

ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ГОРБАЧ ВІКТОРІЯ ВІТАЛІЇВНА

УДК 33:502.174(477)(043.5)

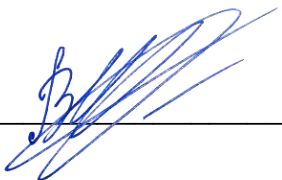
ДИСЕРТАЦІЯ
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ
НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

051 Економіка

05 Соціальні та поведінкові науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



Вікторія ГОРБАЧ

Науковий керівник: Павліха Наталія Володимирівна, доктор економічних наук,
професор

Луцьк – 2025

АНОТАЦІЯ

Горбач В. В. Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 «Економіка» (05 – Соціальні та поведінкові науки). – Волинський національний університет імені Лесі Українки МОН України, Луцьк, 2025.

У дисертаційній роботі обґрунтовано теоретико-методичні основи та розроблено науково-практичні рекомендації щодо організаційно-економічного забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки України.

Удосконалено теоретико-методологічні засади розвитку низьковуглецевої економіки як самостійної теорії економічного розвитку із одночасним досягненням кліматичної нейтральності. Обґрунтовано місце низьковуглецевої економіки в системі сучасних еколого-орієнтованих теорій суспільного розвитку та її міждисциплінарний характер. Встановлено, що комплексне, системне й практико-орієнтоване бачення механізму декарбонізації економіки, поєднане з інституційними, технологічними, та поведінковими змінами, закладено саме в теорії низьковуглецевого розвитку економіки.

Систематизовано підходи до трактування суті поняття низьковуглецевого розвитку вчених різних наукових шкіл та виокремлено ключову спільну рису всіх трактувань – спрямованість на досягнення кліматичної нейтральності. Запропоновано власне визначення низьковуглецевої економіки як екологоорієнтованої суспільної концепції, що спрямована на досягнення кліматичної нейтральності всіх сфер життя та адаптації до змін клімату при збереженні темпів соціально-економічного розвитку та добробуту суспільства. Розроблено періодизацію становлення концепції низьковуглецевого розвитку.

Виокремлено три послідовних етапи її розвитку: зародження (фізико-хімічний), концептуальний (екологічний), прикладний (економічний).

Удосконалено концепцію низьковуглецевої економіки як цілісної інтегрованої системи теоретичних положень, стратегічних орієнтирів та інституційно-управлінських рішень, задля формування сталої, конкурентоспроможної, енергоефективної економіки з низьким рівнем викидів парникових газів. Запропоновано використання сучасних організаційно-економічних підходів реалізації концепції, серед яких: поєднання економічного зростання з екологічною безпекою, міжрівнева взаємодія (держави, громад, бізнесу, міжнародних партнерів), адаптація зарубіжного досвіду до національних умов.

Систематизовано принципи низьковуглецевого розвитку, до яких належать: сталість, інноваційність, інтегрованість, багаторівневе управління, адаптивність та кліматична справедливість. Виокремлено прикладні та організаційні цілі, що спрямовані на досягнення енергоощадності, чистого нуля викидів, секвестрації вуглецю, адаптації до змін клімату, а також на міжнародну співпрацю, фінансову підтримку та соціальну залученість. Визначено ключові завдання низьковуглецевого розвитку, зокрема трансформацію енергетичного сектору, декарбонізацію неенергетичних галузей, розвиток кліматично нейтрального транспорту, покращення вуглецевого балансу через біо- та техносеквестрацію та розвиток зеленої інфраструктури, створення економічних регуляторів викидів, а також формування низьковуглецевої культури серед населення. Наголошено на взаємозв'язку цих завдань, який забезпечує синергетичний ефект реалізації концепції. Обґрунтовано основні інструменти впровадження концепції: нормативно-правові (міжнародні угоди, національні стратегії та законодавство) та фінансово-економічні (вуглецевий податок, зелені облігації, ESG-інвестиції, субсидіювання, пільгове кредитування). Розкрито особливості дії кожного з інструментів та їх роль у формуванні стимулів для переходу до кліматично нейтрального господарювання.

З метою здійснення комплексної діагностики стану та тенденцій розвитку низьковуглецевої економіки запропоновано методику оцінки, що включає послідовну реалізацію чотирьох етапів: діагностики передумов, аналізу тенденцій, побудови інтегральної оцінки та вдосконалення організаційно-економічного механізму на основі регресійного моделювання. Діагностика передумов передбачає аналіз нормативно-правових, інституційних, економічних, соціальних та екологічних чинників низьковуглецевого розвитку. Комплексна оцінка стану та тенденцій низьковуглецевої економіки включає три блоки: до економічного належать показники вуглецевої інтенсивності економіки, продуктивність двоокису вуглецю, інвестиційного забезпечення низьковуглецевого розвитку, до соціального – вуглецевий слід населення, низьковуглецевість транспорту, низьковуглецевість громадського транспорту; до екологічного – вуглецевий баланс землекористування та декарбонізація енергоспоживання. Запропоновано розраховувати інтегральний індекс за економічним, соціальним та екологічним субіндексами, з урахуванням показників стимуляторів та дестимуляторів. Запропонований підхід дає змогу комплексно оцінювати динаміку низьковуглецевого розвитку, визначати ключові чинники його формування та розробити пропозиції щодо вдосконалення організаційно-економічного механізму його реалізації.

Проаналізовано передумови низьковуглецевого розвитку в Україні. Здійснено комплексний аналіз фактичного стану низьковуглецевої економіки України в контексті трансформації економічної системи до кліматичної нейтральності. Основну увагу зосереджено на факторно-показниковій діагностиці економічної, соціальної та екологічної складових низьковуглецевого розвитку, зокрема викидів парникових газів, вуглецевої інтенсивності, продуктивності CO₂, обсягів інвестицій у низьковуглецевий розвиток економіки, вуглецевого сліду населення, транспортної поведінки, структури енергоспоживання та вуглецевого балансу землекористування. Також приділено увагу розмежуванню між скороченням викидів, викликаним зовнішніми або кризовими факторами, та результатами цілеспрямованої кліматичної політики.

Проведено оцінку регіональних диспропорцій за окремими показниками, виявлено концентрацію викидів у промислово розвинених регіонах та низький рівень кліматичних інвестицій у більшості областей. Доведено наявність територіальної асиметрії в інтенсивності викидів та інвестиційних зусиллях, що зумовлює потребу в диференційованій регіональній кліматичній політиці. Визначено, що реальне просування до кліматичної нейтральності вимагає не лише технологічної модернізації виробництва, а й посилення соціальних стимулів і фінансової підтримки енергоефективних рішень, особливо у вразливих регіонах.

Проведено розрахунок блокових індексів розвитку низьковуглецевої економіки України та інтегрального індексу, що дозволяє виявити структурні диспропорції, оцінити ефективність політик та обґрунтувати стратегічні рішення. Доведено, що основними чинниками зростання виступають економічна та екологічна складові, тоді як соціальна компонента виявляє спад у прогностичному періоді. Це підкреслює необхідність збалансування соціального вектору у політиці декарбонізації для забезпечення сталого та інклюзивного переходу до низьковуглецевої економіки.

Обґрунтовано необхідність використання економіко-математичних інструментів для визначення стратегічних рішень управління низьковуглецевим розвитком, зокрема моделі множинної лінійної регресії, яка дозволяє кількісно оцінити вплив економічної, соціальної та екологічної складових на інтегральний індекс низьковуглецевого розвитку економіки України. Проведений аналіз підтвердив високу якість побудованої моделі ($R^2 = 0,983$), що свідчить про її надійність та аналітичну цінність. Результати регресійного моделювання засвідчили, що найбільший вплив на інтегральний показник має соціальний індекс (коефіцієнт 0,308), що підкреслює вирішальну роль соціальних практик, змін у поведінці населення, енергоефективності домогосподарств та поширення електротранспорту у процесах трансформації на засади низьковуглецевого розвитку. Значний вплив має також екологічна складова (0,281), зокрема ефективність управління природними поглиначами, розвиток відновлюваної

енергетики та екологічна політика. Економічна складова (0,257), хоч і має менший коефіцієнт, зберігає важливе значення, оскільки охоплює вуглецеву інтенсивність ВВП, інвестиції у низьковуглецеві технології та продуктивність викидів.

Виявлені структурні диспропорції між складовими системи дозволяють спрямовувати різнорівневу кліматичну політику на досягнення балансу між економічними вигодами, екологічними пріоритетами та соціальною справедливістю. На основі регресійного моделювання визначено та проаналізовано ключові напрями практичного втручання: соціальний, екологічний та економічний.

Запропоновано системну архітектуру організаційно-економічного механізму розвитку низьковуглецевої економіки України, яка включає взаємодію інституцій, цілей, суб'єктів, інструментів та об'єктів впливу. Цей механізм розглянуто як платформу координації, інституціоналізації стратегічних змін і мобілізації ресурсів на всіх рівнях управління. Виділено функціональні блоки механізму: соціальний (просвіта, участь громад), екологічний (просторове планування, екосистемні рішення) та економічний (інвестиції, «зелене» фінансування, податкові стимули).

Сформовано стратегічні пріоритети імплементації низьковуглецевої моделі соціально-економічного розвитку в Україні, що враховують сучасні глобальні виклики, потреби повоєнної відбудови, просторову диференціацію регіонів та необхідність міжнародної інтеграції. Визначено ключові вектори переходу до кліматично нейтральної економіки, серед яких: декарбонізація енергетики, скорочення викидів у промисловості, розвиток відновлюваної енергетики, трансформація аграрного сектору, управління відходами на засадах циркулярної економіки, розвиток «зеленого» транспорту, екологізація будівництва, підвищення кліматичної обізнаності населення та поліпшення зеленої інфраструктури.

Повоєнна відбудова України розглядається як унікальне вікно можливостей для переходу до кліматично нейтральної моделі розвитку.

Аргументовано, що відбудова має відбуватися за принципами «зеленої реконструкції», із пріоритетом на енергоефективні технології, екологічно сертифіковані матеріали, розвиток зеленої інфраструктури та оновлення транспортної і житлової системи з урахуванням вуглецевих критеріїв. Обґрунтовано просторову диференціацію кліматичних викликів і потенціалу регіонів України, що стало підґрунтям для кластеризації територій з метою формування регіонально-специфічних стратегій декарбонізації. Ідентифіковано чотири типи регіонів із різним потенціалом до низьковуглецевого розвитку, для кожного кластера визначено пріоритетні напрями втручання, адаптовані інструменти політики та потенційні джерела фінансування. Запропоновано запровадження регіональних дорожніх карт декарбонізації з урахуванням місцевих економічних, соціальних та екологічних умов.

Ключові слова: сталий розвиток, зелена економіка, низьковуглецева економіка, циркулярна економіка, регіон, декарбонізація, стратегія, зелена інфраструктура, вуглецевий податок, кліматично нейтральне зростання, інституційна спроможність, відновлювані джерела енергії, інновації, організаційно-економічний механізм, соціальна відповідальність.

ABSTRACT

Horbach V. V. The Organizational and Economical Principles of the Low-carbon Economy Development of Ukraine. – Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 051 «Economics» (05 – Social and Behavioral Sciences). – Lesya Ukrainka Volyn National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lutsk, 2025.

The dissertation substantiates the theoretical and methodological foundations and develops scientific and practical recommendations for the organizational and economic support of the development of a low-carbon economy in Ukraine.

The theoretical and methodological foundations for the development of a low-carbon economy have been enhanced as an independent theory of economic development pursued in parallel with the attainment of climate neutrality. The place of the low-carbon economy within the system of modern environmentally oriented theories of societal development and its interdisciplinary nature has been substantiated. It has been established that a comprehensive, systemic, and practice-oriented vision of economic decarbonization mechanisms – integrated with institutional, technological, and behavioral changes – is embedded precisely within the theory of low-carbon economic development.

Approaches to interpreting the essence of the concept of low-carbon development, as proposed by scholars from various academic schools, have been systematized, with the key common feature across all definitions identified as the focus on achieving climate neutrality. The author's own definition of a low-carbon economy is proposed: an environmentally oriented societal concept aimed at achieving climate neutrality across all spheres of life and adapting to climate change while maintaining the pace of socio-economic development and societal well-being. A periodization of the formation of the low-carbon development concept has been developed, comprising three sequential stages: the nascent (physicochemical) stage, the conceptual (environmental) stage, and the applied (economic) stage.

The concept of a low-carbon economy has been further developed as an integrated system of theoretical propositions, strategic guidelines, and institutional-managerial decisions aimed at building a sustainable, competitive, energy-efficient economy with low greenhouse gas emissions. The use of modern organizational and economic approaches to implementing the concept is proposed, including: combining economic growth with environmental safety; multi-level interaction among the state, communities, businesses, and international partners; and adapting foreign experience to national conditions.

The principles of low-carbon development have been systematized, including sustainability, innovativeness, integration, multi-level governance, adaptability, and climate justice. Applied and organizational objectives have been identified, targeting energy efficiency, net-zero emissions, carbon sequestration, climate change adaptation, as well as international cooperation, financial support, and social engagement. The key tasks of low-carbon development have been determined, including transformation of the energy sector, decarbonization of non-energy industries, development of climate-neutral transport, improvement of the carbon balance through bio- and techno-sequestration and the development of green infrastructure, creation of economic regulators of emissions, and fostering a low-carbon culture among the population. The interconnection of these tasks, which ensures a synergistic effect in implementing the concept, has been emphasized. The main instruments for implementing the concept have been substantiated, namely legal and regulatory instruments (international agreements, national strategies, and legislation) and financial-economic instruments (carbon tax, green bonds, ESG investments, subsidies, and concessional lending). The mechanisms of action of each instrument and their role in creating incentives for the transition to climate-neutral economic activity have been described.

For the purpose of conducting a comprehensive diagnosis of the state and trends in low-carbon economic development, an assessment methodology is proposed, comprising four sequential stages: diagnosing preconditions, analyzing trends, constructing an integrated assessment, and improving the organizational and economic mechanism based on regression modelling. The diagnosis of preconditions includes the analysis of legal, institutional, economic, social, and environmental factors of low-carbon development. The comprehensive assessment of the state and trends in the low-carbon economy comprises three components: the economic component – carbon intensity of the economy, CO₂ productivity, investment support for low-carbon development; the social component – population carbon footprint, low-carbon transport, low-carbon public transport; and the environmental component – land-use carbon balance and decarbonization of energy consumption. It is proposed to calculate an integrated index based on economic, social, and environmental sub-indices, taking

into account both stimulating and inhibiting indicators. This approach enables a comprehensive evaluation of the dynamics of low-carbon development, the identification of its key shaping factors, and the development of proposals for improving the organizational and economic mechanism for its implementation.

The preconditions for low-carbon development in Ukraine have been analyzed. A comprehensive assessment of the actual state of Ukraine's low-carbon economy has been carried out in the context of transforming the economic system towards climate neutrality. Particular attention has been paid to factor-indicator diagnostics of the economic, social, and environmental components of low-carbon development, including greenhouse gas emissions, carbon intensity, CO₂ productivity, investment in low-carbon economic development, the population's carbon footprint, transport behavior, the structure of energy consumption, and the land-use carbon balance. Attention has also been paid to distinguishing between emission reductions driven by external or crisis-related factors and those resulting from targeted climate policy. An assessment of regional disparities in selected indicators has been conducted, revealing a concentration of emissions in industrially developed regions and a low level of climate investment in most oblasts. The existence of territorial asymmetry in emission intensity and investment effort has been demonstrated, necessitating a differentiated regional climate policy. It has been determined that real progress towards climate neutrality requires not only technological modernization of production but also strengthened social incentives and financial support for energy-efficient solutions, particularly in vulnerable regions.

Block indices of the development of Ukraine's low-carbon economy and an integrated index have been calculated, allowing the identification of structural disparities, assessment of policy effectiveness, and substantiation of strategic decisions. It has been demonstrated that the main drivers of growth are the economic and environmental components, while the social component shows a decline in the forecast period. This underlines the need to balance the social dimension within decarbonization policy to ensure a sustainable and inclusive transition to a low-carbon economy.

The necessity of applying economic-mathematical tools to determine strategic decisions for managing low-carbon development has been substantiated, in particular a multiple linear regression model, which enables the quantitative assessment of the impact of the economic, social, and environmental components on the integrated index of Ukraine's low-carbon economic development. The analysis confirmed the high quality of the constructed model ($R^2 = 0,983$), indicating its reliability and analytical value. The results of regression modelling revealed that the social index exerts the greatest influence on the integrated indicator (coefficient 0,308), emphasizing the decisive role of social practices, behavioral change, household energy efficiency, and the uptake of electric transport in the transformation towards low-carbon development. The environmental component also has a significant impact (0,281), particularly through the effectiveness of managing natural sinks, the development of renewable energy, and environmental policy. The economic component (0,257), while having a lower coefficient, remains important as it encompasses the carbon intensity of GDP, investment in low-carbon technologies, and emissions productivity.

The identified structural imbalances between the system's components make it possible to direct multi-level climate policy towards achieving a balance between economic benefits, environmental priorities, and social justice. Based on regression modelling, the key areas for practical intervention have been identified and analyzed: social, environmental, and economic.

A systemic architecture of the organizational and economic mechanism for the development of Ukraine's low-carbon economy is proposed, incorporating the interaction of institutions, objectives, actors, instruments, and objects of influence. The mechanism is considered as a platform for coordination, institutionalization of strategic changes, and mobilization of resources at all levels of governance. The functional blocks of the mechanism are identified as: the social block (awareness-raising, community participation), the environmental block (spatial planning, ecosystem-based solutions), and the economic block (investment, green finance, tax incentives).

Strategic priorities for implementing a low-carbon model of socio-economic development in Ukraine have been formulated, taking into account contemporary

global challenges, the needs of post-war reconstruction, the spatial differentiation of regions, and the necessity of international integration. The key vectors of transition towards a climate-neutral economy have been identified, including: decarbonization of the energy sector, reduction of industrial emissions, development of renewable energy, transformation of the agricultural sector, waste management based on the principles of the circular economy, development of green transport, greening of construction, raising public climate awareness, and improving green infrastructure.

