



Кліматична нейтральність економіки

Олександр ДЛУГОПОЛЬСЬКИЙ,
Віталій РУДАН,
Юрій ГАЙДА,
Владислав ГУРИШ

**ПОЛІТИКА ЄС ЩОДО РОЗВИТКУ
ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ:
ПИТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ**

Резюме

У статті проведено дослідження політики ЄС щодо розвитку відновлюваних джерел енергії. Обґрунтовано, що підвищення частки відновлюваних джерел енергії в структурі енергоспоживання сприяє зменшенню викидів парникових газів та сталому економічному розвитку, забезпечує енергетичну безпеку, знижує залежність від імпортованих викопних енергоресурсів. У роботі використано комбінований підхід, що поєднує якісний та кількісний ана-

© Олександр Длугопольський, Віталій Рудан, Юрій Гайда, Владислав Гуриш,
2025.

Длугопольський Олександр, д. е. н., професор, Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна; Любелська академія WSEI, Люблін, Республіка Польща. ORCID: 0000-0002-2040-8762 Email: dlugopolsky77@gmail.com

Рудан Віталій, к. е. н., доцент, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, Україна; Державний науково-дослідний інститут інформатизації та моделювання економіки, Київ, Україна. ORCID: 0000-0002-1357-9643 Email: vitaliyrudan@gmail.com

Гайда Юрій, д. с/г. н., професор, Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна; Національний університет «Чернігівська політехніка», Чернігів, Україна. ORCID: 0000-0001-6019-9654 Email: haydshn@ua.fm

Гуриш Владислав, Західноукраїнський національний університет, Тернопіль, Україна. ORCID: 0009-0002-7688-6701 Email: vladyslavcaslot@gmail.com

ліз нормативно-правових актів, економічних показників і статистичних даних. Доведено, що інвестиції у відновлювану енергетику ЄС є одним із основних показників розвитку цього сектору. Виявлено значний вплив між субсидіями на енергоефективність, цінами на природний газ, електроенергію та часткою відновлюваної енергії в загальному енергобалансі ЄС на розвиток відновлюваних джерел енергії. Основними інструментами стимулювання політики ЄС щодо розвитку відновлюваних джерел енергії є державні субсидії, фінансування досліджень та інновацій, впровадження системи аукціонів і гарантій походження енергії з ВДЕ, що дає змогу створювати стабільні умови для інвесторів та розширювати використання чистих джерел енергії в ЄС.

Ключові слова:

відновлювальні джерела енергії, енергетична безпека, ЄС, зелена енергетика, субсидії.

Класифікація за JEL: Q42; Q48; F53; O13.

1 рисунок, 1 формула, 4 таблиці, 26 джерел літератури.

Постановка проблеми

На сучасному етапі розвитку глобальної економіки та зростання викликів, пов'язаних із зміною клімату, питання переходу до використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) стає надзвичайно актуальним. Європейський Союз як один з глобальних лідерів у боротьбі зі змінами клімату впроваджує амбітну політику щодо декарбонізації енергетичного сектору та стимулювання використання ВДЕ. Підвищення частки ВДЕ в структурі енергоспоживання не тільки сприяє зменшенню викидів парникових газів, а й забезпечує енергетичну безпеку, знижує залежність від імпортованих викопних енергоресурсів і сприяє сталому економічному розвитку.

Актуальність теми дослідження обумовлюється низкою факторів. По-перше, енергетичні кризи, спричинені геополітичними конфліктами, зокрема війною в Україні, загострюють питання енергетичної безпеки, змушуючи країни ЄС шукати альтернативні джерела енергії. По-друге, зміна клімату та необхідність дотримання Паризької кліматичної угоди ставить перед ЄС завдання значного скорочення викидів CO₂, для чого необхідні системні зміни в енергетичному секторі. По-третє, постійне зростання цін на енергоресурси, зокрема природний газ та нафту, стимулює пошук дешевших і стабільніших джерел енергії, що вимагає значних інвестицій у ВДЕ.

За мету статті поставлено проведення аналізу політики ЄС щодо розвитку відновлюваних джерел енергії, що дало змогу зрозуміти ефективність чинних заходів, оцінити внесок ВДЕ у скорочення енергетичної залежності та зменшення вуглецевого сліду, а також виявити потенційні виклики на шляху досягнення кліматичних цілей Європейського Союзу до 2030 та 2050 рр.

Огляд літератури

У наукових дослідженнях, присвячених розвитку відновлюваних джерел енергії, деякі автори (Іванюта et al., 2020; Іванюта & Якушенко, 2022) аналізують адаптацію кліматичної політики України до стандартів Європейського зеленого курсу, зосереджуючись на декарбонізації та підвищенні енергоефективності. Кицюк І. В. (2023) досліджує вплив цього курсу на бізнес і промисловість ЄС, а також розглядає виклики впровадження нових екологічних стандартів. Авторами Galbiati Stella (2024) та Rokhmawati (2021) доведено, що збільшення рівня зелених інвестицій позитивно впливає на зниження рівня викидів парникових газів. У статті Kiesecker et al. (2024) науковці вивчають земельні конфлікти при розбудові вітрових і сонячних електростанцій у Європі, тоді як інші дослідники (Stainforth et al., 2021) звертають увагу на соціально-економічні наслідки ВДЕ, таких як вплив на зайнятість і зростання економіки. Белайд Ф. (Belaïd, 2022) досліджує проблему енергетичної бідності, спричинену неефективною кліматичною політикою, а Дукас Г. та Нікас А. (Doukas & Nikas, 2022) аналізують енергетичну кризу в ЄС і необхідність адаптації до нових умов.

