. 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).

156. Keliuotyte-Staniulienė G. The global green bond market in the face of the COVID-19 pandemic / G. Keliuotyte-Staniulienė, 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).

157. 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>.

158. Kern F. Policy packaging or policy patching? the development of complex energy efficiency policy mixes / F. Kern, P. Kivimaa, M. Martiskainen // *Energy Research and Social Science*. – 2017. – № 23. – P. 11-25.
doi:10.1016/j.erss.2016.11.002.

159. 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).

160. Khvorov, M.M., & Hryvkiivska, O.V. (2020). New green transition “European Green Deal” in Europe and Ukraine. Scientific and practical economic concepts and programs, 5-10.

161. Kim Y. J. Impact of domestic energy-efficiency policies on foreign innovation: The case of lighting technologies / Y. J. Kim, M. Brown // *Energy Policy*. – 2019. – № 128. – P. 539-552. doi:10.1016/j.enpol.2019.01.032.

162. 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).

163. Kizyma, M. (2021). Reasonable consumption as the main trend for companies. *Marketing in Ukraine*, 63-64. URL: <http://uam.in.ua/upload/iblock/db6/db634eb690d62cafb344e02abe6a94ec.pdf>.

164. 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.

165. KOF Globalisation Index. KOF Swiss Economic Institute URL: <https://kof.ethz.ch/en/forecasts-and-indicators/indicators/kof-globalisation-index.html>.

166. 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>.

167. Kolosok S. Open data in electrical energy balancing of ukraine: Green deal and security aspects / S. Kolosok, I. Myroshnychenko, L. Zakharkina // Paper presented at the CEUR Workshop Proceedings. – 2020. – № 2732. – 270-281.

168. 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.

169. 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.

170. 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>.

171. 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.

172. 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.

173. 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.

174. 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.

175. Kumar, V. (2020). Survey pegs 1.5% of world's farmland under organic cultivation. URL: <https://www.downtoearth.org.in/news/agriculture/survey-pegs-1-5-of-world-s-farmland-under-organic-cultivation-69350> (accessed on 14 July 2021).

176. Kumari, R.; Sharma, A. K. Determinants of foreign direct investment in developing countries: a panel data study. *International Journal of Emerging Markets* 2017, 12(4), 658–682. doi:10.1108/ijoem-10-2014-0169

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

178. 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>.

179. 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>.

180. 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.

181. 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.

182. Labandeira X. The impacts of energy efficiency policies: Meta-analysis / X. Labandeira, J. M. Labeaga, P. Linares, X. López-Otero // *Energy Policy*. – 2020. – 147. doi:10.1016/j.enpol.2020.111790.

183. Lelieveld, J., Klingmuller, K., Pozzer, A., Burnett, R.T. Haines, A., & Ramanathan, V. (2019). Effects of fossil fuel and total anthropogenic emission removal on public health and climate. *Proc Natl Acad Sci USA*, 116, 7192-7197.

184. 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>.

185. 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>.

186. Letunovska N. Formation of the strategy of forward-looking innovative development in Industry 4.0 / N. Letunovska, L. Saher, L. Syhyda // Economic analysis. – 2019. – № 29 (2). – P. 53-61.

187. Letunovskaya N. Analysis of the preconditions for the formation of regional competitiveness in the socio-economic sphere / N. Letunovskaya // Market infrastructure. – 2017. – № 3. – P. 98-103.

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

189. Lupenko Y. O., Gutorov A. O., Gutorov O. I. Investment ensuring for development of integration relations in the agricultural sector of Ukrainian economy / Y. O. Lupenko, A. O. Gutorov, O. I. Gutorov // Financial and credit activity: problems of theory and practice. – 2018. – № 4(27). – P. 381-389. <http://dx.doi.org/10.18371/fcaptp.v4i27.154221>.

190. 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.

191. 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.

192. 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.

193. 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.

194. Lyulyov O. V. Lotka-Volterra model as an instrument of the investment and innovative processes stability analysis / O. V. Lyulyov, T. V. Pimonenko // *Marketing and Management of Innovations*. – 2017. – № 1. – P. 159-169.