Post-war reconstruction of Ukraine is viewed as a unique window of opportunity for the shift towards a climate-neutral development model. It is argued that reconstruction should be carried out according to the principles of «green reconstruction», prioritizing energy-efficient technologies, environmentally certified materials, the development of green infrastructure, and the modernization of transport and housing systems in line with carbon criteria. The spatial differentiation of climate challenges and regional potential in Ukraine has been substantiated, forming the basis for the clustering of territories with a view to developing region-specific decarbonization strategies. Four types of regions with varying potential for low-carbon development have been identified; for each cluster, priority intervention areas, adapted policy instruments, and potential sources of financing have been defined. The introduction of regional decarbonization roadmaps has been proposed, taking into account local economic, social, and environmental conditions.

Key words: sustainable development, green economy, low-carbon economy, circular economy, region, decarbonization, strategy, green infrastructure, carbon tax, climate-neutral growth, institutional capacity, renewables, innovation, organizational and economic mechanism, social responsibility.

Список

опублікованих Горбач В.В. праць за темою дисертації:

**«Організаційно-економічні засади розвитку
низьковуглецевої економіки України»**

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Публікації у наукових фахових виданнях України категорії «Б»:

1. Горбач В.В. Концепція низьковуглецевої економіки: місце в системі сучасних екологоорієнтованих суспільних концепцій. *Економічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2024. №. 39. С. 22–33. DOI: <https://doi.org/10.29038/2786-4618-2024-03-22-33> (1,14 д.а.).
2. Горбач В.В. Концепція низьковуглецевого розвитку: періодизація становлення в науці та суспільстві. *Приазовський економічний вісник*. 2025. № 1(41). С. 10–17. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-4263/2025-1-2> (0,98 д.а.).
3. Горбач В.В. Економічні механізми стимулювання низьковуглецевого розвитку в Україні. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2025. № 3(18). С. 19-24. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.18-3> (0,69 д.а.).
4. Горбач В.В. Фінансові інструменти декарбонізації: механізми зелених облігацій та ESG-інвестицій. *Економіка та суспільство*. 2025. № 75. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-75-33> (0,88 д.а.).

*Публікації у наукових виданнях, що індексуються у міжнародних
наукометричних базах Scopus та Web of Science Core Collection:*

5. Horbach V., Melniichuk M., Horbach L., Vovk O. Air pollution of the largest cities in the Volyn region: preconditions, consequences and ways of solution of this problem. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2022. Вип. 56. С. 214-224. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-16> (1,24 д. а., внесок дисертантки – 0,31 д.а.).

Публікації, які засвідчують апробацію результатів дисертаційного дослідження

6. Горбач В. В., Мельничук М.М. Динаміка викидів забруднюючих речовин у повітряний басейн Волинської області. *Регіон – 2021: стратегія оптимального розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (м. Харків, 21 жовтня 2021 р.) / Гол. ред. колегії Л. М. Немець. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2021. С. 122–124. (0,14 д. а., внесок дисертантки – 0,07 д.а.).

7. Горбач Л.М., Горбач В.В., Мельчук Н.М. Глобальні екологічні виклики: причини та наслідки. *Географія та туризм: Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції Харківського національного педагогічного університету ім. Г.С. Сковороди* (28 лютого – 1 березня 2023 р., м. Харків) / за заг. ред. Ю. І. Муромцевої. Харків : ХНПУ ім. Г.С. Сковороди, 2023. С. 257–263. (0,30 д. а., внесок дисертантки – 0,10 д.а.).

8. Горбач В. В. Динаміка емісії діоксиду вуглецю у Волинській області. *Rebuild Ukraine: справа всього цивілізованого світу: збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції* (Луцьк, 15 березня 2023 р.). / за заг. ред. Н. В. Павліхи. Луцьк: Вежа-Друк, 2023. С. 145–148. (0,14 д.а.).

9. Горбач В. В. Глобальні зміни клімату та шляхи їх вирішення. *Прикладна економіка: від теорії до практики. Матеріали доповідей учасників Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції* (27-28 березня 2023 р.) / відп. ред. Л. М. Горбач. Луцьк : Волинський інститут ім. В. Липинського ПрАТ «ВНЗ «МАУП», 2023. С. 100–102. (0,14 д.а.).

10. Горбач В. В. Вплив глобальних змін клімату на міграцію населення. *Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень»* (16–17 травня 2023 року). Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки, 2023. С. 212–215. (0,14 д.а.).

11. Горбач В. В. Динаміка викидів двоокису вуглецю в Україні. *Вектори модернізації економіки України в контексті сталого розвитку. Матеріали*

доповідей учасників Міжнародної науково-практичної конференції (29–30 травня 2023 р.) / відп. ред. Л. М. Горбач. Луцьк: Волинський інститут ім. В. Липинського ПрАТ «ВНЗ «МАУП», 2023. С. 271–273. (0,10 д.а.).

12. Горбач В. В. Ретроспективний аналіз зародження низьковуглецевої парадигми. *European perspective: міждисциплінарний дискурс у контексті сучасних викликів і можливостей: збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції* (Луцьк, 29 лютого 2024 р.). / Заг. ред. та упорядк.: Цимбалюк І.О. Луцьк : Вежа-Друк, 2024. С. 260–263. (0,17 д.а.).

13. Горбач В.В. Впровадження ідей низьковуглецевої економіки в освітній процес закладів вищої освіти. *Матеріали XXIX Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, № 44: у 3 томах: «Стратегії формування проєвропейських ціннісних орієнтирів у студентському середовищі», 30 квітня 2024 року / ПЗВО «Київський міжнародний університет»*. Київ : КиМУ, 2024. Т 2. С. 14–18. (0,22 д.а.).

14. Горбач В.В. Теоретичні підходи до визначення понять потепління клімату та зміни клімату. *Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень» (14–15 травня 2024 року)*. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2024. С. 109–112. (0,16 д.а.).

15. Горбач В.В. Аналіз підходів до трактування поняття низьковуглецевого розвитку. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. VIII Міжнародний конгрес : збірник матеріалів. (16–18 жовтня 2024, Україна, Львів)*. Київ : ГО «МНГ» 2024. С. 67. (0,10 д.а.).

16. Горбач В. Нормативно-правове забезпечення низьковуглецевого розвитку України. *Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук: збірник матеріалів VIII Міжнар. наук. практ. конф. (14 листопада 2024 р.) / відп. ред. Шуляк Н.О., Зінченко М.О.* Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2024. С. 65–68. (0,16 д.а.).

17. Горбач В.В. Роль Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України у реалізації низьковуглецевої політики держави. *Економіка відновлення та інклюзивний розвиток територій : VIII Міжнародна науково-практична конференція* (15 червня 2025 р). 2025. С. 12–14. (0,10 д.а.).

18. Горбач В.В. Податок на викиди діоксиду вуглецю як економічний інструмент стримування змін клімату. *Innovative educational technologies: European experience and its application in training in economics and management : Proceedings of scientific and pedagogical internship* (May 5 – June 15, 2025, Riga, Latvia). Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2025. С. 12–14. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-576-1-4> (0,18 д.а.).

ЗМІСТ

ВСТУП	19
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ЕКОНОМІКИ.....	31
1.1.Теоретичні основи формування та розвитку низьковуглецевої економіки	31
1.2.Концептуальні засади забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки	59
1.3.Методичні підходи діагностики стану та динаміки розвитку низьковуглецевої економіки	75
Висновки до розділу 1	102
РОЗДІЛ 2. ДІАГНОСТИКА СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ.....	106
2.1.Інституційно-правові, соціально-економічні та екологічні передумови розвитку низьковуглецевої економіки в Україні	106
2.2.Аналіз сучасного стану та основних тенденцій розвитку низьковуглецевої економіки в Україні	132
2.3.Інтегральна оцінка розвитку низьковуглецевої економіки в Україні	162
Висновки до розділу 2	193
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ.....	196
3.1.Обґрунтування організаційно-економічних заходів розвитку низьковуглецевої економіки за результатами регресійного моделювання.....	196
3.2.Удосконалення організаційно-економічного механізму розвитку низьковуглецевої економіки в Україні	216

3.3.Формування стратегічних пріоритетів розвитку низьковуглецевої економіки України з урахуванням міжнародних практик	236
Висновки до розділу 3	263
ВИСНОВКИ.....	266
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	273
ДОДАТКИ.....	307

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах глобальної зміни клімату, ресурсного виснаження та посилення екологічних ризиків впровадження моделі низьковуглецевого розвитку економіки стає ключовим напрямом трансформації національних економік. Перехід до низьковуглецевої економіки передбачає системне скорочення викидів парникових газів шляхом впровадження енергоефективних, екологічно безпечних технологій, зміни структури енергоспоживання, розвитку відновлюваної енергетики та раціонального природокористування. Для України, яка прагне інтегруватися у європейський простір та посилити власну енергетичну безпеку, ці завдання є особливо актуальними в умовах повномасштабної військової агресії Російської Федерації, що спричинила руйнування енергетичної інфраструктури, порушення ланцюгів постачання, екологічні збитки та зростання енергетичної вразливості.

В умовах масштабних викликів зростає потреба у переорієнтації економічної політики у напрямі сталого та низьковуглецевого розвитку, формуванні нових підходів до відбудови та трансформації економіки. Процес відновлення України має ґрунтуватися не лише на відтворенні зруйнованих об'єктів, а й на впровадженні стратегії «зеленої трансформації», що відповідає європейському вектору інтеграції та сучасним глобальним екологічним орієнтирам. У цьому контексті важливого значення набувають положення Європейського зеленого курсу (European Green Deal), а також практичний досвід країн ЄС щодо декарбонізації, розвитку циркулярної економіки та підтримки кліматичних інновацій.

Серед інших стратегічних документів Європейського Союзу, що істотно впливають на формування кліматичної та економічної політики України, слід відзначити Кліматичний закон ЄС (Regulation EU 2021/1119), Механізм прикордонного вуглецевого коригування (СВАМ), План дій щодо циркулярної економіки, а також вимоги щодо дотримання ESG-стандартів у сфері міжнародної торгівлі, фінансування та інвестування. Їх значення є особливо

важливим у контексті вивчення організаційно-економічного забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки, оскільки ці документи визначають нормативно-інституційну рамку, економічні стимули та регуляторні підходи, що можуть бути адаптовані до вітчизняних умов із метою підвищення ефективності трансформаційних процесів.

Міжнародна практика показує, що країни з розвиненою кліматичною політикою (Швеція, Німеччина, Канада, Південна Корея) досягають успіху завдяки чіткому стратегічному плануванню, широкому використанню фінансових інструментів, таких як зелені облігації, кліматичні фонди, вуглецеве ціноутворення, та залученню місцевого самоврядування до реалізації кліматичних ініціатив. Для України критично важливо не лише вивчити цей досвід, але й адаптувати його до власних умов, з урахуванням воєнного контексту, зростання потреб у енергетичній безпеці та потреби швидкої децентралізованої трансформації на рівні громад.

Фундаментальні основи розвитку низьковуглецевої економіки на засадах сталого розвитку відображено у працях вітчизняних учених, зокрема: І. Вакуленка, В. Желіби, Л. Гораль, Є. Коваленка, Б. Корнійчука, М. Корнєєва, О. Корнелюк, С. Колоска, Н. Летуновської, Ю. Максимів, О. Люльова, Ю. Матвєєвої, М. Мінченка, Н. Небаби, Ю. Опанасюк, Н. Павліхи, Т. Пімоненко, І. Рекуненко, Н. Хомюк, В. Сулим, Л. Симоненко, О. Корнелюк, Л. Хоменко, Л. Черчик; а також зарубіжних дослідників – М. Ходсона (M. Hodson), С. Марвіна (S. Marvin), Т. Відмана (T. Wiedmann), Дж. Мінкса (J. Minx), К. Лю (K. Liu), С. Дуна (S. Dong), М. Хана (M. Han), Н. Стерна (N. Stern), Дж. Ріфкіна (J. Rifkin), Дж. Стігліца (J. Stiglitz), В. Нордгауса (W. Nordhaus), Е. Остром (E. Ostrom). Авторами розкрито ключові положення переходу до вуглецево-нейтральної моделі економіки, концепції декарбонізації та циркулярної економіки, шляхи формування зелених інвестицій, методи оцінки вуглецевого сліду, а також шляхи досягнення сталого розвитку в умовах глобальних викликів. Проте, незважаючи на значну кількість досліджень, залишається недостатньо розробленою проблема адаптації світових теоретико-

методичних підходів до умов національної економіки, зокрема в частині організаційно-економічного забезпечення низьковуглецевого розвитку в Україні. З огляду на це, актуальність теми дослідження полягає в необхідності наукового обґрунтування стратегічних пріоритетів, інструментів і моделей розвитку низьковуглецевої економіки України, з урахуванням найкращих світових практик, поточних соціально-економічних і безпекових викликів та перспектив повоєнного відновлення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Основні результати дисертаційної роботи отримано в процесі безпосередньої участі здобувача у виконанні науково-дослідної діяльності Лабораторії проєктів та ініціатив Волинського національного університету імені Лесі Українки. Зокрема, під час виконання фундаментальної держбюджетної теми «Розвиток інклюзивного ринку праці в умовах релокації та міграції: зайнятість, освіта, доходи населення» (державний реєстраційний номер 0123U101558) розроблено рекомендації щодо стимулювання «зеленої» зайнятості використано при формуванні проєктних ініціатив із розвитку інклюзивного ринку праці через створення нових екологічно орієнтованих робочих місць; обґрунтовано роль інноваційних інструментів фінансування низьковуглецевих проєктів (зелені облігації, кліматичні фонди), що враховано під час розробки пропозицій з розширення економічних можливостей населення в умовах повоєнного відновлення регіонів України.

При виконанні державної бюджетної теми «Впровадження інклюзивних підходів до реінтеграції ветеранів, учасників бойових дій та їх сімей у цивільне суспільство й економіку України» (державний реєстраційний номер 0124U000566) – запропоновано організаційні та економічні інструменти розвитку низьковуглецевих секторів економіки адаптовані для створення програм професійної реінтеграції ветеранів, зокрема через участь у проєктах з енергоефективності, відновлюваної енергетики, «зеленого» будівництва; розроблено рекомендації щодо підтримки соціального підприємництва в «зелених» секторах.

Мета й завдання дослідження. Мета дисертаційної роботи полягає в обґрунтуванні теоретико-методологічних підходів і розробленні практичних рекомендацій щодо організаційно-економічного забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки України.

Відповідно до поставленої мети, вирішувалися наступні завдання:

- розвинути теоретичні основи формування та розвитку низьковуглецевої економіки;
- розробити концептуальні засади до забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки;
- удосконалити методичні підходи діагностики стану та динаміки розвитку низьковуглецевої економіки;
- проаналізувати нормативно-правові, інституційні, економічні, соціальні та екологічні передумови розвитку низьковуглецевої економіки в Україні;
- провести оцінку сучасного стану та основних тенденцій розвитку низьковуглецевої економіки в Україні;
- здійснити інтегральну оцінку розвитку низьковуглецевої економіки в Україні та виявити внутрішні і зовнішні чинники впливу на показник;
- обґрунтувати напрями вдосконалення розвитку низьковуглецевої економіки на основі кореляційно-регресійної моделі;
- удосконалити організаційно-економічний механізм забезпечення низьковуглецевої трансформації національної економіки;
- обґрунтувати стратегічні пріоритети розвитку низьковуглецевої економіки України з урахуванням міжнародного досвіду та кліматичних зобов'язань.

Об'єктом дослідження є процеси організаційно-економічного забезпечення низьковуглецевого розвитку економіки України.

Предметом дослідження виступають теоретичні, методичні та практичні засади організаційно-економічного забезпечення низьковуглецевого розвитку економіки України.

Методи дослідження. Теоретико-концептуальну основу дисертаційного дослідження становлять фундаментальні положення економічної теорії, класичні та сучасні економічні теорії, зокрема сталого розвитку, зеленої економіки, екологічної економіки, природокористування, регіонального розвитку та розвитку продуктивних сил. Розроблення теоретико-методичних і прикладних засад розвитку низьковуглецевої економіки України здійснювалося на основі системного, комплексного та просторового підходів, що дозволяє всебічно розглянути процес переходу до низьковуглецевого зростання як цілісної просторової системи взаємопов'язаних та взаємодіючих компонентів з урахуванням внутрішніх національних і зовнішніх глобальних змін, а також системних трансформацій.

У процесі дослідження використано прийнятні у економічній науці загальнонаукові та конкретно наукові методи наукового пізнання. Зокрема, монографічний, теоретичного аналізу, порівняльний, системного аналізу, історико-логічний, ретроспективного аналізу – для розкриття концептуальних засад та аналізу еволюції розвитку низьковуглецевої економіки, розробки концептуальних засад до забезпечення її розвитку (п. 1.1; 1.2); економіко-статистичний, системно-структурний, синтезу, групування, генералізації – для удосконалення методичних підходів діагностики стану та динаміки розвитку низьковуглецевої економіки (п. 1.3); абстрактно-логічний, кореляційно та системного аналізу – для аналізу інституційних, економічних та екологічних передумов розвитку низьковуглецевої економіки в Україні (п. 2.1); математико-статистичний, графічний, ГІС-аналізу, картографічний, систематизації, територіальної типізації, рейтингових оцінок – для оцінки сучасного стану та основних тенденцій розвитку низьковуглецевої економіки в Україні (п. 2.2; 2.3; 3.1); генералізації, синтезу, моделювання, структурно-логічного аналізу, стратегічного аналізу – для обґрунтування напрямів удосконалення організаційно-економічного забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки (п. 3.2; 3.3). Комп'ютерні методи обробки й візуалізації результатів дослідження

застосовано за допомогою використання програмних пакетів Microsoft Office та QGIS.

Інформаційну базу дослідження становлять нормативно-правові акти України у сфері екологічної та кліматичної політики, енергетики та сталого розвитку; Верховної Ради України, Кабінету Міністрів України, Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України; стратегічні документи Європейського Союзу, зокрема Європейський зелений курс (European Green Deal), Кліматичний закон ЄС (Regulation EU 2021/1119), Механізм прикордонного вуглецевого коригування (CBAM), План дій щодо циркулярної економіки, а також документи ООН, Міжнародного енергетичного агентства (IEA), Світового банку, OECD, Програми ООН з навколишнього середовища (UNEP) та Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC). У дослідженні використано статистичні дані Державної служби статистики України, а також офіційні бази даних Євростату (Eurostat).