У серії праць (Borysiak et al., 2024; Dluhopolskyi et al., 2023; Borysiak et al., 2022) авторами досліджуються напрямки низьковуглецевого менеджменту при виборі ресурсів для виробництва енергії на підприємствах, а також оцінюється готовність домогосподарств використовувати низьковуглецеві технології шляхом переходу на споживання енергії з відновлюваних джерел. Наукові розвідки, проведені в праці Shenetal. (2024), дали змогу встановити тісний зв'язок між рівнем виробництва відновлюваної енергії та викидами вуглецю.

Проте на сьогодні ще недостатньо досліджено специфіку впливу інвестицій та субсидій на розвиток відновлюваної енергетики в ЄС, а також їхній внесок у досягнення кліматичних цілей до 2030 р., що вимагає поглибленого аналізу політичних заходів ЄС, спрямованих на стимулювання ВДЕ, та їхнього впливу на енергетичну безпеку й декарбонізацію.

Методологія дослідження

Дослідження ґрунтується на комбінованому підході, що поєднує якісний та кількісний аналіз нормативно-правових актів, економічних показників і статистичних даних щодо розвитку відновлюваної енергетики в Європейському Союзі. Для аналізу використовуються офіційні джерела, зокрема: нормативно-правові акти, звіти та стратегічні документи Європейської комісії, статистичні дані про частку ВДЕ, інвестиції, ціни на енергоресурси Євростату, звіти щодо глобального розвитку ВДЕ міжнародних організацій IEA, IRENA, REN21, статті у рецензованих журналах, присвячені політиці ВДЕ в ЄС, національні стратегічні документи країн-членів ЄС. В статті проведений контент-аналіз основних директив ЄС, кількісний аналіз статистичних даних, порівняльний аналіз (тенденції розвитку ВДЕ у країнах ЄС із порівнянням регіональних особливостей).

Результати дослідження

Європейський Союз почав активно розвивати політику щодо відновлюваної енергетики ще у 1990-х роках, коли стало зрозуміло, що залежність від викопних джерел енергії, таких як вугілля, нафта та газ, сприяє суттєвому зростанню викидів парникових газів і значно впливає на глобальні кліматичні зміни. Стартом системної політики можна вважати ухвалення першої Директиви про відновлювані джерела енергії (RED) у 2001 р., яка встановила цільові показники для країн-членів ЄС щодо збільшення частки ВДЕ в енергетичному балансі. Це поклало початок впровадженню механізмів стимулювання розвитку «зеленої» енергетики (Borysiak et al., 2022).

Розглянемо основні нормативно-правові документи, що спрямовані на розвиток відновлювальної енергетики в ЄС.

Директива про відновлювані джерела енергії (RED – Renewable Energy Directive) є головним правовим актом Європейського Союзу, який спрямований на сприяння розвитку ВДЕ та зменшення залежності від викопних палив (European Parliament & Council of the European Union, 2018). Цей документ

був вперше ухвалений у 2001 р., а його оновлена версія – RED II – набула чинності у 2018 р. RED II не лише встановлює мету досягнення щонайменше 42,5% частки відновлюваних джерел у загальному енергоспоживанні до 2030 р., а й зобов'язує країни-члени ЄС регулярно переглядати та коригувати національні законодавства для підтримки розвитку ВДЕ.

Одним з важливих аспектів цієї директиви є стимулювання використання ВДЕ не тільки в електроенергетиці, а й у секторах опалення, охолодження та транспорту. Зокрема, у сфері транспорту RED II ставить завдання досягти щонайменше 14% відновлюваної енергії у паливному балансі. Це передбачає активне впровадження біопалива, електромобілів та інших інноваційних рішень, що дозволять зменшити викиди парникових газів та гарантувати енергетичну безпеку.

Основні механізми стимулювання, закладені в RED II, охоплюють (Directive(EU), 2018/2001):

- субсидії та фінансову підтримку: країни-члени зобов'язані забезпечити національні механізми підтримки для компаній, які інвестують у ВДЕ, включаючи прямі субсидії, гранти та інші форми фінансової допомоги;
- пільгові тарифи та аукціони: держави-члени можуть використовувати аукціони на підтримку проектів у сфері відновлюваної енергії, що дозволяє залучити конкурентні пропозиції для фінансування великих проектів;
- гарантії походження енергії з ВДЕ: системи сертифікації забезпечують прозорість та підтвердження того, що енергія, яку використовує споживач, дійсно вироблена з відновлюваних джерел;
- інвестиції у дослідження та інновації: значна частина бюджету ЄС спрямовується на розвиток нових технологій у галузі ВДЕ, що включає дослідження з підвищення ефективності енергетичних систем, розвитку смарт-мереж та зберігання енергії.

Європейський зелений курс (EuropeanGreenDeal) є стратегічною програмою, яка доповнює RED II та передбачає глобальні заходи для боротьби зі зміною клімату (EuropeanCommission, 2019). Цей документ ставить за мету досягти кліматичної нейтральності ЄС до 2050 р., що передбачає повну декарбонізацію енергетичного сектора. Основною метою Зеленого курсу є зменшення викидів парникових газів на 55% до 2030 р., порівняно з рівнем 1990 р., шляхом значного збільшення частки ВДЕ у виробництві енергії та впровадження енергоефективних технологій.

У рамках цієї програми країни ЄС повинні стимулювати інвестиції в «зелену» енергетику, модернізувати свою енергетичну інфраструктуру, розширювати виробництво відновлюваної енергії, знижувати енергетичну зале-

жність від імпорту викопних енергоносіїв та впроваджувати нові екологічні стандарти для промисловості і транспорту. Велика увага приділяється фінансовим механізмам підтримки – Фонду відновлення та стійкості (RRF), через який значна частина коштів спрямовується на інвестиції у відновлювану енергетику та стійкий розвиток.