195. M Consulting Group. Green office (2021). URL: <https://m-cg.com.ua/ua/green-office> (accessed on 10 July 2021).

196. 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.

197. 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).

198. 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).

199. 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.

200. Markandya, A., Sampedro, J., Smith S.J. et al. (2018). Health co-benefits from air pollution and mitigation costs of the Paris Agreement: a modelling study. *Lancet Planet Health*, 2, 125-133.

201. 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>.

202. 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).

203. Milner J, Green R, Dangour A.D. et al. (2015). Health effects of adopting low greenhouse gas emission diets in the UK. *BMJ Open*, 5, e007364.

204. 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.

205. 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>.

206. 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>.

207. 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>.

208. 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>.

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

210. Morton C. The diffusion of domestic energy efficiency policies: A spatial perspective / C. Morton, C. Wilson, J. Anable // *Energy Policy*. – 2018. – № 114. – 77-88. doi:10.1016/j.enpol.2017.11.057.

211. Nae, T.-M., & Panie, N.-A. (2021). European Green Deal: The Recovery Strategy Addressing Inequalities. *Journal of Eastern Europe Research in Business and Economics*, 2021, 887980, DOI: 10.5171/2021.887980.

212. Naill R. F. A system dynamics model for national energy policy planning / R. F. Naill // *System Dynamics Review*. – 1992. – № 8(1). – P. 1-19. doi:10.1002/sdr.4260080102.

213. National Institute for Strategic Studies : web site. URL: <https://niss.gov.ua/>.

214. NEAA. Trends in global CO₂ emissions, 2018. URL: https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2018-trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions-2018-report_3125_0.pdf

215. Nelson E. M. Socioeconomic Challenges – A Global Perspective Evaluating Invisible Connections-Resolutioning Necessary Global Collaborative

/ E. M. Nelson // *SocioEconomic Challenges*. – 2017. – № 1(3). – P. 116-119.
DOI: [10.21272/sec.1\(3\).116-119.2017](https://doi.org/10.21272/sec.1(3).116-119.2017).

216. 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>.

217. 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.

218. Number of deaths attributable to air pollution in Europe from 1990 to 2019 (2021). URL: <https://www.statista.com/statistics/993605/air-pollution-deaths-europe/> (accessed on 17 August 2021).

219. OECD.Stat. Green Growth Indicators URL : [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode= GREEN_GROWTH](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GREEN_GROWTH).

220. Olanrewaju, B. T.; Olubusoye, O. E.; Adenikinju, A.; Akintande, O. J. A panel data analysis of renewable energy consumption in Africa. *Renewable Energy* 2019, 140, 668-679. doi:10.1016/j.renene.2019.02.061

221. 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» URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>.

222. Oteh, O. U., Oloveze, A. O., Obasi, R. O., & Opara, J. O. (2021). Consumer health knowledge: cultural norms and marketing of healthcare products. *Health Economics and Management Review*, 1, 8-22. <http://doi.org/10.21272/hem.2021.1-01>.

223. Our word in Data (2021). CO2 emissions URL : <https://ourworldindata.org/co2-emissions>.

224. Our word in Data. Renewable energy URL : <https://ourworldindata.org/renewable-energy>.

225. Our World in Data, 2020. URL: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>.

226. 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.

227. 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.

228. 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>.

229. Paull, J. (2019). Organic agriculture in Australia: attaining th global majority. Journal of Environment Protection and Sustainable Development, 5(2), 70-74.

230. 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).

231. Paziuk, V., Tokarchuk, O., & Tokarchuk, D. (2021). Current state of energy efficiency in the world and in Ukraine. Machinery, Energetics, Transport of Agribusiness, 1(112), 88-99. DOI: 10.37128/2520-6168-2021-1-11.

232. Pimonenko T, Chygryn O., Luylov O. Green Entrepreneurship as an Integral Part of the National Economy Convergence. National Security & Innovation Activities: Methodology, Policy and Practice: monograph // edited by Dr. of Economics, Prof. O. Prokopenko, Ph.D in Economics V. Omelyanenko, Ph.D in Technical Sciences, Assoc. Prof. Yu. Ossik. – Ruda Śląska: Drukarnia i

Studio Graficzne Omnidium, 2018. – P. 358-365.