Наукову основу становлять праці вітчизняних та зарубіжних учених з питань декарбонізації, кліматичної політики, розвитку зеленої економіки тощо. Крім того, використано матеріали звітів міжнародних кліматичних ініціатив, тематичних конференцій, аналітичних центрів і профільних неурядових організацій.

Наукова новизна одержаних результатів і особистий внесок дисертанта полягає у поглибленні теоретичних засад, обґрунтуванні необхідності та розробці напрямів активізації та удосконалення організаційно-економічного забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки України. У результаті отримані наступні наукові напрацювання:

вперше:

- розроблено комплексний методичний підхід до оцінювання рівня низьковуглецевого розвитку економіки шляхом поєднання чотирьох етапів аналізу (діагностики передумов, дослідження тенденцій, інтегральної оцінки та регресійного моделювання) із побудовою агрегованого індексу, що включає економічну, соціальну та екологічну складові, формалізовані через систему

нормованих індикаторів-стимуляторів і дестимуляторів, із розширенням показників за рахунок індексу низьковуглецевості транспорту, вуглецевого балансу землекористування та індексу декарбонізації енергоспоживання, адаптацією методик їх обчислення до багаторічної статистики України й обґрунтуванням включення до соціальної складової таких параметрів, як вуглецевий слід населення, структура автопарку за видами палива та електрифікація громадського транспорту. Запропонований підхід дозволяє здійснювати системну кількісну діагностику динаміки розвитку низьковуглецевої економіки та визначати основні чинники, що його зумовлюють, із врахуванням особливостей інституційного та ресурсного середовища;

– проведено інтегральну оцінку розвитку низьковуглецевої економіки України, яка відрізняється поєднанням економічних індикаторів декарбонізації виробництва, соціальних показників участі домогосподарств та транспортного сектору у зменшенні викидів, а також екологічних параметрів функціонування природних поглиначів і структури енергоспоживання, що забезпечило кількісне відображення системності низьковуглецевого розвитку економіки з одночасною діагностикою структурних диспропорцій між економічною, соціальною та екологічною складовими;

– здійснено кількісну оцінку взаємозв'язку між складовими низьковуглецевого розвитку економіки України шляхом побудови авторської моделі множинної лінійної регресії, що відображає вплив соціального, екологічного та економічного індексів на інтегральний показник розвитку; запропонована модель дає змогу визначити відносну силу впливу кожної складової (соціальної – 0,308; екологічної – 0,281; економічної – 0,257) та сформулювати диференційовану систему стратегічних пріоритетів у сфері кліматичної політики, формуючи аналітичне підґрунтя для практичної розробки сценаріїв декарбонізації, зорієнтованих на найбільш ефективні напрями державного втручання, що підвищує адресність і результативність організаційно-економічних механізмів низьковуглецевого розвитку економіки.

удосконалено:

– концепцію розвитку низьковуглецевої економіки як складової зеленої економіки та сталого розвитку, яка, на відміну від існуючих, розглядається як інтегрована багаторівнева стратегічна система, що спрямована на забезпечення довгострокового економічного зростання при переході до кліматичної нейтральності та адаптації до змін клімату. Запропонована концепція ґрунтується на принципах сталості, інноваційності, інтегрованості, багаторівневого управління, кліматичної справедливості та передбачає структурну трансформацію економічної системи шляхом переходу енергетичного сектору на засади чистого нуля, скорочення викидів парникових газів неенергетичними галузями економіки, декарбонізації транспорту, створення умов для компенсації викидів парникових газів їх секвестрацією, забезпечення адаптації до змін клімату, удосконалення інструментів стимулювання такого переходу та підвищення низьковуглецевої свідомості суспільства;

– наукове визначення організаційно-економічного механізму розвитку низьковуглецевої економіки як цілісної, функціонально інтегрованої системи, що включає визначені цілі, суб'єкти і об'єкти впливу, інституційну структуру, три функціональні блоки (соціальний, екологічний, економічний), принципи дії та комплекс інструментів, структурований відповідно до пріоритетів, виявлених на основі моделювання; реалізація якого забезпечить досягнення кліматичної нейтральності, забезпечення справедливого соціального переходу, стимулювання «зелених» інвестицій, зниження вуглецевої інтенсивності ВВП, підвищення інституційної спроможності громад і формування кліматично стійкої економіки;

– визначення стратегічних пріоритетів низьковуглецевого розвитку соціально-економічної системи України на основі інтеграції просторового аналізу, кластеризації регіонів за рівнем вуглецевого навантаження, інституційного потенціалу та екосистемних характеристик, що дало можливість

сформувати адаптивну модель кліматичної трансформації, диференційовану за типами територій і узгоджену з європейськими кліматичними вимогами.

отримало подальший розвиток:

- теоретичне обґрунтування низьковуглецевої економіки як самостійної теорії у системі сучасних екологоорієнтованих концепцій суспільного розвитку, що відміну від наявних, трактує її як інтегральну ланку сталого розвитку, зеленої економіки та суміжних теорій (циркулярної та блакитної економіки), що має власні керівні ідеї, основні принципи, цілі, завдання та поєднується з іншими міжконцептуальними зв'язками. Визначення низьковуглецевої економіки, як концепції трансформації соціально-економічної системи на засади кліматичної нейтральності та адаптації до змін клімату при збереженні розвитку та добробуту суспільства. Розкриття становлення теорії низьковуглецевого розвитку економіки на основі періодизації етапів із визначенням характерних ознак для кожного періоду: етап зародження або фізико-хімічний (XIX ст. – 1978 р), концептуальний або екологічний етап (1979– 1996 рр.), прикладний або економічний етап (1997 – донині); що репрезентують еволюцію ідей та поглядів на низьковуглецеву економіку в науці та суспільстві, здійснене на основі аналізу наукових публікацій, а також документів міжнародних організацій;

- комплексне дослідження передумов розвитку низьковуглецевої економіки в Україні, що сприяло систематизації нормативно-правових, інституційних, соціальних та екологічних чинників, зокрема впорядкуванню законодавчого забезпечення, інституційної структури та економічних інструментів реалізації кліматично нейтральної політики держави, з метою визначення потенціалу та обмежень реалізації низьковуглецевої концепції;

- проведення аналізу соціальних, економічних та екологічних параметрів низьковуглецевої економіки із поєднанням абсолютних і відносних показників (викиди парникових газів, вуглецева інтенсивність, продуктивність CO₂, інвестиції в охорону повітря, вуглецевий слід населення, транспортна поведінка, структура енергоспоживання, вуглецевий баланс землекористування), із деталізацією у регіональному та галузевому розрізі, а також розмежуванням між

вимушеним скороченням викидів і наслідками цілеспрямованої декарбонізації; що забезпечило побудову аналітичної основи для інтегральної оцінки рівня розвитку низьковуглецевої економіки, виявлення просторових і структурних диспропорцій, а також можливість застосування результатів у розробці кліматичної політики на різних рівнях управління.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці науково-прикладних рекомендацій щодо переходу на засади низьковуглецевого розвитку галузей економіки та населення, а також щодо підвищення суспільної обізнаності у питаннях кліматичних змін та способів їх пом'якшення. Матеріали дисертаційного дослідження впроваджені у практичну діяльність підприємств, установ та організацій, зокрема Головного управління Держгеокадастру у Волинській області (довідка про впровадження № 20-3-0.31-2768/2-25 від 09.07.2025 р), Волинського обласного центру з гідрометеорології (довідка про впровадження № 993-1-897/993-07 від 21.07.2025 р), Відділу транспорту Луцької міської ради (довідка про впровадження № 14-24/58/2025 від 29.07.2025 р), Приватного акціонерного товариства «СКФ Україна» (довідка про впровадження № 07/2-26вих-25 від 15.07.2025 р), Громадської організації «Інститут транскордонних ініціатив» (довідка про впровадження № 10/02 від 11.07.2025 р).

Результати дослідження можуть бути використані викладачами закладів вищої освіти для розробки нових і вдосконалення чинних навчальних курсів за відповідною тематикою. Зокрема, теоретичні положення, методичні підходи та аналітичні матеріали, сформовані у межах виконання дисертаційного дослідження, використовуються під час викладання таких освітніх компонентів: «Управління проектами сталого розвитку», «Циркулярна економіка», «Філософія сталого розвитку та сучасні економічні теорії», а також у процесі керівництва студентськими науково-дослідними роботами, тематика яких пов'язана із питаннями сталого розвитку, зеленої трансформації економіки та декарбонізації, у Волинському національному університеті імені Лесі Українки (довідка № 03-24/04/2005 від 07.07.2025 р). Окрім того, теоретичні висновки та науково-практичні рекомендації впровадженні у навчальний процес кафедри

менеджменту Волинського інституту імені В'ячеслава Липинського ПрАТ «ВНЗ «МУАП», зокрема при викладанні курсу лекцій і практичних занять із освітніх компонентів «Макроекономіка», «Мікроекономіка», «Міжнародна економіка», «Економіка підприємства», «Сучасні економічні теорії», «Розміщення продуктивних сил» (довідка № 02-11/371 від 26.06.2025 р). Також одержані результати дослідження отримали практичне застосування в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти: Луцького ліцею № 18 (довідка № 02-20/223 від 02.07.2025 р), Луцького ліцею № 2 (довідка № 01-17/124 від 03.07.2025 р), Луцької гімназії № 3 (довідка № 01-18/139 від 30.06.2025 р).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним доробком здобувача, в якій викладений авторській підхід до організаційно-економічних засад низьковуглецевого зростання в Україні. Усі наукові розробки, положення, висновки та рекомендації, викладені у науковому дослідженні отримані автором особисто. Із наукових праць, опублікованих у співавторстві, до дисертаційної роботи включено лише отримані автором наукові ідеї та положення. Використані результати досліджень інших вчених мають текстові посилання в тексті, що відповідають порядковому номеру у списку використаних джерел. Внесок автора до колективних наукових праць конкретизовано у списку опублікованих наукових праць за темою дисертації.

Апробація результатів дослідження. Основні результати, положення та висновки дослідження обговорено й схвалено на 12 міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях, серед яких: XVII та XVIII Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень» (м. Луцьк, 16–17 травня 2023 р, 14–15 травня 2024 р); Міжнародна науково-практична конференція «Регіон – 2021: стратегія оптимального розвитку» (м. Харків, 21 жовтня 2021 р.); VI Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція Харківського національного педагогічного університету ім. Г.С. Сковороди «Географія та туризм» (м. Харків, 28 лютого – 1 березня 2023 р); II Міжнародна науково-практична конференція «REBUILD UKRAINE:

справа всього цивілізованого світу» (м. Луцьк, 15 березня 2023 р); Всеукраїнська студентська науково-практична конференція «Прикладна економіка: від теорії до практики» (м. Луцьк, 27–28 березня 2023 р); Міжнародна науково-практична конференція «Вектори модернізації економіки України в контексті сталого розвитку» (м. Луцьк, 29–30 травня 2023 р); VI Міжнародна науково-практична конференція «European perspective: міждисциплінарний дискурс у контексті сучасних викликів і можливостей» (Луцьк, 29 лютого 2024 р); XXIX Міжнародна науково-практична конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Стратегії формування проєвропейських ціннісних орієнтирів у студентському середовищі» (м. Київ, 30 квітня 2024 р); VIII Міжнародний конгрес «Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування» (м. Львів, 16–18 жовтня 2024 р); VIII Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук» (м. Луцьк, 14 листопада 2024 р), VIII Міжнародна науково-практична конференція «Економіка відновлення та інклюзивний розвиток території» (м. Луцьк, 15 червня 2025 р).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 18 наукових праць загальним обсягом 6,98 д.а. (з них 5,78 д.а. належать особисто автору). З них 1 – стаття опублікована в журналі, що індексується у наукометричній базі Web of Science Core Collection (загальний обсяг – 1,24 д. а., з них 0,31 д.а. належить особисто автору), 4 – статті опубліковані у фахових економічних журналах України (загальний обсяг – 3,69 д. а., з них 3,69 д.а. належить особисто автору), 13 – тез та матеріалів конференцій (загальний обсяг – 2,05 д. а., з них 1,78 д.а. належить особисто автору).

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг роботи становить 344 сторінок друкованого тексту, з них обсяг основної частини наукового дослідження – 253 сторінок друкованого тексту. Робота містить 42 рисунки, 55 таблиць та 7 додатків. Список використаних джерел включає 262 найменувань, з яких 116 – іноземними мовами.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ЕКОНОМІКИ

1.1. Теоретичні основи формування та розвитку низьковуглецевої економіки

Формування низьковуглецевої економіки є відповіддю на сучасні глобальні виклики, пов'язані зі зміною клімату, виснаженням природних ресурсів, деградацією довкілля та зростаючими вимогами до екологічної відповідальності. У контексті реалізації концепції відбувається трансформація традиційної економічної моделі в напрямі зниження залежності від викопних видів палива, мінімізації викидів парникових газів, розвитку відновлюваної енергетики, циркулярного виробництва та інноваційних «зелених» технологій.

Поняття «низьковуглецева економіка» (англ. *low-carbon economy*) активно використовується у наукових, політичних і стратегічних документах, однак у науковій літературі немає єдиного підходу до його тлумачення. У працях таких дослідників, як Н. Стерн (*N. Stern*), Т. Відман (*T. Wiedmann*), В. Нордгаус (*W. Nordhaus*), Е. Остром (*E. Ostrom*), розкриваються економічні засади кліматичної політики, моделі взаємодії між економічним зростанням і скороченням викидів, а також ролі державного регулювання у забезпеченні декарбонізаційних процесів [236, 255, 213, 214].

Вітчизняні вчені, зокрема Ю. Матвєєва, І. Вакуленко, Т. Пімоненко, О. Люльов, В. Желіба, здійснили вагомий внесок у дослідження інструментів переходу до низьковуглецевого розвитку економіки за умов українських реалій [59; 7; 5; 221; 222; 207; 261; 262; 256; 247; 248; 246]. Зокрема, у сучасних наукових працях висвітлюються проблеми формування зелених інвестицій, масштабування екологічно безпечних інновацій, оцінки вуглецевого сліду, а також стратегічних напрямів трансформації енергетичної політики.

Низьковуглецева економіка покликана вирішити проблему зміни клімату за рахунок трансформації суспільства на засади нульових викидів парникових газів. Необхідність нагального боротьби із проблемою зміни клімату обґрунтована в Огляді Стерна, відповідно до якого сучасні витрати на скорочення викидів парникових газів можуть обмежуватися приблизно 1 % світового ВВП щороку, натомість бездіяльність може зменшити щорічне світове ВВП на 5–20% [236, с. vi]. Розвиток концепції низьковуглецевої економіки необхідний для формування наукового підґрунтя організаційно-економічного механізму досягнення розвитку на принципах кліматичної нейтральності.

Загалом, під концепцією розуміють форму та засіб наукового пізнання, що є способом розуміння, пояснення й тлумачення основної ідеї теорії [33, с. 225]. Це впорядкована система керівних ідей про сутність певного об'єктивно існуючого фрагмента дійсності.

Концепція низьковуглецевої економіки сформувалася досить недавно та потребує подальшого розвитку і вдосконалення. Вперше термін «низьковуглецева економіка» вжитий у 2003 р у Великобританії в Енергетичній білій книзі «Наше енергетичне майбутнє – створення низьковуглецевої економіки», опублікованій Міністерством торгівлі та промисловості. В ній низьковуглецева економіка розглядається, як нова енергетична політика країни, що спрямована на боротьбу зі змінами клімату. Ця політика передбачала можливість підвищити рівень життя та покращити якість життя шляхом переведення Великобританії в сторону становлення низьковуглецевої економіки з вищою ефективністю використання ресурсів; розвивати, застосовувати та експортувати передові технології, створювати нові підприємства та робочі місця; лідирувати в Європі та на міжнародному рівні у розвитку екологічно стійких, надійних і конкурентоспроможних енергетичних ринків, які підтримуватимуть економічне зростання в кожній частині світу [173, с. 6].

Понятійно-категоріальний апарат низьковуглецевої економіки перебуває в процесі активного формування та уточнення. У науковій літературі термін розглядається як складова ширших концепцій – сталого розвитку, зеленої

економіки, циркулярної економіки (економіки замкненого циклу), а також вуглецево-нейтральної економіки (*carbon-neutral economy*). Ці підходи мають спільну мету – зменшення негативного антропогенного впливу на довкілля та побудову економічних систем, які функціонують у межах екологічно допустимих меж.

Низьковуглецева економіка, як самостійна економічна теорія, тісно взаємопов'язана з низкою інших екологоорієнтованих теорій суспільного розвитку. До них належать: вчення про ноосферу, теорія сталого розвитку, теорія зеленої економіки, синьої економіки, циркулярної економіки тощо (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Місце теорії низьковуглецевої економіки в системі екологоорієнтованої парадигми суспільного розвитку

**Побудовано дисертанткою.*

Розглянуті теорії можна умовно поділити на загальні, що спрямовані на комплексну трансформацію моделі суспільного розвитку, та спеціалізовані, що орієнтуються на досягнення гармонізації економічної, соціальної та екологічної складових у певній сфері чи подолання окремої проблеми. Слід зазначити, що однією із провідних ідей у більшості теорій є саме скорочення викидів парникових газів. Проте жодна із них не замінює іншу, вони гармонійно поєднуються, доповнюють і деталізують одна одну (за винятком теорії синьої економіки, яка розглядається Гюнтером Паулі як альтернатива зеленим).

Основоположною теорією, що є фундаментальною для розвитку наступних, стало вчення про ноосферу. Їїго фундатором став український

учений Володимир Іванович Вернадський. Ідеї ноосфери простежувалися у низці праць науковця. Зокрема, в одній із найвідоміших своїх праць «Біосфера» (1926 р) вчений писав, що сфера проникнення людини значно ширша за межі біосфери, він зазначав: «... людина, обдарована розумом і вправно спрямованою волею, може досягати безпосередньо чи опосередковано областей, недоступних для решти живого» [251].

Французькі вчені Едуард Ле Руа та П'єр Тейяр де Шарден, під впливом лекцій В.І. Вернадського, проведених у Колеж де Франс, ввели поняття «ноосфера». У своїй праці «*L'exigence idealiste et le fait d'evolution*» (1927 р) Едуард Ле Руа визначав ноосферу як сучасну геологічну стадію біосфери [202]. Проте ідея ноосфери належить саме В.І. Вернадському, який підтримував французьких колег та використав термін при розробці свого вчення про нову оболонку Землі, надавши йому іншого визначення.