Механізми ринку вуглецевих квот (EU Emissions Trading System, ETS) є одним із основних інструментів політики ЄС, спрямованих на боротьбу зі зміною клімату та стимулювання переходу до відновлюваних джерел енергії (European Commission, 2005). ETS, який був створений у 2005 р., є першою та найбільшою міжнародною системою торгівлі квотами на викиди парникових газів. Основна ідея полягає в тому, що для кожної тони викидів CO₂ або еквівалентних газів підприємства повинні мати відповідну кількість дозволів на викиди. Якщо компанія знижує свої викиди, вона може продати надлишкові дозволи на ринку іншим компаніям. Це створює ринкові стимули для інвестування в енергоефективні технології та відновлювані джерела енергії, оскільки підприємства зменшують свої викиди, щоб уникнути купівлі додаткових квот.

Важливо зазначити, що ETS охоплює великі промислові сектори, такі як електростанції, металургійні підприємства, цементні заводи, а також авіаційний сектор. Система поступово розширюється і включає більше секторів економіки. Вона дає змогу скорочувати загальні викиди в масштабах ЄС, оскільки кількість квот на викиди поступово зменшується щорічно, що сприяє загальній меті ЄС – досягти кліматичної нейтральності до 2050 р.

Фонд відновлення та стійкості (Recovery and Resilience Facility, RRF) є ще одним важливим фінансовим інструментом ЄС, спрямованим на відновлення економіки після пандемії COVID-19, з акцентом на зелені інвестиції (European Commission, 2021). Створений у 2021 р., RRF має бюджет понад 670 мільярдів євро, з яких значна частина спрямована на фінансування проєктів у сфері відновлюваної енергетики, зокрема на будівництво сонячних і вітрових електростанцій, розвиток інфраструктури для зберігання енергії та модернізацію мереж електропостачання. Цей фонд також сприяє модернізації промислових підприємств для підвищення їхньої енергоефективності, що сприяє скороченню викидів парникових газів.

Окрім інвестицій у «зелену» енергетику, RRF підтримує дослідження та інновації у галузі відновлюваної енергетики, що дає змогу розробляти нові технології, які сприяють підвищенню ефективності використання енергії та зниженню її собівартості.

Національні плани дій з розвитку ВДЕ (National Renewable Energy Action Plans, NREAPs) є основними документами, через які країни-члени ЄС визначають свої стратегії щодо розвитку відновлюваної енергетики (European Commission, 2020). Ці плани передбачають національні цілі з розвитку ВДЕ на основі директив ЄС, такі як частка ВДЕ у виробництві електроенергії,

тепла та транспорту. Кожна країна повинна підготувати план, який враховує її географічні та економічні особливості і передбачає конкретні заходи для досягнення національних цілей, наприклад через субсидії, податкові пільги або регуляторні заходи.

NREAPs також містять прогнози щодо розвитку різних технологій ВДЕ, таких як вітрова, сонячна, гідро- та біоенергетика, і визначають пріоритетні напрямки інвестицій у ці галузі. Важливо, що ці плани є динамічними документами і можуть переглядатися залежно від змін у політиці ЄС або національних пріоритетах.

У 2022 р. глобальні інвестиції у відновлювані джерела енергії досягли рекордного рівня в 495,4 млрд дол. США, що на 17,2% більше, ніж у попередньому році (REN21, 2023). Головним чинником цього зростання було значне збільшення інвестицій у сонячну енергетику, яка становила 62% від загальних інвестицій у сектор ВДЕ. Однак водночас інвестиції у вітрову енергетику скоротилися на 1,3% через складнощі, пов'язані з дозвільною документацією та високими витратами на матеріали, що зросли внаслідок інфляції.

На європейському ринку відновлюваної енергетики ситуація виявилася складнішою. Хоча уряди ЄС значно посилили свою політику підтримки ВДЕ у відповідь на війну в Україні та необхідність зменшення залежності від російського газу, інвестиції в цьому секторі скоротилися на 26%, досягнувши 55,9 млрд дол. у 2022 р. Однією з головних причин було зростання інфляції та невизначеність щодо державних втручань на енергетичних ринках, включно з обмеженнями на доходи для різних технологій.

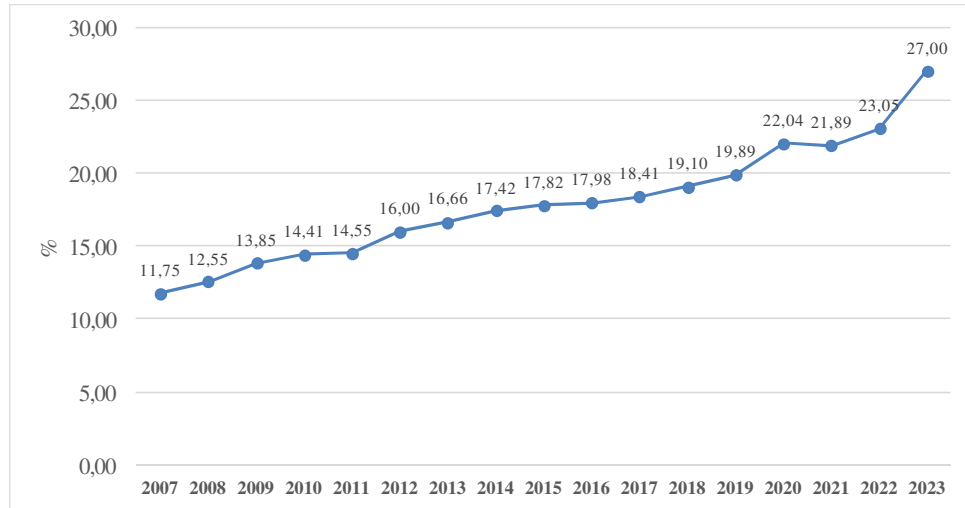
Зниження обсягів інвестицій у відновлювану енергетику в ЄС у 2022 році засвідчило нерівномірність розвитку цього сектору серед країн-членів. Так, в Італії інвестиції у ВДЕ зросли на 53%, в Іспанії – на 36%, тоді як у Франції, Німеччині та Великій Британії спостерігалось суттєве скорочення. Зокрема, у Франції обсяг інвестицій зменшився на 35,6%, у Німеччині – на 32,8%, а у Великій Британії падіння сягнуло 81,4% (REN21, 2023).