233. Pimonenko T. Ecological stock indexes: foreign experience and lessons for Ukraine / T. Pimonenko, Yu. Myroshnychenko, O. Korobets, O. Lytvynenko // *Visnyk of Sumy State University. Economy series.* – 2017. – № 4. – P. 121-127.

234. Pimonenko T. Environmental Performance Index: relation between social and economic welfare of the countries / T. Pimonenko, O. Lyulyov, O. Chygryn, M. Palienko // *Environmental Economics.* – 2018. – № 9(3). – P. 7-16. doi:10.21511/ee.09(3).2018.01.

235. 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.

236. 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.

237. 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.

238. Pimonenko T. Ukrainian Perspectives for Developing Green Investment Market: EU Experience / T. Pimonenko // *Economics and Region.* – 2018. – № 4(71). – P. 35-45.

239. 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.

240. Pimonenko, T., Liuliov O., Letunovska N., Lytvynenko, O., & Nazarenko, A. (2021). Development of solar energy in Ukraine in the context of

the transition to the carbon-neutral economy. Bulletin of SumDU. Economics series, 1, 208-220. DOI:10.21272/1817-9215.2021.1-24.

241. Plachkova, S.G., Plachkov, I.V., Dunaevska, N.I. et al. (2013). Electricity and environmental protection. The functioning of energy in the modern world. Kyiv: Feniks.

242. 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.

243. 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).

244. Realini A. The need of harmonization in energy efficiency policies: Building a taxonomy for european industry / A. Realini, S. Maggiore, C. Zagano, V. Oikonomou, E. Hofman // Paper presented at the Eceee Summer Study Proceedings. – 2019. – P. 643-648.

245. REN21, Renewables 2020 Global Status Report URL : https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf.

246. Renewable energy statistics 2019 URL : https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jul/IRENA_Renewable_energy_statistics_2019.pdf.

247. Renewable energy used in transport increasing (2020). URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20201223-1> (accessed on 13 July 2021).

248. Renewable power generation costs in 2019 URL : https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf.

249. Renewables 2019 (2019). URL: http://www.globalwomennet.org/wp-content/uploads/2019/06/gsr_2019_full_report_en.pdf (accessed on 20 August 2021).

250. Reuter M. Applying ex post index decomposition analysis to final energy consumption for evaluating european energy efficiency policies and targets / M. Reuter, M. K. Patel, W. Eichhammer // Energy Efficiency. – 2019. – 12(5). – P. 1329-1357. doi:10.1007/s12053-018-09772-w.

251. 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.

252. 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.

253. 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.

254. Rosokhata, A., Letunovska, N., Jasniewski, A. (2020). Current issues of a healthy economy in the region: marketing aspects. Economic and social-focused issues of modern world. Conference Proceedings of the 3rd International Scientific Conference. November 17 – 18, 2020. Bratislava. The School of Economics and Management in Public Administration in Bratislava, 41-43.

255. 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.

256. Sachs, J.; Schmidt-Traub, G.; Kroll, C.; Lafortune, G.; Fuller, G.; Woelm, F. The Sustainable Development Goals and COVID-19. Sustainable Development. Report 2020. Cambridge: Cambridge University Press, 2020.

257. 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.

258. 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.

259. Savytskyi, O. (2018). New technologies for agriculture: more profits or environmental protection? URL: <https://ecotown.com.ua/news/Novi-tekhnohohiyi-dlya-zemlerobstva-bilshe-prybutkiv-chy-zberezheniya-dovkillya/> (accessed on 14 July 2021).

260. 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.

261. Schmidt T. S. Measuring the temporal dynamics of policy mixes – An empirical analysis of renewable energy policy mixes' balance and design features in nine countries / T. S. Schmidt, S. Sewerin // Research Policy. – 201. – № 48(10). – 103557. doi:10.1016/j.respol.2018.03.012.