Суть ноосфери В.І. Вернадського та умови переходу біосфери в ноосферу (умови виникнення ноосфери) викладені в останніх працях вченого «Наукова думка як планетарне явище» та «Декілька слів про ноосферу». В останній прижиттєвій праці «Декілька слів про ноосферу» (1944 р) він розкрив основні ідеї ноосфери, дав комплексне трактування поняття. Науковець вказував, що під ноосферою слід розуміти нове геологічне явище на нашій планеті, де вперше людина стає найпотужнішою геологічною силою, яка може і повинна своєю працею та думкою докорінно перебудовувати сферу свого життя порівняно з тим, що було раніше. Він зазначав, що ноосфера – це новий стан біосфери, до якого суспільство непомітно для себе наближається [250, с. 20]. У праці «Наукова думка як планетарне явище», яка була незавершена автором та вийшла після його смерті, вчений повною мірою розкрив суть ноосфери та описав умови переходу біосфери в ноосферу. У роботі науковець наголошував на провідній ролі зростання наукового знання при формуванні ноосфери. Він писав, що перехід до ноосфери відбувається стихійно, незалежно від волі людини, проте під впливом нового чинника – наукової роботи людства [249].

До основних критеріїв ноосфери доцільно віднести: рівноправність народів; вирівнювання рівнів розвитку країн; подолання голоду та бідності; гідне життя кожної людини на планеті; відсутність воєн на планеті; свобода наукової думки; ощадливе ставлення до природних ресурсів. Варто відзначити, що деякі умови створення ноосфери людство виконало або поступово виконує, однак, навіть станом на початок XXI століття суспільство повністю не перейшло в стадію ноосфери. За узагальненнями О.В. Цебро, розквіт ноосфери наступить тоді, коли стане можливим, засноване на наукових знаннях, свідоме управління суспільними процесами та взаємодією суспільства і природи в глобальному масштабі [140, с. 8]. Зазначимо, що у вченні науковця можна простежити і декілька ідей теорії низьковуглецевої економіки. Зокрема, вчений вказував на необхідність пошуку нових джерел енергії та раціонального використання природних ресурсів.

Провідні ідеї вчення про ноосферу знайшли своє відображення більше ніж через сорок років у *теорії сталого розвитку*. Зародження ідей сталого розвитку розпочалося із презентації у 1972 р першої доповіді Римського клубу «Межі зростання», в якій зазначено катастрофічні наслідки сучасного способу господарювання та необхідність вжити заходів щодо регулювання економічного зростання [210]. Теорія утвердилася у 1987 р після засідання Всесвітньої комісії з питань навколишнього середовища та розвитку (Комісії Брундтланд). У доповіді «Наше спільне майбутнє» вперше запропонований термін «сталий розвиток», під яким слід розуміти розвиток, який задовольняє потреби сьогодення, але при цьому не ставить під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби [215, с. 41]. У 1992 р на Конференції ООН із навколишнього середовища і розвитку («Саміт Землі») стратегію сталого розвитку затверджено на міжнародному рівні [230]. Важливим кроком у формуванні концепції сталого розвитку стало розроблення цілей сталого розвитку. Спершу у 2000 р на «Саміті тисячоліття» на період 2000–2015 рр. затверджено Цілі розвитку тисячоліття (ЦРТ), 7 із яких стосувалися соціальних питань і лише одна ціль присвячена питанню екології. У 2015 р. на Саміті ООН

зі сталого розвитку прийнято новий порядок денний зі сталого розвитку «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року». Він включав 17 цілей сталого розвитку та 169 його завдань (Додаток Б, Таблиця Б.1). Цей документ значно диверсифікував та удосконалював існуючі цілі сталого розвитку та висував нові. Окремо 13-та ціль стосується низьковуглецевого розвитку – вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі змінами клімату та їх наслідками.

Загалом, основна ідея сталого розвитку полягає у створенні динамічної рівноваги між економічним розвитком, суспільством і навколишнім природним середовищем. Сталий розвиток передбачає взаємоузгоджену, спільну діяльність на всіх рівнях (світовому, національному, регіональному тощо) з метою забезпечення економічного зростання, суспільного розвитку без тиску на навколишнє природне середовище. Британсько-американський економіст Едвард Б. Барб'є зазначає, що одночасно досягти компромісного розвитку цілей усіх трьох сфер неможливо, тому необхідно робити вибір щодо пріоритетних цілей, які мають більшу вагу в стратегії розвитку [152, с. 104].

Саме в межах сталого розвитку набули розвитку ідеї низьковуглецевого зростання. Необхідність зменшення антропогенних викидів парникових газів вчені зазначали від початку розвитку досліджуваної концепції. Пошук шляхів скорочення антропогенного впливу на клімат є одним із ключових екологічних пріоритетів сталого розвитку.

Логічним продовженням сталого розвитку стала *теорія зеленої економіки*. Вона створена на заміщення традиційної – коричневої економіки (економіки зростання без урахування вимог екологічної безпеки, критеріїв виснаження наявних природних ресурсів та забруднення навколишнього середовища) [66, с. 21]. На відміну від коричневої, зелена економіка полягає у розвитку нових джерел економічного зростання із врахуванням суспільного та екологічного ефекту. Зелену економіку доцільно розглядати як взаємоузгоджену та взаємовпорядковану систему економічних широко диверсифікованих інструментів, що сприяють досягненню цілей сталого розвитку.

Термін «зелена» економіка введений у 1989 р британськими економістами й екологами Девідом Пірсом, Анілом Маркандію та Едвардом Барб'є, які визначають її як економічну систему, яка забезпечує стійкість цілей сталого розвитку [219, с. 2]. Популярності зелена економіка набула у 2008–2009 рр., зокрема, у жовтні 2008 р. Програма ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) висунула ініціативу зеленої економіки, а у березні 2009 р підготовлено аналітичну записку «Глобальний новий зелений курс». У ній обґрунтовано політичні заходи для переходу до зеленої економіки, та виокремлено цілі зеленої економіки: подолання економічної кризи та подальший сталий розвиток; викорінення бідності та соціальний захист населення; зменшення викидів вуглецю та деградації екосистем [184]. У 2012 р на Конференції ООН із навколишнього середовища, що відбувалася у Ріо-де-Жанейро, прийнято нову теорію «зеленої» економіки, основні ідеї якої висвітлені у доповіді Програми ООН із навколишнього середовища (ЮНЕП) «Назустріч зеленій економіці: шляхи до сталого розвитку та викорінення бідності».

Згідно з ЮНЕП «зелена» економіка – це економіка, що підвищує добробут людей, забезпечує соціальну справедливість і, при цьому, суттєво знижує ризики для навколишнього середовища та його деградацію [241, с. 2]. Таким чином, метою зеленої економіки є подолання проблем соціально-економічного розвитку та скорочення екологічних ризиків, забезпечуючи при цьому економічне зростання. Слід зазначити, що пріоритетним напрямом розглянутої концепції є вирішення проблем взаємодії суспільства з навколишнім природним середовищем, зокрема проблеми зміни клімату. В концепції скорочення викидів парникових газів та перехід до безвуглецевої енергетики виокремлено як наскрізне та основне екологоорієнтоване завдання зеленої економіки.

О.М. Файчук та Ю.А. Акулович виділяють 6 основних сфер зеленої економіки: 1. відновлювана енергія; 2. зелені інвестиції; 3. зелене містобудування; 4. екологічна рівновага; 5. раціональне використання природних ресурсів; 6. зелені технології [136, с. 23]. Коаліція зеленої економіки виокремлює 9 принципів: сталості, справедливості, гідності, здорової планети,

залученості зацікавлених сторін, належного управління та підзвітності, стійкості, ефективності та достатності, зв'язку поколінь [238, с. 54–58]. В.Г. Потапенко до принципів зеленої економіки відносить: рівність і справедливість у межах одного покоління і між поколіннями; відповідність принципам сталого розвитку; обережність щодо соціальних наслідків і впливу на навколишнє середовище; розуміння високої цінності природного і соціального капіталу; ефективність використання ресурсів, стійке споживання і виробництво; необхідність відповідності макроекономічним цілям [85, с. 39]. На нашу думку, до основних принципів належать: орієнтованість на сталий розвиток; розвиток зелених технологій; перехід до альтернативних джерел енергії; протидія змінам клімату; ощадливе та раціональне використання ресурсів; досягнення соціальної справедливості; підвищення добробуту населення; зменшення безробіття та подолання бідності; зв'язок та рівність поколінь.

Таким чином, зелена економіка покликана забезпечити перехід суспільства до сталого розвитку за допомогою трансформації економічної системи. Вона охоплює вирішення низки екологічних та соціальних проблем, однією з головних серед яких є проблема зміни клімату.

Альтернативною зеленій економіці є теорія *синьої економіки*, основоположником якої вважається бельгійський економіст Гюнтер Паулі. Теорію синьої економіки він представив у 2009 р у доповіді Римського клубу «Синя економіка: 10 років, 100 інновацій, 100 мільйонів робочих місць». Учений вважає теорію зеленої економіки дієвою лише за умови розширення світової економіки, зменшення безробіття або перенасичення основних суб'єктів ринку фінансовими ресурсами, оскільки вона вимагає від компаній більших інвестицій, а від споживачів – більших витрат [218, с. 14]. На противагу, синя економіка передбачає скорочення затрат на виробництво і, відповідно, витрат споживачів на готову продукцію. У Доповіді вчений наводить 100 ідей трансформації традиційних підходів до ведення господарства на основі інноваційних розробок, [73]. Синя економіка Гюнтера Паулі – це нова економічна модель, яка полягає у створенні системи локальних безвідходних проєктів, які наслідують природні

комплекси. В.В. Химинець слушно зазначає, що синя економіка виходить за межі зеленої та спрямована не лише на охорону та відновлення природи, але й на її розвиток [137]. Подібно зеленій економіці, синя економіка покликана вирішити не лише екологічні, а й суспільні проблеми, такі як голод, бідність, безробіття тощо. Автор теорії виділяє у ній три основні принципи: натхнення природою; бажання змінити правила гри; опора на локальний рівень економіки, задовольняючи потреби населення за рахунок доступних ресурсів [217, с. 392].

Основною ціллю синьої економіки можна виокремити перехід до сталого розвитку шляхом впровадження інноваційних локальних бізнес-моделей управління та використання ресурсів за зразком природних систем. Відповідно, до завдань синьої економіки доцільно віднести: впровадження інноваційних науково-обґрунтованих технологій у виробництво та житлово-комунальну сферу; каскадування виробництва та споживання ресурсів й енергії, використання побічних продуктів одного виробничого циклу як ресурсів для іншого; зведення антропогенних відходів і викидів до нуля; використання місцевих природних та трудових ресурсів; зменшення витрат та обсягу ресурсів при виробництві й споживанні; заміна вичерпних невідновних ресурсів невичерпними або вичерпними відновними.

Синя економіка також звертає увагу на проблему глобального потепління клімату. Так, Г. Паулі пропонує вирішення проблеми за допомогою водоростей, що швидко розвиваються, поглинають двоокис вуглецю та виділяють кисень, можуть рости на деградованих землях, у солоній та жорсткій воді. У доповіді окреслена можливість вловлювання CO₂ із повітря та перероблення його на вуглецеві матеріали.

Таким чином, досягнення сталого розвитку, згідно з теорією синьої економіки, повинно відбуватися за рахунок запровадження локальних інновацій, адаптованих до місцевих умов та можливостей. Синя економіка передбачає нестандартні шляхи вирішення існуючих проблем, тим самим намагається трансформувати спосіб життя населення, підходи до використання ресурсів та ведення господарства. Теорія Г. Паулі, незважаючи на її інноваційність, не

набула широкого поширення та масштабного практичного використання, проте її ідеї використовуються по всьому світу.

Малі острівні держави, що розвиваються (SIDS) пропонують трактування терміну «синя економіка» в контексті аквальних екосистем. В українському перекладі цю теорію часто називають *теорією блакитної економіки*. Широкого розповсюдження таке тлумачення набуло у 2012 р, після проведення Конференції ООН зі сталого розвитку (Ріо+20), за результатами якої у доповіді зазначена необхідність розвитку синьої економіки для переходу до зеленої [232, с. 68]. Блакитну економіку доцільно розглядати, як окрему спеціалізовану галузь зеленої економіки, яка спрямована на досягненні сталого розвитку у сфері управління океанічними екосистемами та ресурсами.

Світовий банк визначає *блакитну економіку* як стале використання ресурсів океану для економічного зростання, покращення засобів існування та робочих місць при збереженні здоров'я океанічних екосистем [253]. Блакитна економіка надає основу для Малих острівних держав, що розвиваються (SIDS) і прибережних найменш розвинутих країн (LDCs) для досягнення низьковуглецевого та ресурсоефективного економічного розвитку [209, с. 9]. Серед питань, які вирішує блакитна економіка, ООН виокремлює: 1. стале використання біорізноманіття; 2. продовольча безпека; 3. нестійке рибальство; 4. зміна клімату та управління вуглецевим бюджетом; 5. морський і прибережний туризм; 6. забруднення та морське сміття; 7. управління та міжнародна співпраця [154, с. 5–8]. Відповідно, до основних завдань блакитної економіки доцільно віднести: раціоналізація використання ресурсів Світового океану (мінеральних, біологічних енергетичних, рекреаційних тощо); забезпечення продовольчої безпеки у секторі морських продуктів; збереження та відновлення океанічних, морських та прибережних екосистем; подолання наслідків впливу зростання в атмосфері вмісту CO₂ та змін клімату на екосистеми Світового океану.

Таким чином, блакитна економіка покликана забезпечити захист, відновлення та збереження Світового океану, сталий розвиток морського

господарства. Як блакитна, так і низьковуглецева теорії передбачають мінімізацію впливу парникових газів на морські екосистеми. Тому, досягнення блакитного розвитку включає скорочення викидів парникових газів під час видобутку корисних копалин із морського дна, рибальства та аквакультури, морських перевезень, морського туризму. Теорія включає підтримання та охорону, так званих, екосистем блакитного вуглецю – непорушених прибережних мангрових лісів, луків морської трави, солоних боліт, рослинність яких поглинає та акумулює двоокис вуглецю [185, с. 100]. Окрім того, одним із шляхів переходу до блакитного та низьковуглецевого зростання є використання морських відновлюваних джерел енергії (енергії вітру, хвиль, течій, припливів та відпливів). Блакитна економіка формує умови у сфері морського господарства для переходу до низьковуглецевої економіки.

Ідеї замкнутого використання ресурсів знайшли своє глибоке осмислення та відображення у *теорії циркулярної економіки (економіці замкнутого циклу)*, яка формувалася незалежно від синьої. Вперше ідеї циркулярної економіки висловив американський науковець Кеннет Еварт Боулдінг у 1966 р у своєму есе «Економіка майбутнього космічного корабля Земля» [155]. У 1990 р теорію розпочали розвивати британські вчені Д.В. Пірс та Р.К. Тернер. У праці «Економіка природних ресурсів та навколишнього середовища» вчені графічно зображають модель циркулярної економіки як замкнутої кругової системи, в якій відходи максимально перетворюються на нові ресурси або утилізуються, неперероблені асимілюються природою; а вичерпні ресурси ощадливо використовуються [220, с. 39–40]. Однак, розвитку теорія набула лише у другому десятилітті XXI століття, зокрема, її розвинули: Програма ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП), Міжнародна панель ресурсів (IRP), Організація Об'єднаних Націй з промислового розвитку (UNIDO) тощо. Окрім того, у 2017 р Всесвітнім економічним форумом створено Платформу для прискорення циркулярної економіки (Platform for Accelerating the Circular Economy – PACE) – політично нейтральної публічно-приватної платформи співпраці глобальних реформаторів та їхніх організацій, які працюють разом, щоб прискорити перехід

до економіки замкнутого циклу [224, с. 1; 208, с. 16]. На сьогодні більшість розвинутих країн прагнуть перейти до циркулярної економіки та проводять відповідну національну політику.

У сучасному розумінні *циркулярна економіка* – це замкнута каскадна модель економічного розвитку, в якій ефективно розподіляються і використовуються природні ресурси та мінімізуються обсяги відходів з метою збереження природного середовища. Так, за визначенням Ю. Максимів, В. Якубів, І. Григорук, І. Боришкевич, Ф. Картер та В. Вострякової, циркулярна економіка – це концепція, яка має на меті створення або розвиток економічних відносин шляхом функціонування сталих бізнес-моделей, заснованих на бізнес-процесах із подовженим життєвим циклом продукту, соціально відповідальній поведінці на мікро-, макро- та мезорівнях у рамках планетарних меж [208, с. 626].

Теорія ґрунтується на цілі створення безвідходного господарства, використання відходів одного виробничого циклу для виготовлення продукції в іншому. Як зазначає В.В. Гурочкіна та М.С. Будзинська, мета циркулярної економіки полягає в адаптації виробництва під існуючу недостатність ресурсного забезпечення та досягнення за таких умов сталого розвитку [31, с. 54]. Вона передбачає перехід від лінійності економічних процесів до замкнутого циклу комплексної переробки ресурсів (рис. 1.2).