Попри ці труднощі, загальні результати політики ЄС у сфері розвитку ВДЕ є значними. Зокрема, частка відновлюваної енергії у загальному енергетичному балансі зросла з 11,75% у 2007 р. до 27% у 2023 р. (рис. 1). Такий прогрес свідчить про ефективність впровадження механізмів підтримки, таких як Директива про відновлювані джерела енергії (RED II), що зобов'язує країни-члени досягти 42,5% частки ВДЕ до 2030 р.

У результаті посилення політики ЄС у сфері розвитку ВДЕ створились більш стабільні умови для інвесторів через пільгові тарифи, субсидії та інші фінансові механізми. План REPowerEU також відіграє важливу роль у подальшому прискоренні інвестицій у зелену енергетику, зокрема через додаткові стимули та спрощення регуляторних процедур для проєктів у ВДЕ.

Рисунок 1

Динаміка частки енергії з відновлювальних джерел у структурі всієї енергії, виробленої в ЄС у 2007-2023 рр.



Джерело: Eurostat (2024).

Розглянемо можливі фактори впливу на динаміку частки виробленої енергії з відновлювальних джерел у структурі всієї виробленої енергії у ЄС (табл. 1).

Одними з факторів, які можуть визначати динаміку виробництва енергії з відновлювальних джерел та її частку в загальному енергетичному балансі ЄС, є рівень інвестицій у відновлювальну енергетику, ціни на природний газ та електроенергію для побутових споживачів, енергетична інфляція, субсидії на енергоефективність, а також обсяги імпорту енергоресурсів до ЄС.

Інвестиції у відновлювану енергетику в ЄС є одним із основних показників розвитку цього сектору. У 2007 р. їх обсяг становив 88,36 млрд євро, а вже у 2010 р. він зріс до 149,60 млрд євро, що свідчить про активізацію інвестиційної діяльності внаслідок посиленої уваги до скорочення залежності від викопних джерел енергії. Проте після 2010 р. простежується певна нестабільність інвестиційних потоків, зумовлена економічними коливаннями та регуляторними викликами. Зокрема, у 2022 р. обсяг інвестицій суттєво знизився – до 58,84 млрд євро, що пов'язано з інфляційними процесами та впливом глобальних криз (REN21, 2023).

Таблиця 1

Фактори впливу на динаміку частки виробленої енергії з відновлювальних джерел у структурі всієї виробленої енергії ЄС у 2007–2023 рр.

	Інвестиції у відновлювальну енергетику ЄС, млрд євро	Ціна на природний газ для побутових споживачів, євро за кВт/год	Ціни на електроенергію для побутових споживачів, євро за кВт/год	Енергетична інфляція, %	Субсидії в енергоефективність	Імпорт енергії та ресурсів енергетики до ЄС, млн євро
2007	88,36	0,06	0,19	3,18	4,20	1327,29
2008	116,32	0,07	0,21	11,01	3,00	1354,89
2009	106,25	0,06	0,21	-4,97	2,50	1267,51
2010	149,60	0,06	0,22	7,16	5,20	1304,73
2011	94,75	0,07	0,22	11,38	6,00	1286,96
2012	116,79	0,07	0,23	7,07	8,00	1279,51
2013	76,93	0,07	0,23	0,67	9,00	1270,23
2014	91,60	0,07	0,24	-1,62	11,00	1249,34
2015	67,89	0,07	0,24	-6,55	12,00	1310,06
2016	79,44	0,07	0,24	-4,45	14,00	1323,09
2017	55,17	0,07	0,25	4,60	15,00	1348,40
2018	71,53	0,07	0,28	6,30	16,00	1307,68
2019	65,62	0,07	0,26	1,34	16,00	1327,06
2020	91,59	0,07	0,27	-6,16	15,00	1171,79
2021	87,65	0,08	0,28	12,86	19,00	1224,29
2022	58,84	0,11	0,39	35,25	30,00	1300,49
2023	73,25	0,11	0,37	0,58	32,00	1300,49

Джерело: побудовано на основі EU Monitor (2024), Eurostat (2024), Eurostat (2023), Eurostat (2022), Eurostat (2021), Eurostat (2020), Statista (2020).

Ціна на природний газ для побутових споживачів також відіграє важливу роль. Протягом аналізованого періоду ціна на газ залишалася відносно стабільною до 2021 р. У 2022 р. вона зросла і досягла 0,11 євро за кВт/год, що є значним стрибком, якщо порівняти з попередніми роками. Це збільшення є одним із факторів, які стимулювали ЄС пришвидшити розвиток відновлюваних джерел енергії, щоб зменшити залежність від викопних енергоресурсів, особливо в контексті зниження імпорту газу з Росії.