262. Scholten D. An energy transition amidst great power rivalry / D. Scholten, D. Criekemans, T. Van de Graaf, // Journal of International Affairs. – 2019. – № 73(1). – P. 195-204. doi:10.2307/26872789

263. Scopus database URL : <https://www.scopus.com/>.

264. Shevchenko T. Development 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.

265. Shin-Ping, L.; Tsung-Hsien, C. The determinants of corporate performance. *Managerial Auditing Journal* 2009, 24(3), 233–247. doi:10.1108/02686900910941122

266. 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).

267. 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).

268. 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.

269. 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.

270. 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.

271. 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>.

272. 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.

273. 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.

274. 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).

275. Statista. Historical carbon dioxide emissions from global fossil fuel combustion and industrial processes from 1758 to 2020 (2020). URL: <https://www.statista.com/statistics/264699/worldwide-co2-emissions/> (accessed on 09 July 2021).

276. Statista. Leading countries in primary energy consumption worldwide in 2019 (2019b). URL: <https://www.statista.com/statistics/263455/primary-energy-consumption-of-selected-countries/> / (accessed on 07 July 2021)..

277. Statista. Share of respondents on the most important environmental issues in their country worldwide in 2019 (2019a). URL: <https://www.statista.com/statistics/895943/important-environmental-issues-globally/> (accessed on 06 July 2021).

278. Statista. Strategy of supply chain firms to integrate circular practices worldwide in 2019 (2019c). URL: <https://www.statista.com/statistics/1182874/circular-economy-supply-chain-approach/> (accessed on 10 July 2021).

279. Sun H. Institutional quality, green innovation and energy efficiency / H. Sun, B. K. Edziah, C. Sun, A. K. Kporsu // *Energy Policy*. – 2019. – 135. doi:10.1016/j.enpol.2019.111002

280. 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.

281. 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).

282. The Economist Intelligence Unit URL : <https://www.eiu.com/n/campaigns/democracy-index-2020/>.

283. The state of renewable energies in Europe edition 2019 URL : <https://www.eurobserv-er.org/19th-annual-overview-barometer/>.

284. The Sustainable Development Goals URL : <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html>.

285. The Value of statistical life: economics and politics (2017). URL: <https://strata.org/pdf/2017/vsl-full-report.pdf> (accessed on 18 July 2021).

286. The World Bank URL : <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD?locations=UA>.

287. 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.

288. 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.

289. 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.

290. 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>.

291. 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](https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101504).

292. U.N. Consolidated baseline methodology for grid-connected electricity generation from renewable sources. URL: <http://sugarcane.org/wp-content/uploads/2018/04/Consolidated-baseline-methodology-for-grid-connected-electricity-generation-from-renewable-sources.pdf>.

293. 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.

294. UNIDO. World Small Hydropower Development Knowledge Platform. URL: <http://www.smallhydropower.org/countries/ukraine/detail>.

295. 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](https://doi.org/10.33223/epj/127397).

296. 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.

297. 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>.

298. Use of renewable fuels in transport in Europe (2017). URL: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-cleaner-and-alternative-fuels/use-of-cleaner-and-alternative-5> (accessed on 13 July 2021).

299. USELF. URL: <https://www.uself.com.ua>.

300. 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/rtuct-2015-0006>.

301. 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.

302. Value of renewable energy investment in Europe from 2004 to 2019 (2021). URL: <https://www.statista.com/statistics/1066269/renewable-energy-investment-europe/> (accessed on 17 August 2021).

303. 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.

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

305. 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.

306. 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.

307. 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.

308. 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.

309. 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).

310. 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>.

311. 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.

312. 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.

313. 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.

314. 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).

315. What you need to know about the European Green Deal – and what comes next (2021). URL: <https://www.weforum.org/agenda/2021/07/what-you-need-to-know-about-the-european-green-deal-and-what-comes-next/> (accessed on 19 July 2021).

316. 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).

317. Wiese C. Correction to: Interaction effects of energy efficiency policies: A review / C. Wiese, A. Larsen, L. Pade // Energy Efficiency. – 2019. – № 12(3). – P. 817-818. doi:10.1007/s12053-018-9699-4

318. World Data Bank URL : <https://data.worldbank.org/>.

319. World Energy Council : web site. URL: <https://trilemma.worldenergy.org/>.

320. World Meteorological Organization, (2020). URL: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21777#.X6qP1EX7TIW.