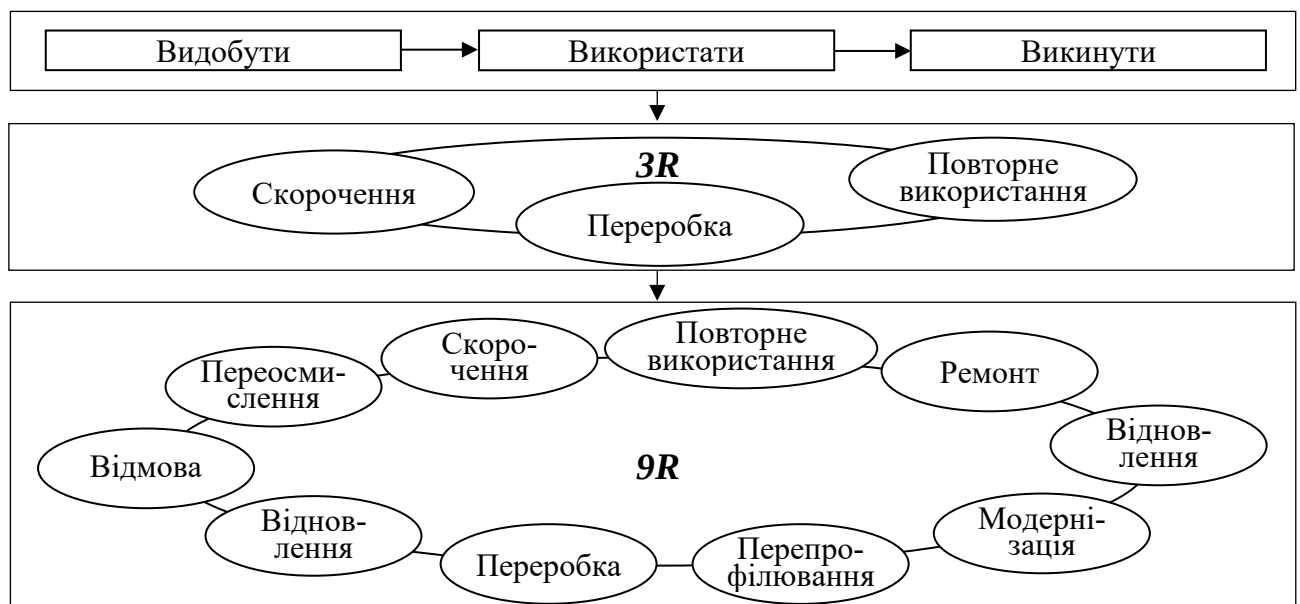


Рис. 1.2. Логіко-структурна схема трансформації традиційної лінійної моделі економіки до принципів циркулярної

*Складено дисертанткою на основі [226, с. 5].

В її основі спершу були закладені, так звані, принципи 3R, які змінили принципи лінійної економіки, а згодом ці принципи деталізувалися та розширилися до десяти (9R). Загалом, циркулярна економіка акцентує свою увагу на трансформації виробничих процесів та культури споживання готової продукції у замкнуті системи. Вона покликана створити кругообіг ресурсів у суспільстві за зразком кругообігу речовин у природі. До завдань циркулярної економіки доцільно віднести: скорочення вилучення із природи та зменшення обсягів використання природних ресурсів; каскадування та комплексне використання природних ресурсів; перехід до безвідходного виробництва та споживання продуктів; переробка відходів до безпечного стану; мінімізація викидів відходів у природне середовище.

Важливою сферою циркулярної економіки, що поєднує її із низьковуглецевою, є пошук шляхів скорочення викидів парникових газів. Вона спрямована на вирішення проблеми зміни клімату за рахунок впровадження замкнутих бізнес-моделей, що ґрунтуються на екологічних безвуглецевих технологіях, ощадливому використанні енергоресурсів, підвищенні енергоефективності, переході до альтернативних джерел енергії, раціональному використанні виробленої енергії тощо. Таким чином, циркулярна економіка надає один із практичних шляхів скорочення викидів парникових газів [25].

На сьогоднішньому етапі розвитку економічної науки, підходи до трактування поняття і суті теорії низьковуглецевої економіки різняться між організаціями, країнами та вченими різних наукових шкіл. Так, британські вчені Фрауке Урбан та Йохан Норденсвард у праці «Низьковуглецевий розвиток: ключові питання» розглядають низьковуглецеву теорію у широкому та вузькому вимірі, з точки зору розвитку і зростання відповідно. У широкому розумінні, низьковуглецевий розвиток – це модель розвитку, яка ґрунтується на безпечній для клімату низьковуглецевій енергетиці, дотримується принципів сталого розвитку, сприяє запобіганню небезпечним змінам клімату та використовує моделі низьковуглецевого споживання та виробництва; з позицій зростання – це використання меншої кількості вуглецю для зростання, що включає перехід від

викопного палива до низьковуглецевої енергетики, сприяння інноваційним технологіям та бізнес-моделям, захист і стимулювання природних поглиначів вуглецю, таких як ліси та болота, формування політики, яка сприяє низьковуглецевим практикам та поведінці [206, с. 5].

Китайські вчені Ху Юань, Пен Чжоу та Децунь Чжоу виділяють три послідовні фази низьковуглецевого розвитку: низьковуглецева економіка, низьковуглецеве суспільство та низьковуглецевий світ. Вони визначають низьковуглецеву економіку як ранню фазу низьковуглецевого розвитку, під час якої головною метою є скорочення викидів двоокису вуглецю в економічному розвитку; низьковуглецеве суспільство – як суспільство з низьковуглецевою економікою, політикою, повсякденним життям, та культурою; низьковуглецевий світ – як зрілий етап низьковуглецевого розвитку, який виникає, коли більшість країн світу сформували низьковуглецеве суспільство [194, с. 1707].

В Японії поширеним є термін «низьковуглецеве суспільство». Міністерство охорони навколишнього середовища Японії у Річному звіті про навколишнє середовище Японії за 2005 р розглядає низьковуглецеве суспільство як економічно та екологічно здорове суспільство майбутнього, для побудови якого необхідно докладати постійних зусиль щодо виконання зобов'язань Кіотського протоколу з метою стабілізації парникових газів в атмосфері, актуалізуючи здоровий розвиток економіки з низьким екологічним навантаженням і високою якістю життя [151, с. 5, 7, 8].

У межах британсько-японського дослідницького проекту, започаткованого у 2006 р Міністерством навколишнього середовища Японії та Департаментом навколишнього середовища, продовольства та сільських справ Великобританії, на першому семінарі «Розвиток бачення низьковуглецевого суспільства через призму сталого розвитку», керівним комітетом заходу запропоноване робоче визначення низьковуглецевого суспільства. Відповідно до нього, низьковуглецеве суспільство: 1. вживає сумісні із сталим розвитком заходи, які забезпечують задоволення потреб розвитку всіх груп суспільства; 2. робить справедливий внесок у глобальні зусилля зі стабілізації атмосферних

концентрацій CO₂ та інших парникових газів на рівні, який дозволить уникнути небезпечних кліматичних змін, шляхом істотного скорочення глобальних викидів; 3. демонструє високий рівень енергоефективності, використовує низьковуглецеві джерела енергії та технології виробництва; 4. використовує моделі споживання та поведінки, які відповідають низьким рівням викидів парникових газів [165, с. 2].

В Україні у науковій літературі найпоширенішими є поняття «низьковуглецева економіка» та «низьковуглецевий розвиток», а на державному рівні розроблена «Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року». Вітчизняні вчені пропонують такі визначення поняття (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Порівняння підходів до визначення поняття низьковуглецевої економіки

Автор/автори	Поняття	Визначення поняття
О.М. Рябчин	Низьковуглецева економіка	Це виробництво, торгівля та споживання, які не приводять до значних витрат енергії та викидів парникових газів, і не загрожують стабільності клімату. Вона є попередницею економікою нульових викидів [111, с. 630].
Н.В. Карасва	Низьковуглецевий розвиток	Це стратегія країни, що об'єднує пріоритети в сфері зміни клімату та пріоритети національного економічного розвитку [46, с. 27].
О.Н. Рябич	Низьковуглецевий розвиток економіки	Це модель концепції сталого розвитку, основною метою якої є попередження катастрофічних наслідків глобальної зміни клімату в сучасних умовах [110, с. 124].
О.А. Корнелюк	Низьковуглецева економіка	Це економічна система, що передбачає мінімальне використання викопних видів палива та зменшення викидів парникових газів завдяки впровадженню чистих технологій, відновлюваної енергетики та енергоефективності [53, с. 150]
Л.І. Симоненко, О.В. Симоненко	Низьковуглецева економіка	Це модель економіки, в якій економічне зростання, що традиційно супроводжується зростанням попиту на енергію, задовольняється через збільшення частки її виробництва за рахунок відновлювальних джерел [115, с. 113].
В.М. Кузьмин	Низьковуглецева економіка	Це нова соціально-економічна і технологічна система, націлена на скорочення викидів парникових газів (передусім діоксиду вуглецю), об'єднана цінностями і принципами сталого розвитку [56, с. 219].

**Систематизовано дисертанткою.*

Незважаючи на диференційованість підходів до трактування низьковуглецевої концепції, між ними простежується консенсус – спрямованість на досягнення кліматичної нейтральності суспільства [21]. Зазначимо різноманітність термінів, які позначають низьковуглецеву концепцію. Виходячи із проведених досліджень, поняття «низьковуглецевий розвиток» є найбільш загальним та всебічно позначає перехід на засади низьковуглецевого способу життя суспільства чи окремих його сфер. Широковживане поняття «низьковуглецева економіка» позначає трансформацію економічної системи на засади чистого нуля з урахуванням інтересів суспільства. Термін усталений не лише у науковій літературі, а й у вжитку міжнародних організацій, які розглядають низьковуглецеву економіку як складову зеленої економіки та сталого розвитку. Підсумовуючи зазначимо, що розглянуті поняття є схожими за зазначенням та часто вживатися як синоніми.

Окрім того, варто відзначити неоднаковий підхід вчених до об'єкта вивчення низьковуглецевої економіки. Одні відносять до нього лише двоокис вуглецю [206; 194], інші – більшість парникових газів, надмірні антропогені викиди яких призводять кліматичних змін [165; 151; 111; 56; 53]. Оскільки розглянута концепція покликана вирішити проблему зміни клімату, у дослідженні ми дотримуємося підходу, що низьковуглецевий розвиток економіки передбачає скорочення викидів усіх парникових газів, а не лише діоксиду вуглецю. Таким чином, назву «низьковуглецева» можна вважати умовною, яка походить від назви хімічного елементу (карбону), який при спалюванні палива входить в реакцію окиснення з киснем, внаслідок чого виділяється CO_2 – головний парниковий газ за кількісними показниками антропогенної емісії протягом багатьох десятиліть.

Таким чином, низьковуглецеву економіку доцільно розглядати як самостійну екологоорієнтовану суспільну концепцією, провідною ідеєю якої є досягнення кліматичної нейтральності всіх сфер життя та адаптація до змін клімату при збереженні темпів соціально-економічного розвитку та добробуту суспільства. Низьковуглецева економіка ґрунтується на засадах екологізації та

раціонального природокористування та покликана вирішити проблему зміни клімату та адаптації суспільства таких змін. Відповідно, її основною метою є перехід суспільства до нульових викидів парникових газів і пом'якшення наслідків змін клімату.

Фрауке Урбан і Йохан Норденсвард схематично зображують низьковуглецевий розвиток, як синергію пом'якшення наслідків змін клімату та розвитку, що наочно ілюструє дві основні його цілі (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Схематичний огляд низьковуглецевого розвитку

**Джерело: [206, с. 7].*

Невід'ємною складовою розвитку та вдосконалення теоретичних основ концепції є періодизація становлення ідей низьковуглецевого зростання в науці та суспільстві. В історії становлення низьковуглецевої парадигми доцільно виділити декілька етапів.

Слід зазначити, що вплив емісії парникових газів виробництва на клімат були помічені ще на початку XX століття, значні за обсягом викиди антропогенних джерел забруднення розпочалися з початком промислової революції, проте, особливої актуальності проблема зміни клімату набула лише у 80-х роках XX століття. Ідеї низьковуглецевого розвитку формувалися поступово під впливом розвитку наукових знань про зміну клімату та трансформації ставлення суспільства до цієї проблеми. У становленні концепції низьковуглецевої економіки виокремлено три послідовних етапи: зародження (фізико-хімічний), концептуальний (екологічний), прикладний (економічний), які мають свої індивідуальні особливості та послідовно змінюють одне одного (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Етапи становлення низьковуглецевої парадигми

*Складено дисертанткою.

Перший етап тривав з XIX століття до 80-х років XX століття. Він характеризується виявленням парникового ефекту, як природного явища,

дослідженням взаємозв'язку між концентрацією парникових газів в атмосфері та коливаннями температури повітря, вивченням впливу викидів промисловості на зміну клімату. На цьому етапі проблемами зміни клімату займалися науковці природничо-математичних наук, переважно фізики та хіміки, тому його доцільно називати фізико-хімічним етапом.

Парниковий ефект вперше виявив та описав французький вчений-математик і фізик Жан Батист Жозеф Фур'є у 1824 р [179, с. 72]. Ґрунтуючись на роботах Фур'є та інших дослідників, вагомий внесок у розвиток теорії парникового ефекту зробив ірландський фізик Джон Тиндаль. У 1859 р він експериментально довів парниковий ефект, здатність діоксиду вуглецю, водяної пари та інших газів поглинати та затримувати тепло у приземному шарі повітря.

Наступним кроком розвитку науки про зміну клімату стали публікація у статті у 1886 р бельгійським хімік-експериментатор Вальтер Віктор Спрінг і Леон Ролан. У роботі, спираючись на 266 вимірювання, вчені роблять висновок про вищу температуру та рівень CO₂ у місті Льєж, ніж у сільській місцевості та, навіть, Парижі у зв'язку з масовим використанням вугілля для опалення будинків та в сталеливарній промисловості. Окрім того, до причин вищої температури в місті науковці відносять наявність у ґрунті вугілля, яке повільно горить, виділяючи метан [164, с. 156]. Пізніше у 1896 р шведський хімік і фізик Сванте Арреніус виявив залежність між вмістом діоксиду вуглецю та температурою. Він розрахував, що при збільшенні в атмосфері вмісту вуглекислого газу вдвічі температура зросте на 8–9 °С [129, с. 109]. Проте його дослідження були спрямовані на вивчення причин льодовикових періодів. У можливному глобальному потеплінні вчений не вбачав нічого поганого. У своїй праці «Природне управління теплом» він зазначав, що потепління клімату дозволить майбутнім поколінням «жити під теплішим небом і в менш суровому середовищі» [162, с. 11].

Вперше тезу про глобальне потепління внаслідок діяльності людини висловив англійський інженер і винахідник Гай Стюарт Каллендар у 1938 р. Опрацювавши дані 147 метеостанцій по всьому світу, він виявив підвищення

температури протягом 1880–1930-х років приблизно на $0,3^{\circ}\text{C}$. Згідно з підрахунками вченого вміст CO_2 в атмосфері протягом того ж періоду зріс на 6 %. Таке зростання вчений пов'язував із спалюванням викопного палива, що продукувало близько 150 млн. т діоксиду вуглецю, чверть якого залишалася в атмосфері [149, с. 182].

Ще одним важливим кроком у розвитку низьковуглецевої економіки стали дослідження канадського фізика Гілберта Нормана Пласса, в яких учений, використовуючи комп'ютерні обчислення, вивчав вплив CO_2 на інфрачервоний потік. Він спрогнозував майбутні зміни клімату враховуючи викиди CO_2 промисловістю. У своїй праці «Теорія діоксиду вуглецю кліматичних змін» (1956 р) учений зазначав: «надходження CO_2 в атмосферу внаслідок виробничих процесів та іншої діяльності людей зумовлює зростання концентрації CO_2 в атмосфері приблизно на 30 % протягом століття і спричиняє підвищення середньої температури на $1,1^{\circ}\text{C}$ за століття» [223, с. 153]. Він уточнив розрахунки Арреніуса та Каллендара та підрахував, що у випадку подвоєння концентрації CO_2 в атмосфері температура зросте на $3,6^{\circ}\text{C}$.

Слід зазначити, що до 1958 р систематичні вимірювання вмісту діоксиду вуглецю в повітрі не проводилися. Такі спостереження започаткував американський учений-кліматолог Чарльз Девід Кілінг. Він встановив вимірювальні прилади у 4-х різних місцях: на вулкані Мауна-Лоа, в Інституті океанографії Скриппса, на кораблі та в Антарктиді. Вчений використовував нову методику вимірювання та нові прилади з точністю до 0,1 ppm [187, с. 7867–7868]. Він зазначав, що концентрація CO_2 в атмосфері на південному полюсі зростає зі швидкістю, яка відповідає динаміці викидів при спалюванні викопного палива та швидкості поглинання діоксиду вуглецю океаном [188, с. 331]. Вчений надав докази зростання концентрації вуглекислого газу в атмосфері та склав, так звану «криву Кілінга», де на основі даних обсерваторії на горі Мауна-Лоа продемонстрував зміни CO_2 в повітрі з 1958 р. Спостереження на станції проводяться дотепер [19].

Другий етап характеризується розвитком фундаментальних досліджень кліматичних змін, занепокоєнням урядів та міжнародних організацій проблемою, активним міжнародним співробітництвом із питань зміни клімату. Етап можна назвати концептуальним, оскільки протягом 80-90-х років ХХ століття зростає наукова обізнаність та сформувалася певна наукова парадигма проблеми змін клімату, відповідно до якої розроблені перші стратегії та механізми протидії підвищенню температури повітря. На цьому етапі проблема зміни клімату виходить за межі суто наукової та переходить на міжнародний рівень. Основними міжнародними організаціями, які займалися дослідженням проблеми зміни клімату були: Організація Об'єднаних Націй (ООН), Всесвітня метеорологічна організація, Міжнародна наукова рада, Науковий комітет з проблем навколишнього середовища, Міжурядова група експертів зі змін клімату тощо. Цей етап також можна назвати екологічним, оскільки проблеми змін клімату покладалися переважно на екологічну науку та передбачала вирішення її за допомогою екологічних інструментів.

Початком другого етапу розвитку низьковуглецевої економіки можна вважати проведення Першої Всесвітньої кліматичної конференції. Їй передувало проведення Конференції ООН з питань навколишнього середовища (Стокгольмської конференції) 5–16 червня 1972 р – першої всесвітньої конференції, головною тематикою якої стали проблеми навколишнього середовища. Ця конференція заклала основи розвитку міжнародного співробітництва з питань охорони довкілля, визначила 26 принципів збереження навколишнього середовища, розробила 109 рекомендацій щодо управління населеними пунктами з метою покращення якості довкілля. Окрім того, у тому ж 1972 р. у першій доповіді Римського клубу (міжнародної неурядової організації експертів, створеної для привернення уваги та сприяння вирішенню найбільших проблем людства) зазначено проблему надмірних викидів двоокису вуглецю унаслідок спалювання викопного палива, його негативний вплив на клімат [210, с. 71–73].