Ціни на електроенергію для побутових споживачів зросли з 0,19 євро за кВт/год у 2007 р. до 0,39 євро у 2022 р. Підвищення цін на електроенергію може мати подвійний ефект: з одного боку, це може стимулювати споживачів

до переходу на більш енергоефективні та відновлювані джерела енергії; а з іншого – це може стати додатковим тягарем для домогосподарств та бізнесів, що вимагає державної підтримки у вигляді субсидій.

Енергетична інфляція є ще одним важливим фактором. Протягом 2007–2022 рр. її коливання суттєво вплинули на економіку сектору. У 2009 р. простежувалося різке зниження інфляції до -4,97%, що свідчить про зниження вартості енергоносіїв. Однак у 2022 р. інфляція досягла пікового значення в 35,25%, що значною мірою вплинуло на економічні умови для розвитку ВДЕ.

Субсидії на енергоефективність є важливим інструментом стимулювання розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у країнах Європейського Союзу. Якщо у 2007 р. обсяг таких субсидій становив 4,2 млрд євро, то вже у 2022 році він зріс до 30 млрд євро. Така динаміка свідчить про активне використання механізмів фінансової підтримки з боку держав для заохочення інвестицій та прискорення переходу до чистіших джерел енергії.

Упродовж аналізованого періоду змінювалися й обсяги імпорту енергоресурсів до ЄС. У 2007 р. імпорт енергоресурсів становив 1327,29 млн євро, досягнувши пікового значення у 2017 р. – 1348,40 млн євро. У 2020 р. цей показник знизився до 1171,79 млн євро, що, ймовірно, було зумовлено зменшенням енергетичного попиту внаслідок пандемії COVID-19. У 2022 р. імпорт частково відновився і сягнув 1300,49 млн євро.

Загалом така динаміка засвідчує поступову тенденцію до зниження енергетичної залежності ЄС від імпортованих енергоресурсів.

Для глибшого розуміння впливу різних факторів на частку відновлюваної енергії у структурі виробленої енергії в ЄС доцільно провести кореляційно-регресійний аналіз. Це дасть змогу виявити фактори, які найбільше впливають на динаміку частки відновлювальних джерел енергії та ступінь її змін. Регресійну модель можна використати для кількісного оцінювання взаємозв'язку змінних, що впливають на частку ВДЕ, такими як: інвестиції у відновлювану енергетику, ціни на природний газ і електроенергію, рівень енергетичної інфляції, обсяг імпорту енергоресурсів та субсидії на енергоефективність.

Кореляційний аналіз надасть можливість визначити фактори, які найбільше пов'язані з динамікою частки відновлюваної енергії, а регресійне моделювання дозволить кількісно оцінити вплив кожного з цих факторів. Наприклад, на основі результатів попереднього аналізу можна зробити припущення, що зростання інвестицій у відновлювану енергетику та збільшення субсидій на енергоефективність позитивно впливають на частку ВДЕ, тоді як зростання цін на енергоносії може мати різноспрямований вплив, залежно від структури ринку та державної політики.

На основі даних рис. 1 та табл. 1 побудуємо кореляційну матрицю для визначення факторів впливу на динаміку частки енергії з відновлювальних джерел у структурі всієї виробленої енергії в ЄС (табл. 2).

Таблиця 2

Кореляційна матриця факторів впливу на динаміку частки енергії з відновлювальних джерел у структурі всієї виробленої енергії в ЄС

	Частка енергії з відновлювальних джерел у структурі виробленої енергії в ЄС, % (Y)	Інвестиції у відновлювальну енергетику ЄС, млрд євро (x ₁)	Ціна на природний газ для побутових споживачів, євро за квт/год (x ₂)	Ціни на електроенергію для побутових споживачів, євро за квт/год (x ₃)	Енергетична інфляція, % (x ₄)	Субсидії в енерго-ефективність (x ₅)	Імпорт енергії та ресурсів енергетики до ЄС, млн євро (x ₆)
Частка енергії з відновлювальних джерел у структурі виробленої енергії в ЄС, % (Y)	1						
Інвестиції у відновлювальну енергетику ЄС, млрд євро (x ₁)	-0,5514	1					
Ціна на природний газ для побутових споживачів, євро за квт/год (x ₂)	0,8003	-0,4366	1				
Ціни на електроенергію для побутових споживачів, євро за квт/год (x ₃)	0,9080	-0,5271	0,9341	1			
Енергетична інфляція, % (x ₄)	0,1395	-0,0587	0,5111	0,4543	1		
Субсидії в енерго-ефективність (x ₅)	0,9485	-0,6252	0,8944	0,9702	0,3429	1	
Імпорт енергії та ресурсів енергетики до ЄС, млн євро (x ₆)	-0,3181	-0,1401	-0,0474	-0,1324	0,1764	-0,0926	1

Джерело: власні розрахунки за даними EU Monitor (2024), Eurostat (2024), Eurostat (2023), Eurostat (2022), Eurostat (2021), Eurostat (2020), Statista (2020).

Матриця кореляцій дає змогу визначити силу і напрямок зв'язків між змінними, які можуть впливати на частку відновлювальної енергії в загальному енергобалансі ЄС:

1. Частка енергії з відновлювальних джерел та інвестиції у ВДЕ. Між часткою відновлюваної енергії та інвестиціями у ВДЕ простежується помітний негативний кореляційний зв'язок (-0,5514), що може свідчити про те, що збільшення частки ВДЕ не завжди безпосередньо корелює із зростанням інвестицій у цей сектор. Від'ємна кореляція може бути наслідком відкладеного ефекту інвестицій або різних економічних чинників.

2. Частка ВДЕ та ціни на природний газ. Позитивна кореляція (0,8003) між часткою відновлюваних джерел і ціною на природний газ показує, що зі зростанням цін на газ зростає й частка ВДЕ, що цілком логічно, оскільки підвищення вартості викопних енергоносіїв стимулює перехід до відновлювальних джерел.