321. Xiaoling O. Levelized cost of electricity (LCOE) of renewable energies and required subsidies in China / O. Xiaoling, L. Boqiang // *Energy Policy*. – 2014. – № 70. – P. 64-73.

322. 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>.

323. Yanyshivska, H. (2021). What are the marketing strategies launched by the coronavirus pandemic. URL: <https://lvbs.com.ua/news/yaki-marketyngovi-strategiyi-zapustyla-pandemiya-koronavirusu/> (accessed on 13 July 2021).

324. Yasnolob, I. et al. (2019). The formation of the efficient system of ecological enterprise. *Journal of Environmental Management and Tourism*, Vol 9, No 1. Volume IX Issue 1(17) Spring 2019.

325. Yasnolob, I.O., Chaika, T.O., Horb, O.O., & Radionova, Ya.V. (2018). Theoretical and practical foundations of creating energy independent rural territories. *Ekonomika APK*, 11, 97. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201811097>.

326. Yevdokimov Y. Biogas as an alternative energy resource for Ukrainian companies: EU experience / Y. Yevdokimov, O. Chygryn, T. Pimonenko, O. Lyulyov // *Innovative Marketing*. – 2018. – № 14. – P. 7-15.

327. Yu, Ch., Morotomi, T., & Yu, H. (2020). What influences adoption of green award criteria in a public contract? An empirical analysis of 2018 European Public Procurement contract award notices. *Sustainability*, 12, 1261.

328. 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.

329. 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)).

330. Ziabina Ye. (2016) Theoretical aspects of the formation of green economy in the context of sustainable development / Ye. Ziabina // *Mechanism of Economic Regulation*. – 2016. – № 3. – P. 116121.

331. Ziabina Ye. Development of green energy as a way to energy independence of the national economy: experience of EU countries / Ye. Ziabina, O. Lyulyov, T. Pimonenko // *Scientific Bulletin of Polissia*. – 2019. – № 19(3). – P. 39-48. DOI: 10.25140/2410-9576-2019-3(19)-39-48.

332. 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).

333. 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).

334. Ziabina, Ye.A., Lyulyov, O.V., Pimonenko, T.V. (2019). Development of green energy as a way to energy independence of the national economy: experience of EU countries. *Scientific Bulletin of Polissya*, 3(19), 39-48.

335. 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).

ДОДАТОК А

Публікації по проєкту

«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 – Пімонеико Т.В.)

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

1. Kolosok, S., Pimonenko, T., Yevdokymova, A., Nazim, O. H., Palienko, M., & Prasol, L. (2020). Efficiency of energy policy: impact of green innovations. *Marketing and Management of Innovations*, 4, 50-60. <http://doi.org/10.21272/mmi.2020.4-04> . **(Web of Science)**
2. Kurbatova T., Sotnyk I., Kubatko O., Baranchenko Ye., Arakpogun E., Roubik H. State support policy for renewable energy development in emerging economies: the case of Ukraine. *International Journal of Global Environmental Issues*. 2020, 19(1-3),26–52. **(Scopus, Web of Science)**.
3. Lyulyov O., Pimonenko T., Kwilinski A., Dzwigol H., Dzwigol-Barosz M., Pavlyk V., Barosz P. The impact of government policy on energy efficient gap: the evidence from Ukraine. *Energies*. 2021. 14(2):373. <https://doi.org/10.3390/en14020373> **(Scopus, Web of Science)**.
4. Vasylieva T., Pavlyk V., Bilan Yu., Mente G., Rabe M. Assessment of energy efficiency gaps: case for Ukraine. *Energies*. 2021. 14(5), 1323; <https://doi.org/10.3390/en14051323> **(Scopus, Web of Science)**.
5. Skibina T. Estimation of management effectiveness of electricity supply enterprises in emerging economies / T. Skibina, T. Kurbatova, I. Sotnyk,

O. Telizhenko, M. Sotnyk, Y. Hyrchenko // TEM Journal. – 2021. – № 10(1). – P. 238-248. doi:10.18421/TEM101-30. . **(Scopus, Web of Science)**