Перша Всесвітня кліматична конференція відбулася 12–23 лютого 1979 р у Женеві під егідою Всесвітньої метеорологічної організації. За результатами конференції опублікована «Декларація Всесвітньої кліматичної конференції», в якій була зазначена проблема зміни клімату на локальному та регіональному рівні; нагальна потреба у розробці спільної глобальної стратегії для кращого розуміння та раціонального використання клімату [163, с. 1]. Окрім того, на конференції прийнято Всесвітню кліматичну програму (World Climate Programme – WCP), основною метою якої було покращити розуміння кліматичної системи та застосувати його на благо суспільства, що впорається з мінливістю та змінами клімату [258]. Відповідно, прийнято 4 основних завдання програми: визначити фізичну основу кліматичної системи, розробити програми кліматичної інформації, визначити наслідки зміни клімату, розробити та підтримувати глобальну систему спостережень. Таким чином, прийняті документи окреслили цілі подальших досліджень змін клімату, проте були досить абстрактними та неконкретними на національному рівні.

У 1983 р генеральним секретарем ООН створено Всесвітню комісію з навколишнього середовища і розвитку (World Commission on Environment and Development – WCED), яку також називають Комісією Брундтланд. Вона функціонувала до 1987 року, а результатом її діяльності стала публікація доповіді «Наше спільне майбутнє» [215]. В доповіді розроблено концепцію сталого розвитку та зазначено необхідність негайних дій щодо боротьби з потеплінням клімату.

Наступним кроком стало проведення 9–15 жовтня 1985 р у Філлахі (Австрія) Міжнародної конференції на тему «Оцінка ролі двоокису вуглецю та інших парникових газів у кліматичних змінах та пов'язаних з ними впливах», за результатами якої опубліковано доповідь [229]. Захід організований Всесвітньою метеорологічною організацією (WMO), Міжнародною науковою радою (ICSU) та Програмою ООН з навколишнього середовища (UNEP). У доповіді спрогнано значне зростання середньої температури повітря протягом першої половини XXI століття, змодельовано, що при подвоєнні вмісту CO₂ в

атмосфері температура збільшиться на 1,5–4,5 °C, та зазначено наслідки таких змін. На підставі досліджень, для подолання проблеми зміни клімату урядам окремих країн та міжурядовим організаціям рекомендовано низку дій, зокрема: взяти до уваги результати конференції, посилити інформаційну політику серед громадськості щодо проблем зміни клімату, розпочати активну співпрацю між вченими та політиками для вирішення цієї проблеми тощо. Для виконання рекомендацій у 1986 р створено дорадчий орган Консультативну групу з парникових газів (Advisory Group on Greenhouse Gases – AGGG).

Беручи до уваги результати конференції, у 1986 р міжнародна група науковців під егідою Наукового комітету з проблем навколишнього середовища (Scientific Committee of Problems of the Environment – SCOPE) опублікувала доповідь «Парниковий ефект, зміни клімату та екосистеми» [239]. У роботі вперше комплексно оцінено вплив парникових газів на довкілля, спрогнозовано майбутні викиди вуглекислого газу, зміни клімату та рівня моря.

Численні міжнародні конференції, семінари, конгреси з питань зміни клімату привернули увагу суспільства до проблем зміни клімату, що зумовило необхідність поглиблення досліджень у сфері та створення у 1988 р Міжурядової групи експертів зі змін клімату – МГЕЗК (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC). Орган створений за схвалення Генеральної Асамблеї ООН Всесвітньою метеорологічною організацією та Програмою ООН з навколишнього середовища (UNEP) із метою забезпечення урядів усіх рівнів науковою інформацією, яку вони можуть використовувати для розвитку кліматичної політики [148]. До участі запрошені всі країни світу, які поступово долучалися до роботи організації. МГЕЗК готує звіти стану знань про зміни клімату, які включають звіти оцінки, спеціальні звіти та методологічні звіти. Тому, організація не проводить самостійних досліджень змін клімату, а формує свої звіти на основі аналізу численних наукових досліджень. Таким чином, експерти визначають рівень консенсусу між науковцями та урядами різних територій щодо того чи іншого питання змін клімату та вказують вектори подальших досліджень. Перший звіт МГЕЗК опублікований у 1990 р, він

консолідував знання про зміну клімату. Звіт став одним із стимулів укладання Рамкової конвенції ООН про зміну клімату.

Рамкова конвенція ООН про зміну клімату – РКЗК ООН (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) прийнята 9 травня 1992 р у Нью-Йорку та набрала чинності від 21 березня 1994 р. Її метою стала стабілізація концентрації парникових газів в атмосфері на рівні, який не допускав би небезпечного антропогенного впливу на кліматичну систему [108]. Основними зобов'язаннями підписантів угоди стали: ведення національних кадастрів антропогенних викидів, створення національних програм пом'якшення наслідків змін клімату, тісна співпраця між країнами-учасницями з питань зміни клімату тощо. Окрім того, розвинуті країни зобов'язуються надавати країнам, що розвиваються фінансові ресурси та технології для виконання зобов'язань Конвенції. Договір передбачає створення щорічної Конференції Сторін, яка координує, контролює та скеровує діяльність Сторін Конвенції.

Більшість країн підписали конвенцію під час участі у «Саміті Землі» – Конференції ООН з питань довкілля і розвитку (United Nations Conference on Environment and Development – UNCED) у Ріо-де-Жанейро 3-14 червня 1992 р. Окрім РКЗК ООН, в результаті проведення конференції прийнято 3 важливих документи, які висвітлювали в тому числі і проблему зміни клімату: Декларацію з навколишнього середовища і розвитку, «Порядок денний на XXI століття», Заяву про принципи, що стосуються управління, захисту і стійкого розвитку всіх видів лісів [231].

У 1995 р в Берліні відбулася перша Конференція Сторін РКЗК ООН (COP-1), за результатами якої прийнято рішення 1/CP.1 – «Берлінський мандат». Рішення передбачало початок процесу, який дозволить Конвенції вжити належних заходів на період після 2000 року, включаючи посилення зобов'язань країн сторін угоди [227, с. 5]. Важливою складовою Мандату стало уточнення зобов'язання розвинутих країн щодо політики скорочення емісії парникових газів, а саме визначення кількісних цільових показників скорочення

антропогенних викидів парникових газів. Документ став першим кроком переходу до нового підходу боротьби зі змінами клімату.

Третій етап розвитку низьковуглецевої економіки розпочався із прийняття на 3-й щорічній Конференції Сторін (COP-3) Кіотського протоколу до РКЗК ООН 11 грудня 1997 році. Це був перший документ, який мав чітко окреслені та кількісно виражені зобов'язання країн щодо скорочення викидів парникових газів і терміни їх виконання. Цей період ознаменувався пошуком компромісу між екологією та економікою, розвитком економічних шляхів вирішення екологічної проблеми. Економічний етап характеризується якісно новим рівнем боротьби зі змінами клімату, передбачає пошук ефективних ринкових інструментів для досягнення низьковуглецевого розвитку.

Кіотський протокол прийнятий у межах Рамкової конвенції ООН про зміну клімату та фактично вводив її в дію. Він зобов'язував сторони скоротити сукупні обсяги антропогенних викидів парникових газів щонайменше на 5 % порівняно з 1990 р протягом п'ятирічного періоду з 2008 по 2012 рр. та досягти значних результатів у реалізації цих зобов'язань до 2005 р [49]. Він передбачав ведення країнами кадастрів антропогенних викидів парникових газів, створення системи оцінки викидів парникових газів, а також можливість торгівлі викидами між сторонами угоди для реалізації своїх зобов'язань тощо.

Документ набув чинності лише у 2005 р, після ратифікації протоколу необхідними 55-ма сторонами, у тому числі сторонами, на які припадає щонайменше 55 % усіх викидів вуглекислого газу. Загалом до протоколу долучилися 192 країни, Україна ратифікувала документ у 2004 р. Із прийняттям Протоколу розпочала свою діяльність Конференція сторін, яка є нарадою Сторін Кіотського протоколу (CMP). Це щорічна конференція, яка відбувається протягом того ж періоду, що й Конференція Сторін РКЗК ООН.

На 4-й конференції сторін у Буенос-Айресі в 1998 р (COP-4) прийнято Буенос-Айреський план дій, який передбачав роботу над питанням фінансового механізму, розробки і передачі екологічно безпечних технологій, організації подальшої роботи тощо [228, с. 4]. На конференції ухвалено рішення делегувати

повноваження щодо управління фінансовим механізмом Глобальному екологічному фонду (ГЕФ), а Допоміжному органу для консультування по наукових і технічних аспектах започаткувати процес консультації сторін із питань та проблем розробки і передачі технологій.

Окрім співпраці в межах Конвенції, проблема зміни клімату постійно згадувалася на конференціях ООН з навколишнього середовища та сталого розвитку. Рішення конференцій неодноразово закликали країни доєднатися до Кіотського протоколу та негайно розпочати діяти в напрямку стабілізації концентрації вмісту парникових газів в атмосферному повітрі. Організацією Об'єднаних Націй 6–8 вересня 2000 р проведено Саміт тисячоліття, який відбувся у Нью-Йорку. За результатами зустрічі прийнято Декларацію тисячоліття, яка закріплювала твердий намір учасників докласти зусиль для забезпечення набуття чинності Кіотського протоколу (бажано до 2002 р) та розпочати передбачене протоколом скорочення викидів парникових газів [245, с. 6].

Проблема зміни клімату відзначалася також і у 2002 р на Всесвітньому саміті зі сталого розвитку у Йоганнесбурзі, на якому прийнято Йоганнесбурзьку декларацію зі сталого розвитку та Йоганнесбурзький план виконання рішень. У пункті 38 Плану підкреслено ключову роль РКЗК ООН у вирішенні глобальних проблем, що пов'язані зі змінами клімату. Затверджено країнам, які ратифікували Кіотський протокол, приступити до передбаченого скорочення викидів парникових газів, а країнам, що досі не ратифікували його, – не зволікати з цим питанням [233, с. 28].

Цілі Кіотського протоколу не були досягнуті до встановленого терміну, тому, в 2012 р у Досі, прийнято поправку до Кіотського протоколу, яка визначала зобов'язання Сторін на другий період дії Протоколу (2013–2020 рр.). Дохійська поправка встановила нові кількісні зобов'язання Сторін щодо обсягу скорочення викидів двоокису вуглецю, внесла трифторид азоту до переліку парникових газів, за якими повинні звітуватися Сторони, а також передбачала зменшення сукупних викидів парникових газів принаймні на 18 % нижче порівняно із рівнем 1990 р [167]. Нові правила не задовольняли низку Сторін, зокрема, Україна поправку не прийняла, а необхідні три чверті Сторін прийняли документ лише у 2020 р.

Спроби боротьби зі змінами клімату в межах Кіотського протоколу не принесли очікуваних результатів, а механізми його реалізації мали непередбачувані негативні ефекти. Тому, на заміну Кіотського протоколу, дія якого завершувалася у 2020 р, прийшла Паризька угода. Важливою подією, яка передувала Паризькій угоді став Саміт ООН із сталого розвитку 25–27 вересня 2015 р. На ньому погоджено новий глобальний порядок денний на наступні 15 років «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 р», де окремою ціллю виокремлено вирішення проблеми зміни клімату. Відповідними завданнями є: підвищити стійкість до небезпечних кліматичних явищ та стихійних лих; інтегрувати заходи реагування на зміни клімату до національної політики, стратегій та планів; поліпшити освіту та обізнаність суспільства щодо питань змін клімату; реалізувати розвинутим країнам-учасникам РКЗК ООН зобов'язання щодо мобілізації 100 млрд. дол. США до 2020 р для пом'якшення клімату у країнах, що розвиваються; сприяти створенню механізмів підвищення потенціалу для ефективного планування та управління, пов'язаного зі змінами клімату у найменш розвинутих країнах і малих острівних державах [242, с. 23].

Абсолютно новий підхід до вирішення проблеми зміни клімату передбачає Паризька угода, прийнята 12 грудня 2015 р на 21-й Конференції Сторін (COP-21) та набула чинності 4 листопада 2016 року. Угода спрямована на зміцнення глобального реагування на загрозу зміни клімату, її основними цілями є стримання зростання глобальної середньої температури значно нижче 2°C понад доіндустріальні рівні і докладання зусиль для обмеження зростання температури до 1,5°C понад доіндустріальні рівні, підвищення опірності та здатності адаптуватися до несприятливих наслідків зміни клімату, забезпечення узгодженості фінансових потоків на розвиток низьковуглецевої економіки [71].

Угода працює на основі п'ятирічних циклів – національно визначених внесків (НВВ), які подаються країнами-сторонами угоди до Секретаріату РКЗК ООН що п'ять років. Кожна країна самостійно визначає свій внесок у глобальну боротьбу із кліматичними змінами та їх наслідками, проте кожен наступний НВВ повинен бути прогресивніший за попередній. Окрім того, в угоді країнам-

сторонам рекомендовано формувати довгострокові стратегії (LT-LEDS). Таким чином, Паризька угода пропонує новий нестандартний механізм міжнародної співпраці задля пом'якшення наслідків зміни клімату, а її основною перевагою є гнучкість до національних особливостей.

Подальше міжнародне співробітництво переважно спрямоване на створення умов для успішної реалізації Паризької угоди. Так, у 2018 р на 24-й Конференції Сторін (COP-24) у Катовіце (Польща) ухвалено Катовіцький кліматичний пакет (його також називають «Книгою правил Паризької угоди»). Пакет надає сторонам угоди вказівки та рекомендації щодо розробки передбаченої документації на засадах цілісності, прозорості, співставності тощо. У 2021 р на COP-26 у Глазго (Велика Британія) підписаний Глазговський кліматичний пакт, в якому узгоджена необхідність негайного скорочення глобальних викидів CO₂ на 45 % відносно рівня 2010 р до 2030 р та досягнення нульових викидів приблизно до 2050 р із метою обмеження глобального потепління до 1,5 °C тощо [183, с. 3–5]. Таким чином, на конференції завершено роботу над «Книгою правил Паризької угоди». Важливою ініціативою стало створення спеціального фонду компенсації збитків і втрат для підтримки країн, що найбільше постраждали від зміни клімату, у 2022 р на COP-27 у Шарм-ель-Шейху (Єгипет) [178]. Створення фонду надає не лише фінансовий механізм компенсації незворотних втрат, а й є кроком до усвідомлення всіма країнами відповідальності за кліматичну кризу.

Паризька угода передбачає перегляд колективного прогресу в межах глобального аналізу (GST) кожні 5 років, починаючи з 2023 р [176, с. 19]. Тому, на 28-й Конференції сторін, що проходила в Дубай (Об'єднані Арабські Емірати), завершено Перший глобальний аналіз (GST1). Підкреслено, що, незважаючи на загальний прогрес у протидії зміні клімату, сторонами ще не досягнуто мети угоди та її довгострокових цілей [177, с. 2]. Завершення роботи та обговорення першого глобального аналізу є важливою подією, оскільки визначає поточний стан досягнення цілей угоди, виокремлює сильні та слабкі сторони вирішення проблеми та окреслює напрямки інтенсифікації зусиль.

Прикладний етап низьковуглецевого зростання триває донині. Його подальший розвиток передбачає посилення міжнародного співробітництва задля

спільної боротьби зі зміною клімату, вдосконалення наявних та пошук нових механізмів та стратегій стримування глобального потепління [24].

Слід зазначити, що вирішення проблеми надмірних викидів парникових газів соціосферою можливе лише за умови об'єднання зусиль усього світу довкола неї. Ці зусилля повинні мати попереджувальний характер, важлива системність та узгодженість роботи суб'єктів господарювання.

1.2. Концептуальні засади забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки

У сучасній науковій та практичній площині концепція забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки розглядається як цілісна система теоретичних положень, стратегічних орієнтирів та інституційно-управлінських рішень, спрямованих на формування нової моделі економічного зростання, що поєднує підвищення добробуту суспільства з екологічною безпекою.

На *теоретичному рівні* ця концепція ґрунтується на міждисциплінарному поєднанні економіки, екології, енергетики, інноваційного розвитку та кліматичної політики. На *політичному рівні* вона відображається в стратегіях декарбонізації, інтеграції кліматичних цілей до соціально-економічного планування, а також у міжнародних зобов'язаннях держав, зокрема в межах Паризької угоди та Європейського зеленого курсу. На *інституційному рівні* реалізація концепції передбачає створення ефективної системи управління, взаємодії державного, приватного і громадського секторів, формування нормативно-правової та фінансово-економічної бази для забезпечення низьковуглецевої трансформації.

У цілому, концепція забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки – це система взаємопов'язаних цілей, принципів, пріоритетів, механізмів та інструментів, спрямованих на досягнення довгострокового економічного зростання із одночасним скороченням викидів парникових газів, підвищенням енергоефективності, розвитком відновлюваної енергетики та забезпеченням

стійкого природокористування. Вона орієнтується на системні структурні зміни в економіці, які дозволяють мінімізувати вуглецевий слід та сформувати передумови для досягнення кліматичної нейтральності у середньо- та довгостроковій перспективі. Загальне бачення концепції доцільно зобразити у вигляді схеми (рис. 1.5).

Низьковуглецева економіка покликана вирішити проблему зміни клімату за допомогою економічних інструментів трансформації соціально-економічної системи на засади кліматичної нейтральності при збереженні або пришвидшенні темпів розвитку суспільства. Вона спрямована на зменшення антропогенного впливу на парниковий ефект, який лежить в основі глобального потепління і виникає внаслідок надмірних викидів в атмосферу парникових газів природного та антропогенного походження. Парниковими газами називають газоподібні складові атмосфери, які поглинають або перевипромінюють інфрачервоне випромінення [16]. Значні викиди парникових газів унаслідок господарської діяльності зумовлюють надмірну затримку тепла у приземному шарі атмосфери та підвищення температури повітря. Відповідно, виникає проблема глобального потепління. Під глобальним потеплінням розуміють довготривалі зміни у температурному режимі планети і, як наслідок, зміни клімату. Поняття змін клімату слід розглядати набагато ширше та більш комплексно, враховуючи не лише трансформацію температурного режиму, а й наслідки такої трансформації, які проявляться у атмосфері, зокрема зміни інших метеорологічних величин та метеорологічних явищ [28]. Таким чином, концепція забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки спрямована на усунення причин і мінімізацію наслідків зміни клімату шляхом скорочення викидів парникових газів та перебудови економіки на екологічно збалансовані засади.

Основна концептуальна ідея полягає у формуванні стійкої, інноваційної, конкурентоспроможної економіки, яка забезпечує зростання добробуту населення за рахунок енерго- та ресурсоефективності, зменшення викидів парникових газів і екологізації виробництва, із орієнтацією на інтеграцію до європейського кліматичного простору та адаптацію кращих світових практик.