3. Частка ВДЕ та ціни на електроенергію. Простежується сильна позитивна кореляція (0,9080), яка свідчить про те, що зі зростанням цін на електроенергію для побутових споживачів зростає й частка відновлюваної енергії, що є результатом збільшення попиту на ВДЕ як альтернативу дорожчій традиційній електроенергії.

4. Частка ВДЕ та енергетична інфляція. Кореляція з енергетичною інфляцією доволі слабка (0,1395), що свідчить про те, що вплив інфляції на частку ВДЕ є незначним. Це означає, що інші фактори, зокрема субсидії або державна підтримка, мають більший вплив на розвиток ВДЕ.

5. Частка ВДЕ та субсидії на енергоефективність. Сильна позитивна кореляція (0,9485) між субсидіями та часткою ВДЕ свідчить про те, що збільшення державних субсидій є одним із основних факторів розвитку відновлювальної енергетики. Цей показник вказує на важливість фінансової підтримки для стимулювання переходу до відновлюваних джерел.

6. Частка ВДЕ та імпорт енергії. Негативна кореляція (-0,3181) між часткою ВДЕ та імпортом енергоресурсів вказує на те, що збільшення частки ВДЕ супроводжується зменшенням потреби в імпорті викопних енергоносіїв, що знижує залежність ЄС від зовнішніх постачальників.

Аналіз кореляційної матриці виявив значні зв'язки між такими змінними, як обсяги субсидій на енергоефективність, ціни на природний газ і електроенергію, а також частка відновлюваної енергії в загальному енергобалансі ЄС. Це свідчить про потенційний вплив зазначених факторів на розвиток відновлюваних джерел енергії, що потребує глибшого дослідження. Водночас кореляційний аналіз відображає лише наявність статистичних зв'язків між змінними, але не дозволяє оцінити силу та напрямок впливу. Для цього доцільно застосувати регресійне моделювання, яке дає змогу кількісно визначити вплив кожного з факторів на зміну частки ВДЕ.

Регресійна модель дозволяє оцінити, якою мірою зміна таких чинників, як обсяги субсидій, інвестицій або цін на енергоносії, впливає на частку відновлюваної енергії в структурі загального енергетичного виробництва. Це особливо важливо для аналізу ефективності державних програм і заходів, спрямованих на стимулювання розвитку ВДЕ в країнах ЄС. Отримані результати регресійного аналізу можуть слугувати основою для вдосконалення політик підтримки відновлюваної енергетики, що сприятиме досягненню кліматичних цілей ЄС та подальшому розвитку «зеленої» енергетики.

На основі даних табл. 3-4 побудуємо рівняння регресії, використовуючи лише значущі показники:

$$Y = 32.99 - 0.0637x_4 + 0.5272x_5 - 0.0000161x_6, \quad (1)$$

де x_4 – енергетична інфляція, % (коефіцієнт регресії = -0.0637, Р-значення = 0.03, що є значущим показником); x_5 – субсидії в енергоефективність, млрд євро (коефіцієнт регресії = 0.5272, Р-значення = 0.0015, що є дуже значущим показником); x_6 – імпорт енергії та ресурсів енергетики до ЄС, млрд євро (коефіцієнт регресії = -0.0000161, Р-значення = 0.006, що є значущим показником).

Таким чином, основними факторами, що впливають на частку енергії з відновлювальних джерел у загальному енергетичному балансі ЄС, є субсидії на енергоефективність та імпорт енергоресурсів. Обидва фактори мають значущі Р-значення (менші за 0,05), що свідчить про їхню статистичну важливість для моделі. Зокрема, субсидії на енергоефективність мають найвищий позитивний вплив на частку ВДЕ. Це підкреслює критичну роль державної підтримки та фінансування для стимулювання розвитку «зеленої» енергетики. Завдяки субсидіям країни ЄС мають змогу зменшити залежність від викопних енергоносіїв і стимулювати інвестиції у відновлювані джерела енергії.

Таблиця 3

Регресійна статистика – 1

SUMMARY OUTPUT	
<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,9890
R Square	0,9781
Adjusted R Square	0,9649
Standard Error	0,7544
Observations	17

Джерело: власні розрахунки.

Таблиця 4

Регресійна статистика – 2

ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Signifi- cance F</i>			
Regression	6	254,0016	42,3336	74,3746	0,0000			
Residual	10	5,6919	0,5692					
Total	16	259,6935						
	<i>Coeffi- cients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	32,9947	7,9675	4,1411	0,0020	15,2419	50,7474	15,2419	50,7474
Інвестиції у відновлю- вальну енергетику ЄС, млрд євро	0,0112	0,0115	0,9796	0,3504	-0,0143	0,0368	-0,0143	0,0368
Ціна на природний газ для побутових споживачів, євро за кВт/год	-21,1990	35,5736	-0,5959	0,5645	-100,4620	58,0640	-100,4620	58,0640
Ціни на електроенер- гію для побутових споживачів, євро за кВт/год	-0,7297	21,6320	-0,0337	0,9738	-48,9288	47,4693	-48,9288	47,4693
Енергетична інфля- ція, %	-0,0637	0,0260	-2,4488	0,0343	-0,1217	-0,0057	-0,1217	-0,0057
Субсидії в енерго- ефективність	0,5272	0,1218	4,3272	0,0015	0,2557	0,7987	0,2557	0,7987
Імпорт енергії та ре- сурсів енергетики до ЄС, млн євро	0,0000	0,0000	-3,3893	0,0069	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Джерело: власні розрахунки.