6. 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. . **(Scopus, Web of Science).**

7. 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) 3497. <https://doi.org/10.3390/en14123497>. . **(Scopus, Web of Science)**

8. 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>. **(Scopus, Web of Science)**

9. Kurbatova T., Sotnyk I., Kubatko O., Gorbachova L., Khrystiuk B. (2021). Small hydropower development in Ukraine under global climate change patterns: is state economic support sufficient? International Journal of Environment and Sustainable Development (in press). 10.1504/IJESD.2021.10042076 URL: <https://www.inderscience.com/info/ingeneral/forthcoming.php?jcode=IJESD>. . **(Scopus, Web of Science)**

10. Pimonenko. T. Energy efficiency profiles in developing the free-carbon economy: on the example of Ukraine and the V4 countries / T. Pimonenko, O. Lyulyov, Y. Us. Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal. – 2021. – 23(4), 49-66. <https://doi.org/10.33223/epj/127397> **(Scopus).**

Фахові наукові видання категорії Б

1. Вакуленко І. А., Васильєва Т. А. Ціноутворення на ринку природного газу в умовах енергетичної інтеграції України та ЄС. *Вісник СумДУ. Серія Економіка*. 2020. № 3. С. 40-44. URL: https://visnyk.fem.sumdu.edu.ua/issues/3_2020/4.pdf.
2. Колосок С. І., Васильєва Т. А. Аналіз мереж розподілу газу та електроенергії: огляд тарифного регулювання. *Вісник СумДУ. Серія Економіка*. 2020. № 2. С. 74-78. URL: https://visnyk.fem.sumdu.edu.ua/issues/2_2020/8.pdf.
3. Письменна У. Є., Трипольська Г. С., Курбатова Т. О., Кубатко О. В. Фактори управління сталими енергетичними трансформаціями в енергосекторі України. *Вісник СумДУ: Серія Економіка*. 2020. № 3. С. 149–155.
4. Зябіна Є. А., Пімоненко Т. В. Енергетична політика України: ефективність та напрями її підвищення. *Економічний простір*. 2020. № 160. С. 55-59. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/160-10>
5. Ziabina, Ye., Pimonenko, T., Starchenko, L. Energy Efficiency Of National Economy: Social, Economic And Ecological Indicators. *SocioEconomic Challenges*. 2020. 4(4), 160-174. [https://doi.org/10.21272/sec.4\(4\).160-174.2020](https://doi.org/10.21272/sec.4(4).160-174.2020)
6. Пімоненко Т. Оцінювання причинно-наслідкових зв'язків між детермінантами енергоефективності країни в контексті імплементації Європейської зеленої угоди / Т. Пімоненко, О. Люльов, Є. Зябіна, Т. Вавсила // *Вісник Економіки*. – 2021. – № 2. – С. 80-89. DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2021.02.080>.
7. 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>.

8. 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.

9. 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>.

10. 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.

11. 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>.

12. Pimonenko, T. Gender Stereotypes and Green Banking Toward Carbon-Free Economy / T. Pimonenko, O. Lyulyov, O., Ya. Us, O. Dubyna, Kumah Os.Ow.E. Financial Markets, Institutions and Risks. – 2021. – 5(4). P. 29-38. [http://doi.org/10.21272/fmir.5\(4\).29-38.2021](http://doi.org/10.21272/fmir.5(4).29-38.2021)

13. Pimonenko T. Renewable energy generation in the energy balance: the forecast until 2035 / T. Pimonenko, O. Lyulyov, O., Ya. Us, A. Kwilinsk, A. Nazarenko, Yu. Myroshnichenko. Mechanism of Economic Regulation. – 2021. 2. P. 23-32. <https://doi.org/10.21272/mer.2021.92.03>

14. Pimonenko, T., Us, Ya., Myroshnychenko, Yu., Dubyna, O., Vasylyna, T. (2021). Green Financing for Carbon-Free Growth: Role of Banks

Marketing Strategy / T. Pimonenko, Ya. Us, Yu. Myroshnichenko, O. Dubyna, T. Vasylyna. *Financial Markets, Institutions and Risks*. – 2021. – 5(3), P. 71-78. [https://doi.org/10.21272/fmir.5\(3\).71-78.2021](https://doi.org/10.21272/fmir.5(3).71-78.2021)