Рис. 1.5. Концепція забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки

*Складено дисертанткою.

Практична реалізація концептуальної ідеї передбачає комплексну системну трансформацію парадигми економічного розвитку. Тому, до її *ключових складових доцільно віднести:*

1. *Поєднання економічного зростання з екологічною безпекою* – передбачає підвищення показників економічного розвитку та забезпечення добробуту населення без нанесення шкоди навколишньому природному середовищу, зокрема кліматичній системі. Такий ефект досягається шляхом декарбонізації всіх сфер економіки, переходу до альтернативних джерел енергії, забезпечення сталого розвитку територіальних громад, зокрема розвитку зеленої інфраструктури, екологічного громадського транспорту та підвищення енергоефективності будівель комунальної форми власності тощо.

2. *Використання сучасних інструментів*, адже практична реалізація ідеї потребує різнонаправлених інструментів сприяння зростанню на засадах чистого нуля, до основних доцільно віднести інновації, цифровізацію, зелене фінансування, ESG-підходи. Наприклад, впровадження інновацій у виробничі процеси дозволяє його декарбонізувати та зменшити енергоемність. Цифровізація надає можливість оптимізувати виробничі процеси, поліпшити контроль та облік викидів парникових газів, а також розробляти прогнози та стратегії розвитку шляхом використання цифрових технологій. Такі прикладні можливості формують підґрунтя для більш глибоких трансформацій у сфері екологічного регулювання. Так, впровадження цифрових стратегій у сферу екологічного регулювання визначає нові алгоритмічні контури управління ресурсним потенціалом, забезпечуючи структурну реорганізацію екосистем економічної діяльності, що вимагає комплексної синхронізації між цифровими інструментами аналізу екологічних ризиків та механізмами стратегічного планування сталого розвитку [138, с.16]. Фінансовий інструмент зелене фінансування надають ресурсну підтримку проєктам організаціям для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, а ESG-підходи стимулюють трансформацію підприємств на засади сталого розвитку.

3. *Міжрівнева взаємодія: держава, громади, бізнес, міжнародні партнери*, що передбачає тісні вертикальні та горизонтальні зв'язки між організаціями, чіткий розподіл сфер відповідальності, координацію роботи та партнерство. Так, роль держави у забезпеченні низьковуглецевого розвитку економіки полягає у формуванні його нормативно-правової бази та національної стратегії низьковуглецевої економіки, розробці фінансових інструментів стимулювання та контроль за впровадженням відповідних заходів. Функції територіальних громад включають реалізацію національної політики на місцях, розроблення та впровадження локальних низьковуглецевих та енергоефективних проєктів й ініціатив. Бізнес відіграє ключову роль при реалізації ідей низьковуглецевої економіки, його завдання полягає у імплементації сталих-бізнес моделей, впровадженні кліматично нейтральних технологій виробництва у вугле- та енергоємні галузі господарства, трансформації підприємництва на засади чистого нуля. Міжнародне партнерство спрямоване на забезпечення обміну досвідом, екоінноваціями, зеленими технологіями, а також сприяє залученню фінансової підтримки проєктів, орієнтованих на скорочення викидів парникових газів та пом'якшення наслідків змін клімату. Слід зазначити, що жоден рівень не здатен самотійно подолати проблему змін клімату, лише тісна взаємодія дозволяє досягти очікуваного результату.

4. *Адаптація міжнародного досвіду до національних умов*, що проявляється у інтеграції кращих світових практик випровадження засад низьковуглецевої економіки з урахуванням національних соціально-економічних та екологічних умов. Вона передбачає переосмислення запозичених рішень. Наприклад, при впровадженні таких практик в Україні важливо враховувати безпекові виклики та особливості післявоєнного відновлення.

Відповідно метою запропонованих нами концептуальних засад низьковуглецевої економіки є досягнення кліматичної нейтральності та формування конкурентоспроможної економіки на засадах екологічної безпеки, енергоефективності та інновацій.

Об'єкт низьковуглецевої економіки доцільно розглядати як сукупність усіх напрямків економічної та іншої діяльності, під час якої відбувається емісія парникових газів або їх поглинання. Її предмет – заходи, методи, інструменти та технології переходу до кліматично нейтрального способу життя та ведення господарства на різних рівнях: міжнародному, національному, регіональному, локальному та індивідуальному.

До суб'єктів реалізації належать міжнародні організації, центральні органи виконавчої влади, місцеві органи самоврядування, енергетичні компанії, промислові підприємства, інноваційні стартапи, наукові установи, громадські організації. За рівнем впливу їх доцільно поділити на: глобальні, макрорівня, мезорівня, мікрорівня та нанорівня (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Ієрархічна структура реалізації концепції низьковуглецевої економіки

**Складено дисертанткою.*

До глобальних належать міжнародні організації та окремі органи таких організацій, які займаються пошуком шляхів вирішення проблеми зміни клімату.

Особливу роль на міждержавному рівні відіграють міжнародні фінансові організації, які надають фінансову підтримку сталого та низьковуглецевого розвитку, включаючи інвестування у відповідні проекти приватного та житлового сектору.

Суб'єктами макрорівня є органи влади держав, які визначають національну політику та стратегічні напрями розвитку низьковуглецевої економіки окремої держави.

На мезорівні реалізації низьковуглецевої економіки можна виділити такі підрівні суб'єктів як: регіональні галузеві та місцеві.

До регіонального рівня належать регіональні органи державної влади, а до місцевого – органи місцевого самоврядування. Вони спрямовують свою діяльність на створення регіональних або місцевих програм низьковуглецевого розвитку та сприяють впровадженню національної стратегії та своєму рівні.

Галузевий рівень включає профільні міністерства, та інші центральні органи виконавчої влади, що здійснюють управління та регулювання низьковуглецевого розвитку окремих секторів, галузей і підгалузей економіки.

На мікрорівні до суб'єктів впровадження належать підприємства, установи та організації, діяльність яких передбачає скорочення викидів парникових газів, підвищення енергоефективності або популяризацію низьковуглецевої концепції у суспільстві. Особливо значущими суб'єктами мікрорівня є підприємства, що здійснюють найбільшу кількість викидів парникових газів, зокрема енергетики та металургії.

Суб'єктом нанорівня є окремий індивід, який у процесі життєдіяльності сприяє скороченню антропогенних викидів парникових газів. Окрім того, до цього рівня варто віднести вчених та наукові установи, які працюють над проблемою зміни клімату та пошуком шляхів трансформації економічної системи на засади низьковуглецевого розвитку.

Таким чином, впровадження низьковуглецевої економіки реалізовується за рахунок синергетичної дії глобальних та національних інструментах мотивації та локальних практичних заходів скорочення викидів парникових газів та

адаптації до зміни клімату. Перехід до низьковуглецевої економіки вимагає комплексного розуміння заходів пом'якшення наслідків кліматичних змін різних рівнів та їх причино-наслідкові зв'язки. Вчені Майк Ходсон та Саймон Марвін у своєму дослідженні про становлення низьковуглецевого майбутнього Великобританії, зазначають, що перехід на засади низьковуглецевого розвитку економіки передбачає об'єднання технічного розуміння з низкою національних, міських та регіональних, політичних, економічних, екологічних, комерційних і суспільних інтересів, щоб розуміти, як може виглядати низьковуглецева трансформація та що вона означає для різних місць [190, с. 2].

При формуванні концепції забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки важливим є виділення її принципів. Міністерство навколишнього середовища Японії при побудові стратегії низьковуглецевого суспільства виокремило 3 його принципи: мінімізація викидів діоксиду вуглецю у всіх секторах; перехід до простішого способу життя, який забезпечує кращу якість життя (від суспільства масового споживання до суспільства, орієнтованого на якість життя, революція під проводом вибору споживачів, дух «Моттайнай»); співіснування з природою (підтримка та відновлення природного середовища, необхідного для людського суспільства) [156, с. 2,4].

В основу концепції забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки нами закладено *систему принципів*, дотримання яких є необхідною умовою ефективної реалізації державної політики у цій сфері, до них належать:

- принцип сталості, який передбачає досягнення довгострокового соціально-економічного зростання за умови збереження природного середовища та кліматичної рівноваги;

- принцип інноваційності – полягає в орієнтації на розвиток та впровадження енергоощадних, екологічно чистих, ресурсоефективних технологій;

- принцип інтегрованості, тобто забезпечення міжсекторальної узгодженості кліматичної, енергетичної, екологічної та промислової політики;

- принцип багаторівневого управління – це поєднання зусиль держави, органів місцевого самоврядування, бізнесу, громадянськості;
- принцип адаптивності, який полягає у врахуванні регіональної специфіки, соціально-економічних умов та динаміки зовнішніх викликів;
- принцип кліматичної справедливості – спрямований на забезпечення рівного доступу до можливостей зеленого переходу для всіх верств населення і регіонів.

Цілі низьковуглецевого розвитку економіки доцільно поділити на прикладні та організаційні. До прикладних варто віднести принципи, на яких безпосередньо ґрунтується практична реалізація концепції низьковуглецевої економіки:

- енергоефективності та енергоощадності. Полягає у раціональному та ощадному використанні енергоресурсів, тобто збільшенні продуктивності затраченої енергії та скорочення споживання енергії в усіх сферах життя суспільства;
- досягнення чистого нуля в усіх сферах. Передбачає скорочення та поступове максимальне зведення до нуля викидів парникових газів у всіх секторах та галузях національної економіки, а не лише у найбільш вуглецемістких;
- секвестрації викидів вуглецю. Включає створення вуглецевих полігонів та ферм, використання технологій вловлювання, використання та/або безстрокове зберігання тих викидів діоксиду вуглецю, які повністю усунути на даному етапі науково-технічного прогресу неможливо, з метою досягнення кліматичної нейтральності суспільства;
- адаптації до зміни клімату. Полягає у пристосуванні та зменшенні вразливості природних та соціально-економічних систем до сучасних та майбутніх наслідків кліматичних змін.

Для реалізації вищеперелічених принципів необхідні відповідні організаційні умови, які ґрунтуються наступних принципах:

- міжнародного співробітництва. Виражається у залученні країн до глобальної боротьби зі зміною клімату шляхом укладання міжнародних угод та виконання ними відповідних зобов'язань;

- низьковуглецевої інноваційності. Полягає у впровадженні новітніх технологій секвестрації вуглецю, вуглецевонейтральних технологій виробництва тощо;

- фінансової підтримки. Передбачає впровадження фінансових інструментів, які б стимулювали розвиток низьковуглецевих технологій та обмежували вуглецемістке виробництво, наприклад, субсидіювання низьковуглецевого виробництва, інвестування у безвуглецеві технології виробництва, запровадження вуглецевого податку тощо;

- соціальної залученості. Принцип включає долучення громадськості до популяризації та просування низьковуглецевої концепції серед широкого загалу.

Низьковуглецева економіка, як концепція нового економічного розвитку, покликана забезпечити перехід суспільства до нульових викидів парникових газів. Тому, її *основними завданнями є*:

- трансформація енергетичного сектору на засади чистого нуля. Передбачає поступову відмову від традиційних джерел енергії і теплоенергетики зокрема та перехід до відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). За даними Інституту світових ресурсів (WRI) у 2021 р 75,7 % викидів парникових газів припадало на енергетичний сектор і лише при виробництві електро- та теплоенергії утворилось 29,7 % усіх викидів [182]. Тому, завдання включає підвищення ефективності виробництва енергії, модернізацію та переоснащення енергетичного сектору, скорочення витрат енергії при транспортуванні та розподілі, перехід до енергоефективних та енергоощадних технологій кінцевого споживання, нарощування потужностей відновлюваної енергетички, поступовий перехід повністю до альтернативних джерел енергії;

- скорочення викидів парникових газів неенергетичними галузями економіки. Інститут світових ресурсів надає інформацію, що станом на 2021 р викиди парникових газів від промислових процесів складали 6,5 % світових

викидів (без урахування споживання енергії), а сільського господарства – 11,7 % [182]. Таким чином, завдання полягає у досягненні кліматичної нейтральності при виробництві товарів та послуг, зокрема у галузях сільського господарства та промисловості, які емітують найбільше парникових газів: тваринництві, хімічній, нафтохімічній та цементній промисловості. Окрім того, неенергетичним галузям також слід підвищувати енергоефективність та раціонально використовувати паливні природних ресурсів із метою досягнення максимальних результатів при мінімальному впливі на кліматичну систему.

- перехід до кліматично нейтральних видів транспорту. Реалізація цього завдання охоплює два напрямки: переорієнтацію автомобілебудівної промисловості на виробництво екологічно чистих видів транспорту, зокрема електромобілів, а також розвиток відповідної інфраструктури електрозаправних станцій. Завдання полягає у поступовому заміщенні транспорту, що працює на викопному паливі, екологічним особистим, громадським, комерційним та спеціалізованим транспортом;

- забезпечення компенсації викидів парникових газів їх поглинанням. Завдання спрямоване на поліпшення вуглецевого балансу за рахунок технічної та біологічної секвестрації вуглецю. Технології штучного поглинання діоксиду вуглецю забезпечують вловлювання CO₂ із викидів промислових підприємств, його компримування, транспортування, подальше використання та/або захоронення в геологічні сховища за допомогою спеціального обладнання. Біосеквестрація полягає в поглинанні діоксиду вуглецю рослинами та його подальшому депонуванні у рослинній біомасі та ґрунті. Для біологічної секвестрації вуглецю важливим є забезпечення раціонального землекористування, що включає збереження, охорону та відновлення лісових ландшафтів; оптимізацію використання агроландшафтів, зокрема впровадження точного землеробства; ренатуралізація порушених ландшафтів тощо;

- забезпечення пристосування до наслідків зміни клімату. Завдання передбачає здійснення заходів для забезпечення соціально-економічного розвитку, з врахуванням сучасних та прогнозованих на майбутнє наслідків зміни

клімату. Особливу увагу слід приділяти найбільш вразливим територіям та галузям господарства (таким як сільське господарство);

- створення та постійна модернізація економічних інструментів регулювання викидів парникових газів. Полягає у розробці та використанні різнорівневих ринкових, фінансових, інвестиційних важелів переходу до кліматично нейтрального способу життя суспільства, які б були ефективними за конкретних умов із врахуванням ризиків та перешкод, що можуть виникати при їх реалізації. Наприклад, до них можна віднести субсидіювання кліматично нейтральних підприємств, накладання санкцій на підприємства емітентів парникових газів тощо;

- підвищення низьковуглецевої свідомості суспільства. Завдання спрямоване на зменшення вуглецевого сліду окремої особи за рахунок формування низьковуглецевої культури у суспільстві. Воно охоплює поширення знань про зміну клімату та її наслідки, популяризацію низьковуглецевого способу життя (використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), енергоефективних та енергоощадних технологій у побуті та користування безвуглецевим транспортом), формування відповідального споживання товарів та послуг (надання переваги вуглецевонейтральним товарам та послугам) тощо.

Лише синергетичне виконання поставлених завдань забезпечить результативність впровадження концепції низьковуглецевої економіки.

Важливим компонентом формування концепції забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки є *визначення основних інструментів її реалізації*. Їх доцільно поділити на нормативно-правові та фінансово-економічні. До нормативно-правових належать міжнародні угоди та національне законодавство у сфері протидії змінам клімату та переходу відновлюваних джерел енергії. Фінансово-економічні інструменти включають податкові й фінансові стимули (зелені облігації, ESG-інвестиції, субсидії, пільги тощо).

Нормативно-правові інструменти формують умови для реалізації політики низьковуглецевого розвитку економіки на різних рівнях. Вони є основним інструментом, що регулює взаємовідносини суспільства з

навколишнім природним середовищем, шляхом встановлення обмежень та стимулів. Так, міжнародні угоди створюють глобальні та регіональні стандарти переходу до низьковуглецевої економіки, які держави можуть імплементувати у національну нормативно-правову базу. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату, Кіотський протокол та Паризька угода становлять основу міжнародного нормативно-правового інструментарію. Окрім того, на регіональному рівні таким інструментом є Європейський кліматичний закон, який є правовим інструментом реалізації Європейського зеленого курсу (European Green Deal), що встановлює юридичне зобов'язання країнам-членам Європейського Союзу щодо скорочення викидів парникових газів щонайменше на 55 % до 2030 р та досягнення кліматичної нейтральності до 2050 р. До національних нормативно-правових інструментів низьковуглецевого розвитку варто віднести закони та підзаконні акти, а також національні стратегії та плани.

Фінансово-економічні інструменти спрямовані на створення умов для суб'єктів господарювання, за яких перехід до низьковуглецевих принципів розвитку стане економічно доцільним. Одним із найефективніших економічних інструментів реалізації низьковуглецевої концепції є податок на викиди парникових газів. Його розмір зазвичай визначається на національному рівні. Так, станом на квітень 2025 р податок на викиди парникових газів встановлено у 31 країні світу, найвищий він в Уругваї (158,8 дол. США/т eCO_2), Швеції (144,6 дол. США/т eCO_2), Ліхтенштейні (136 дол. США/т eCO_2) та Швейцарії (136 дол. США/т eCO_2), а найнижчий – в Україні (0,7 дол. США/т eCO_2) та Польщі (0,1 дол. США/т eCO_2) [257]. Дієвість податкового інструменту залежить від розміру податку та ефективності використання податкових надходжень. Чим вища ставка, тим більшу ціну платить виробник та споживач за виробництво та споживання вуглеємної продукції. Відповідно, виникає фінансовий стимул розвитку інноваційних технологій, впровадження енергоефективних заходів та переходу до відновлюваних джерел енергії. Окрім того, важливим є спрямування доходів від податку на трансформацію соціально-економічної системи на засади низьковуглецевого розвитку та подолання наслідків кліматичних змін шляхом

фінансування низьковуглецевих проєктів, декарбонізацію енергетики та виробництва, розвитку зеленої інфраструктури. Також до податкових інструментів належить надання податкових пільг суб'єктам господарювання, які працюють на засадах кліматичної нейтральності або впроваджують енергоефективні технології, відновлювані джерела енергії тощо.