Імпорт енергоресурсів негативно впливає на частку ВДЕ. Це може бути пов'язано з тим, що зростання імпорту енергоресурсів часто означає збільшення постачання традиційних джерел енергії, таких як газ, нафта або вугілля, що знижує потребу в розвитку відновлюваної енергетики. Особливо це стало актуальним у контексті енергетичних криз, пов'язаних з постачанням енергоресурсів з-за кордону.

Енергетична інфляція виявилася значущим негативним фактором, що негативно впливає на частку відновлюваної енергії в енергетичному балансі. Зростання загального рівня цін на енергоносії створює фінансові бар'єри для реалізації нових проєктів у сфері ВДЕ, зокрема через підвищення вартості будівництва, експлуатації об'єктів, а також зростання цін на необхідні мате-

ріали та технології. Це підкреслює важливість ефективного контролю інфляційних процесів для забезпечення стабільного та сталого розвитку ВДЕ.

Результати моделювання підтверджують необхідність подальшого вдосконалення державної політики, спрямованої на стимулювання відновлюваної енергетики, особливо через субсидії та підтримку енергоефективності. Оскільки енергетична інфляція негативно впливає на частку ВДЕ, важливо розробляти політики, що зменшують її вплив, щоб забезпечити стабільний розвиток відновлюваних джерел енергії в умовах економічної нестабільності та зростання цін на енергоресурси.

Практичне застосування та обмеження

Для забезпечення ефективного розвитку виробництва енергії з відновлюваних джерел у ЄС доцільно зосередити увагу на продовженні та розширенні програм державної підтримки, зокрема субсидій на заходи з енергоефективності. Результати проведеного моделювання засвідчили, що субсидії є ключовим фактором, який позитивно впливає на зростання частки ВДЕ в загальному енергетичному балансі. Збільшення обсягів державного фінансування та грантових програм для підтримки проєктів у сфері ВДЕ сприятиме зниженню фінансових бар'єрів для інвесторів, що набуває особливої актуальності в умовах економічної нестабільності та високого рівня інфляції.

Необхідно також посилити заходи з контролю за імпортом енергоресурсів, оскільки зростання імпорту традиційних енергоносіїв негативно впливає на розвиток ВДЕ. Зменшення залежності від імпорту викопних ресурсів сприятиме стимулюванню попиту на місцеві відновлювані джерела енергії. Для цього доцільно ввести квоти на частку ВДЕ у внутрішньому енергобалансі кожної країни-члена ЄС та посилити регуляторні заходи для зменшення частки викопного палива в енергетичних системах.

З огляду на негативний вплив енергетичної інфляції на розвиток ВДЕ варто розробляти стратегії, спрямовані на зниження витрат на будівництво і обслуговування об'єктів відновлюваної енергетики, зокрема запровадити інноваційні технології і зниження вартості матеріалів для будівництва «зелених» об'єктів. Крім цього, варто підтримувати створення стабільних цінових механізмів, які мінімізують вплив інфляції на енергетичний сектор і забезпечують передбачуваність для інвесторів.

Доцільно, щоб ЄС розширив доступ до фінансування для проєктів у сфері ВДЕ, особливо в регіонах з низьким рівнем впровадження відновлюваних джерел енергії. Спрощення процедур отримання грантів та пільгових кредитів для таких проєктів сприятиме швидкому зростанню інвестицій у ВДЕ. Крім того, необхідно підтримувати розвиток публічно-приватного парт-

нерства в галузі відновлюваної енергетики для мобілізації додаткових інвестицій і прискорення розвитку нових технологій.

Загалом, для прискорення розвитку відновлюваної енергетики Європейський Союз має продовжувати вдосконалювати законодавчі ініціативи, спрямовані на підтримку ВДЕ, зокрема через встановлення більш амбітних цілей у межах Європейського зеленого курсу. Узгоджені дії як на рівні ЄС, так і на національному рівні держав-членів сприятимуть формуванню стабільної та стійкої моделі розвитку відновлюваної енергетики, здатної ефективно реагувати на сучасні енергетичні та економічні виклики.

Висновки

Політика Європейського Союзу у сфері розвитку відновлюваних джерел енергії виявилася ефективною для збільшення частки ВДЕ в енергетичному балансі. Основними інструментами підтримки є державні субсидії, фінансування досліджень та інновацій, впровадження системи аукціонів і гарантій походження енергії з ВДЕ, що дає змогу створювати стабільні умови для інвесторів та розширювати використання чистих джерел енергії в ЄС.

Одним із основних факторів успіху є субсидії на енергоефективність, які мають найсильніший позитивний вплив на частку відновлюваних джерел енергії. Збільшення державної підтримки через субсидії дає змогу країнам ЄС суттєво зменшити фінансові бар'єри для інвесторів і стимулювати розвиток нових проєктів у галузі відновлюваної енергетики, що підкреслює необхідність продовження програм субсидіювання, особливо в умовах економічної нестабільності та високої інфляції.

Залежність від імпорту енергоресурсів є негативним фактором, що гальмує розвиток ВДЕ. Результати дослідження показують, що збільшення імпорту викопних енергоносіїв зменшує частку відновлюваної енергії. Зменшення імпортової залежності сприятиме підвищенню енергетичної безпеки ЄС та стимулюватиме перехід на місцеві ВДЕ.

Енергетична інфляція також є значущим фактором, що негативно впливає на частку ВДЕ. Зростання вартості будівництва та експлуатації енергетичних об'єктів через інфляцію може уповільнити розвиток ВДЕ. Це підкреслює важливість контролю інфляційних процесів та впровадження нових інноваційних рішень, що знижують витрати на реалізацію проєктів у відновлюваній енергетиці.