Монографії

1. Pimonenko, T., Lyulyov, O., Letunovska, N. *Circular and carbon-free economy: road map for harmonizing national and European standards for energy market: monograph*. Szczecin: Centre of Sociological Research, 2021. 153 p. ISBN 978-83-963452-1-9 DOI: 10.14254/ 978-83-963452-1- 9/2021

2. Пімоненко Т., Люльов О., Летуновська Н. *Стохастичне моделювання дорожньої карти гармонізації вітчизняних та європейських стандартів регулювання енергетичного ринку: трансформаційні зрушення до циркулярної та вуглецево-нейтральної економіки: монографія*. Суми : «Ярославна», 149 с.

Тези доповідей у матеріалах наукових конференцій

3. Kurbatova T., Perederii T. *Global trends in renewable energy development. IEEE KhPI Week on Advanced Technology* : Kharkiv, October 5-10, 2020. P. 260-263 (**Scopus, Web of Science**).

4. Kurbatova, T., & Lysenko, D. *Investment attractiveness of the small hydropower sector and its impact on reducing carbon dioxide emissions. Paper presented at the 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology, KhPI Week*

2020 - Conference Proceedings, 2020, 264-267.
doi:10.1109/KhPIWeek51551.2020.9250076 (**Scopus, Web of Science**).

5. Ziabina Ye., Pimonenko T., Lyulyov O. (2020). Efficiency of ukrainian energy policy in the framework of circular and carbon-free economy. *Socio-economic challenges* : International Scientific and Practical Conference Book Proceeding, Sumy, November 3-4, 2020. P. 337-341.

6. Us Ya., Pimonenko T., Lyulyov O., Bilan Yu., Shaforost Yu. The green-feminine stereotypes as a barrier on the way of green brand development. *Socio-economic challenges* : International Scientific and Practical Conference Book Proceeding, Sumy, November 3-4, 2020. P. 327-332.

7. Ziabina Ye., Pimonenko T. (2020). Carbon-free economy: meta-analysis. Book Proceeding. *Innovations, social and economic challenges* : International Conference Book Proceeding, 2020. P. 20-25.

8. 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**).

9. Pimonenko, T. (2021). A systematic literature review of smart grids / T. Pimonenko, O. Lyulyov, I. Vakulenko, L. Saher // In E3S Web of Conferences (Vol. 250, 08006). – 2021. EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125008006> (**Scopus**)

10. 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**).

11. 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.

12. 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>.

13. 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 (Vol. 307, p. 09002). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130709002> (**Scopus**)

14. Chygryn O. Key indicators of green competitiveness: EU and Ukraine performance / O. Chygryn, T. Pimonenko, O. Lyulyov // In E3S Web of Conferences. (Vol. 307, p. 03003). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130703003> (**Scopus**)

15. Kurbatova T., Sotnyk I., Prokopenko O., Sidortsov R., Tu Y. (2021). Balancing Ukraine's energy system: challenges under high renewable energy penetration and the COVID-19 pandemic. International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters, 19-20 May, Kryvyi Rih, E3S Web of Conferences, 280, 05007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128005007>. (**Scopus**)

16. Sotnyk I., Kurbatova T., Kubatko O., Baranchenko Y., Li R. (2021). The price for sustainable development of renewable energy sector: the case of Ukraine. International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters, 19-21 May, Kryvyi Rih, E3S Web of Conferences. E3S Web of Conferences, 280, 02006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20212800200> (**Scopus**)

Авторські свідоцтва

1. Пімоненко Т., Люльов О., Квілінский 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 β -конвергенції: мінімізація розривів енергоефективності (подано).

3. Люльов О., Пімоненко Т., Чигрин О. Ю. Алгоритм визначення ключових детермінантів змін рівня енергофєктивності національної економіки у рамках кліматичної стратегії «Green Deal Policy». (подано).

4. Люльов О., Пімоненко Т., Методичний інструментарій прогнозування енергоефективності національної економіки. (подано).