З огляду на вищевикладені фактори, доцільно й надалі застосовувати та вдосконалювати фінансові механізми підтримки, зокрема субсидії та грантові програми, а також активно розвивати публічно-приватне партнерство в

галузі відновлюваної енергетики. Це дасть змогу не лише прискорити перехід до використання відновлюваних джерел енергії, а й зміцнити енергетичну незалежність і безпеку Європейського Союзу в довгостроковій перспективі.

Список використаної літератури

- Іванюта, С. П., & Якушенко, Л. М. (2022). *Європейський зелений курс і кліматична політика України: аналітична доповідь*. НІСД. <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.12>
- Іванюта, С. П., Коломієць, О. О., Малиновська, О. А., & Якушенко, Л. М. (2020). *Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналітична доповідь*. НІСД. https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf
- Кицюк, І. В. (2023). Бізнес та промисловість. У А. О. Бояр & В. Й. Лажник (Ред.), *Зелений і безпечний Європейський Союз* (с. 193–206). Вежа-друк. <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/22956>
- Belaïd, F. (2022). Implications of poorly designed climate policy on energy poverty: Global reflections on the current surge in energy prices. *Energy Research & Social Science*, 92, 102790. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102790>
- Borysiak, O., Brych, V., Dluhopolskyi, O., Popovych, P., & Bondarchuk, M. (2024). Low-carbon management in selecting resources for energy production of enterprises. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*, 27(4), 81–98. <https://doi.org/10.33223/epj/195622>
- Borysiak, O., Wołowiec, T., Gliszczynski, G., Brych, V., & Dluhopolskyi, O. (2022). Smart transition to climate management of the green energy transmission chain. *Sustainability*, 14(18), 11449. <https://doi.org/10.3390/su141811449>
- Dluhopolskyi, O., Kozlovskyi, S., Popovskiy, Y., Lutkovska, S., Butenko, V., Popovskiy, T., Mazur, H., & Kozlovsky, A. (2023). Formation of the model of sustainable economic development of renewable energy. *Economics – Innovative and Economics Research Journal*, 11(2), 51–78. <https://doi.org/10.2478/eoik-2023-0050>
- Doukas, H., & Nikas, A. (2022). Europe's energy crisis – Climate community must speak up. *Nature*, 608, 472. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-02199-5>
- EU Monitor. (2024). Legal provisions of COM (2023)651 - 2023 Report on energy subsidies in the EU. https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j4nvhdscs8bljza_j9vvik7m1c3gyxp/vm7mfi6qr2zp
- European Commission. (2005). *EU Emissions Trading System (ETS)*. https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en

- European Commission. (2019). *The European Green Deal*. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- European Commission. (2020). *National Renewable Energy Action Plans (NREAPs)*. https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/national-renewable-energy-action-plans-2020_en
- European Commission. (2021). *The Recovery and Resilience Facility*. https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/recovery-coronavirus/recovery-and-resilience-facility_en
- European Parliament & Council of the European Union. (2018, December 11). *Directive (EU) 2018/2001 on the promotion of the use of energy from renewable sources*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32018L2001>
- Eurostat. (2020). *Share of energy from renewable sources* [Dataset]. https://doi.org/10.2908/NRG_IND_REN
- Eurostat. (2021). *Electricity prices for household consumers - bi-annual data (from 2007 onwards)* [Dataset]. https://doi.org/10.2908/NRG_PC_204
- Eurostat. (2022). *Harmonised index of consumer prices (HICP) – monthly data (annual rate of change)* [Dataset]. https://doi.org/10.2908/PRC_HICP_MANR
- Eurostat. (2023). *Gas prices for household consumers – bi-annual data (from 2007 onwards)* [Dataset]. https://doi.org/10.2908/NRG_PC_202
- Eurostat. (2024). *Simplified energy balances* [Dataset]. https://doi.org/10.2908/NRG_BAL_S
- Galbiati Stella, M. (2024). Are «green» funds greenhouse gas emission-friendly? *The Journal of Impact and ESG Investing*, 4(4), 42–57. <https://doi.org/10.3905/jesg.2024.1.101>
- Kiesecker, J. M., Evans, J. S., Oakleaf, J. R., Dropuljić, K. Z., Vejnović, I., Rosslowe, C., Cremona, E., Bhattacharjee, A. L., Nagaraju, S. K., Ortiz, A., Robinson, C., Ferres, J. L., Zec, M., & Sochi, K. (2024). Land use and Europe's renewable energy transition: Identifying low-conflict areas for wind and solar development. *Frontiers in Environmental Science*, 12, 1355508. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1355508>
- REN21. (2023). *Renewables 2023 Global Status Report: Renewables in energy supply*. https://www.ren21.net/gsr-2023/modules/energy_supply/01_energy_supply/03_investment/
- Rokhmawati, A. (2021). The nexus among green investment, foreign ownership, export, greenhouse gas emissions, and competitiveness. *Energy Strategy Reviews*, 37, 100679. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100679>
- Shen, T., Mai, X. X., Chang, Y., & Deng, C. T. (2024). The dynamic connectedness between renewable energy market and environmental

protection industry based on time and frequency perspective. *Energy Strategy Reviews*, 53, 101371. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101371>

Stainforth, T., Gore, T., & Urios Culiáñez, J. (2021). *The socio-economic impacts of renewable energy in EU regions*. Institute for European Environmental Policy. https://www.greens-efa.eu/files/assets/docs/case_studies.pdf

Statista. (2020, June). *Value of renewable energy investment in Europe from 2004 to 2019* [Infographic]. <https://www.statista.com/statistics/1066269/renewable-energy-investment-europe/>

Отримано: 19 лютого 2025 р.

Рецензовано: 4 квітня 2025 р.

Рекомендовано до друку: 29 квітня 2025 р.