Процес переходу до низьковуглецевої економіки потребує значних інвестицій у низьковуглецеві технології, модернізацію інфраструктури, розбудову відновлюваної енергетики та зменшення екологічного сліду промислових підприємств. У зв'язку з цим зростає актуальність використання спеціалізованих фінансових інструментів, орієнтованих на мобілізацію капіталу для розв'язання екологічних проблем. Найбільш значущими серед них є зелені облігації та ESG-інвестиції (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Порівняльна характеристика зелених облігацій та ESG-інвестицій

Критерій	Зелені облігації	ESG-інвестиції
Природа інструменту	Борговий цінний папір, кошти якого спрямовуються на «зелені» проєкти.	Стратегія інвестування з урахуванням екологічних, суспільних та управлінських факторів.
Основна мета	Фінансування певних екологічних заходів (декарбонізація, енергоефективність).	Формування збалансованого інвестиційного портфеля зі зменшеними ризиками та тривалою сталістю.
Об'єкти інвестування	Цільові проєкти (ВДЕ, енергоощадність, чистий транспорт та інше).	Компанії, що відповідають ESG-засадам у різних секторах.
Механізм оцінки ефективності	Звітність щодо використання коштів та екологічний вплив проєкту.	ESG-рейтинги, нефінансова звітність, індекси сталого існування.
Регуляторна база	Green Bond Principles (ICMA), EU Green Bond Standard тощо.	Принципи ООН стосовно відповідального інвестування (PRI), ESG-норми агентств.
Рівень поширеності в Україні	Обмежений, лише декілька пілотних проєктів.	Виникає, збільшується зацікавлення з боку банків, фондів, бізнесу.
Роль у декарбонізації	Пряме фінансування екологічних заходів.	Непряма підтримка сталого розвитку через коригування поведінки бізнесу та оцінку загроз.

**Сформовано дисертанткою на основі [45, с. 191].*

У фінансовій системі зелені облігації та ESG-інвестиції є значущими інструментами підтримки сталого розвитку й протидії зміні клімату. Вони утворюють нову парадигму фінансування, в котрій екологічні та соціальні цілі інтегруються у фінансові стратегії (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Логіко-структурна схема механізму функціонування зелених облігацій та ESG-інвестицій

**Складено дисертанткою на основі[144; 113, с. 460].*

Зелені облігації та ESG-інвестиції є взаємодоповнюючими складниками сучасної парадигми сталого фінансування. Обидва інструменти спрямовані на підтримку проєктів, що сприяють екологічній, соціальній та управлінській зміні, проте мають різну природу і механізм впливу. Якщо розглядати за призначенням, то зелені облігації можуть входити до складу ESG-інвестпортфелів. Зелені облігації підсилюють «Е»-компонент ESG-стратегії. Оцінка ефективності для зелених облігацій здійснюється через вплив на

навколишнє середовище (енергоощадність тощо), а для ESG-інвестицій – врахування нефінансових загроз та довготривалої стабільності компаній. Регуляторна підтримка зелених облігацій часто підтримуються через природоохоронні програми, а для ESG-інвестицій підтримуються стандартами звітування (GRI, SASB, EU Taxonomy, SFDR та інші). Спільне використання зелених облігацій та ESG-інвестицій збільшує стійкість та привабливість національної економіки; сприяє стійкому бізнесу, доступу до міжнародного капіталу [114, с. 41; 47; 29].

Субсидіювання та пільгове кредитування низьковуглецевих проєктів є суттєвими фінансово-економічними інструментами впровадження ідей низьковуглецевого розвитку як в економіку, так і в соціосферу. Так, субсидіювання полягає у наданні фінансової допомоги з метою зниження витрат суб'єктів господарювання та населення на перехід до низьковуглецевого розвитку. Пільгове кредитування спрямоване на стимулювання декарбонізації та підтримку кліматично нейтральних ініціатив за рахунок надання кредитів на вигідніших за стандартні умови. Цей вид кредитування може передбачати надання позики за зниженими процентними ставками, відстрочка платежів, збільшення строку погашення кредиту тощо. Окрім того, при такому кредитуванні часткову суму позики чи відсотки за кредит може погасити не позичальник, а третя заінтересована сторона (наприклад, держава, міжнародна організація тощо). Таким чином, інструменти сприяють популяризації концепції низьковуглецевого розвитку економіки та залученню інвестицій для її реалізації.

Трансформації суспільства на засади низьковуглецевої економіки сприяють цифрові інструменти, які забезпечують функціонування інформаційних систем моніторингу динаміки викидів парникових газів, споживання енергії, впровадження низьковуглецевих заходів тощо. Вони спрощують та автоматизують процес збору даних, їх обробку та систематизацію, подачу звітності тощо. Так, одними з найпрезентативніших інструментів оцінки ефективності декарбонізації є Net Zero Readiness Index (NZRI) та The Green Future Index (GFI) [59, с. 172], які здійснюють комплексну оцінку рівня низьковуглецевого розвитку держав із використанням інформаційних

технологій. Окрім того, цифрові інструменти використовуються у виробничих процесах у енергетиці, промисловості та сільському господарстві, а також при просторовому плануванні громад із метою підвищення ефективності використання природних ресурсів та мінімізації негативного впливу на природне середовище і кліматичну систему зокрема.

Суттєве значення при обґрунтуванні концепції відіграє визначення результатів її практичної реалізації. Шичжень Бай, Цзямін Чжоу, Му Ян, Цзаолі Ян, Юнмей Цуй у своєму дослідженні доходять висновку, що низьковуглецевий розвиток є вирішальним і ефективним підходом до досягнення сталого розвитку, адже має значний позитивний вплив на ВВП, та покращення здоров'я людей (зокрема при впровадженні у промисловий сектор та транспорт) [234, с. 8]. Таким чином, вчені зазначають не лише екологічний ефект від впровадження такої концепції. На нашу думку, трансформація суспільства на засади низьковуглецевого розвитку передбачає досягнення трьох взаємообумовлених ефектів: екологічного, економічного та соціального. Екологічний ефект проявляється в гальмуванні змін клімату та покращенні стану атмосфери. Економічний ефект полягає у збереженні або навіть прискоренні економічного зростання за рахунок розвитку інноваційних енерго- та ресурсощадних технологій, скорочення витрат на видобуток або закупівлю викопного палива тощо. Соціальний ефект охоплює підвищення якості життя та покращення здоров'я населення. Відповідно, синергетичним ефектом від переходу до низьковуглецевого розвитку є досягнення соціально-економічного розвитку без шкідливого впливу на кліматичну систему.

1.3. Методичні підходи діагностики стану та динаміки розвитку низьковуглецевої економіки

Комплексне дослідження низьковуглецевого розвитку економіки передбачає поліфакторний системний аналіз його компонентів та інтегральну оцінку стану. На сьогодні не існує єдиного підходу до визначення рівня низьковуглецевого розвитку, окремі науковці та організації пропонують

алгоритми обрахунку деяких часткових показників. Проте їх недостатньо для простеження основних тенденцій, їхніх причинно-наслідкових зв'язків тощо. Тому, нами запропоновано власну методику оцінки рівня низьковуглецевого розвитку економіки (рис. 1.8).

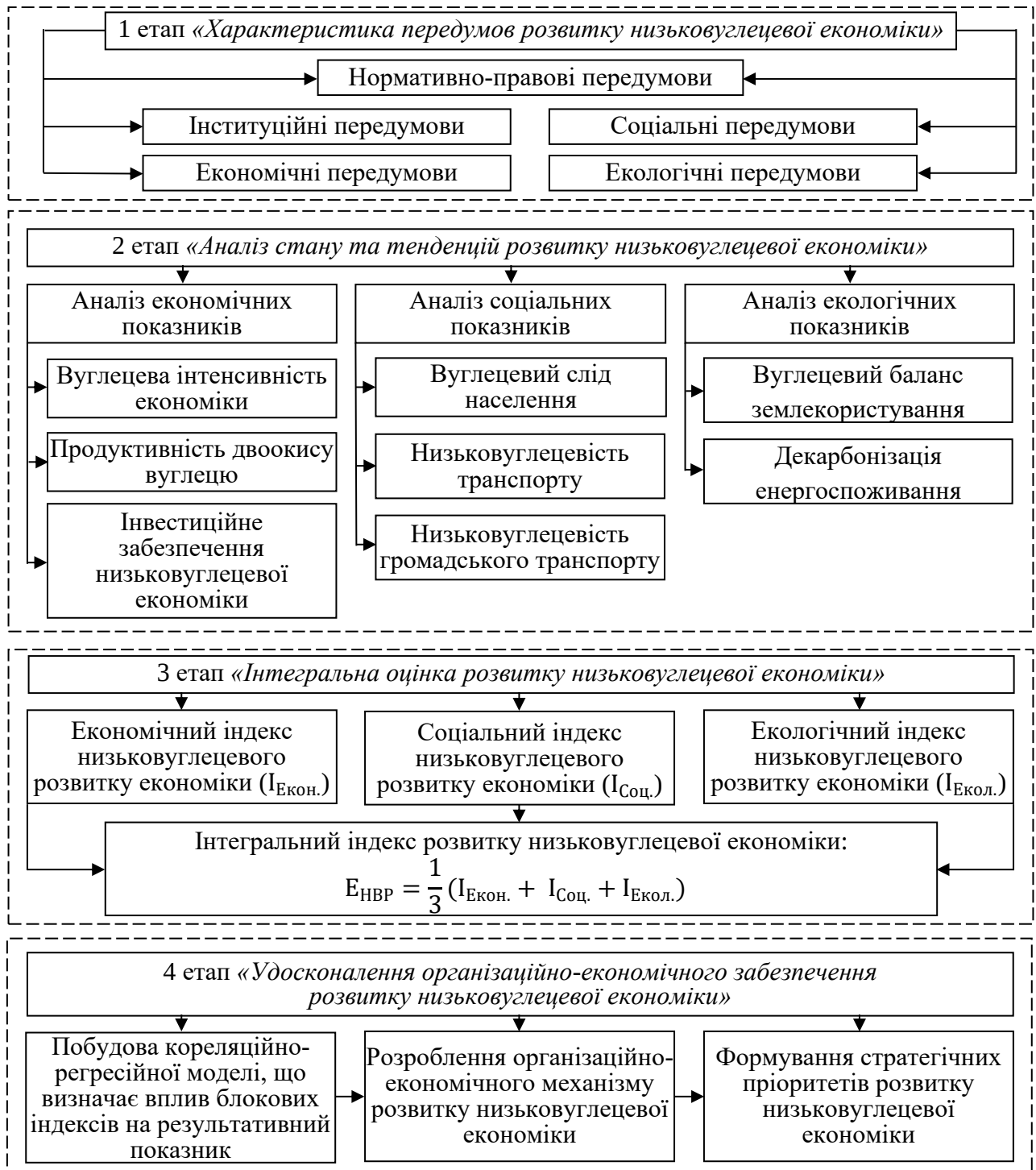


Рис. 1.8. Методики діагностики стану та тенденцій розвитку низьковуглецевої економіки

*Розроблено дисертанткою.

В основі розробленої методики лежать принцип науковості, системності, комплексності, об'єктивності, адаптивності та інші. Здійснення комплексної оцінки включає чотири послідовних етапи: характеристика передумов розвитку, аналіз стану та тенденцій розвитку, інтегральна оцінка розвитку та удосконалення організаційно-економічного забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки.

На *першому етапі «Характеристика передумов розвитку низьковуглецевої економіки»* проводиться комплексне дослідження чинників, які сприяють чи перешкоджають розвитку з низьким вмістом вуглецю. Такий аналіз включає регіональний, національний та міжнародний рівень. Умовно чинники поділено на нормативно-правові, інституційні, економічні, соціальні та екологічні.

Нормативно-правові чинники демонструють наскільки ефективно законодавча база сприяє впровадженню низьковуглецевої економіки. Їх дослідження передбачає вивчення національного законодавства та міжнародно-правових зобов'язань України щодо скорочення обсягів викидів парникових газів, охорони атмосферного повітря та забезпечення низьковуглецевого розвитку. Окрім того, важливим є визначення інституційної структури органів державної влади у провадженні політики низьковуглецевого розвитку, здійсненні моніторингу та контролю за викидами парникових газів джерелами забруднення тощо.

Економічні чинники висвітлюють рівень забезпечення низьковуглецевого розвитку практичними економічними інструментами реалізації. Основними складовими характеристики є податковий інструмент скорочення викидів парникових газів, субсидіювання низьковуглецевих ініціатив та особливості інвестиційного забезпечення низьковуглецевого зростання.

Аналіз соціальних чинників полягає у дослідженні рівня низьковуглецевої культури суспільства. Важливою складовою такого аналізу є оцінка наявної низьковуглецевої освіти, просвітницької діяльності, залученості громадськості, бізнесу, непрофільних наукових та державних установ до вирішення проблеми

глобального потепління та скорочення викидів парникових газів на різних рівнях.

Характеристика екологічних чинників полягає у вивченні стану навколишнього природного середовища, зокрема приземного шару атмосфери. Вона передбачає аналіз кліматичних змін, режиму випадання опадів, частоти та інтенсивності прояву екстремальних погодних явищ.

Впровадження засад низьковуглецевої економіки супроводжується її якісним та кількісним оцінюванням, тому, на *другому етапі «Аналіз стану та тенденцій розвитку низьковуглецевої економіки»* проводиться аналіз показників, які свідчать про поточний стан розвитку низьковуглецевої економіки. Відбір показників здійснювався за двома критеріями:

- вплив на розвиток низьковуглецевої економіки;
- наявність даних багаторічного моніторингу.

Основним показником для визначення рівня розвитку низьковуглецевої економіки є обсяг викидів парникових газів. Такі дані надаються кожною юридичною особою, яка здійснює викиди забруднюючих речовин та парникових газів в атмосферне повітря, за формою № 2-ТП (повітря) «Звіт про викиди забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів» відповідно до наказу № 159 від 08.06.2022 р Державної служби статистики України [97]. Окрім того, Державна служба статистики України здійснює розрахунок викидів окремих парникових газів у атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення, шляхом перемножування значень даних щодо споживання палива транспортом на специфічні для певних технологій спалення коефіцієнти викидів за окремими методиками для кожної категорії пересувних джерел забруднення за видами парникових газів для кожного виду спожитого палива окремо [60, с. 13]. Такі дані формуються лише на національному рівні, проте до 2015 включно розрахунок проводився ще й у розрізі адміністративних областей, міст зі спеціальним статусом та АР Крим.

Варто наголосити, що при оцінці розвитку низьковуглецевої економіки важливо брати до уваги не лише викиди двоокису вуглецю, але й інших парникових газів. Оскільки парникові гази мають різний вплив на кліматичні зміни, то для співставності показників використовують еквівалент двоокису вуглецю. Це одиниця виміру, яка прирівнює потенціал глобального потепління (ПГП) кожного парникового газу до потенціалу CO_2 за певний період часу (зазвичай використовується значення ПГП за 20 або 100 років). Переведення значень викидів парникових газів у еквівалент CO_2 можна записати за допомогою формули:

$$E_{\text{CO}_2} = B_i \times \text{ПГП}_i, \quad (1.1)$$

де E_{CO_2} – викиди парникового газу у еквіваленті CO_2 ; B_i – викиди i -го парникового газу; ПГП_i – потенціал глобального потепління i -го парникового газу.

Міжурядова група експертів зі змін клімату у своєму звіті у 2007 р встановила наступні широковживані міжнародною спільнотою індекси ПГП за 100 років: для CO_2 – 1 (еталонний); для CH_4 – 25; для N_2O – 298 [160, с. 212]. У 2013 р. у новому звіті МГЕЗК еквіваленти уточнено, для CO_2 він становить 1, для CH_4 – 28, для N_2O – 265 [161, с. 731]. Таким чином, для оцінки та порівняння впливу кожного парникового газу на кліматичні зміни доцільно використовувати дані викидів парникових газів у еквіваленті діоксиду вуглецю.

Проте, для аналізу розвитку низьковуглецевої економіки лише показника обсягу викидів парникових газів недостатньо, адже він не дає уявлення про стан соціоекономічної системи та навколишнього середовища досліджуваної території. Тому, виникає потреба їх співставлення із соціально-економічними та екологічними показниками.

Аналіз економічної складової розвитку низьковуглецевої економіки запропоновано здійснювати на основі трьох показників: вуглецевої інтенсивності економіки, продуктивності діоксиду вуглецю, інвестиційного забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки. Відібрані показники відображають рівень трансформації національного господарства на засади

кліматичної нейтральності та стан фінансового забезпечення заходів з протидії змінам клімату.

Важливим економічним показником-дестимулятором низьковуглецевого розвитку є *інтенсивність вуглецю*. Підходи до його визначення доволі різноманітні, проте більшість учених сходяться на думці, що інтенсивність вуглецю варто оцінювати як відношення емісії CO₂ до ВВП країни. Так, китайські вчені К. Лю, Ш. Дун, М. Хань, на основі аналізу попередніх досліджень, підсумовують, що інтенсивність емісії вуглецю визначають, як відношення викидів вуглекислого газу до ВВП, тобто обсяг CO₂, утвореного на одиницю економічного продукту (ВВП) [205, с. 3]. Американські та канадські науковці У. Гуньо, Дж. Какеу та Л. Лу у своєму дослідженні також використовують показник інтенсивності вуглецю як відношення викидів двоокису вуглецю до ВВП країни та вважають його критичним для оцінки ефективності кліматичної політики в країнах [192, с. 1–2].

У працях, які присвячені дослідженню викидів вуглецю певною галуззю чи напрямом, інтенсивність вуглецю визначають як обсяг викидів на відповідний кореляційний показник. Так, у звіті «Розрахунок значень викиду вуглецю в транспортному паливі за життєвий цикл у Каліфорнії», співробітники Ради з повітряних ресурсів (ARB) визначають інтенсивність вуглецю як міру викидів парникових газів на одиницю енергії палива, що вимірюється в грамах еквівалентних викидам двоокису вуглецю на мегаджоуль енергії палива (гCO₂е/МДж) [235, с. 1]. У звіті запропоновано розраховувати єдине сукупне значення інтенсивності вуглецю для всіх парникових газів (CO₂, CH₄, N₂O тощо) за рахунок приведення їхніх значень до еквіваленту вуглекислого газу та наголошено на необхідності врахування викидів парникових газів протягом усього життєвого циклу палива [235, с. 2, 8]. Британська компанія Перехідне управління в Північному морі (NSTA), яка ліцензує, регулює та має вплив на британську нафто-газову промисловість, морську водневу промисловість та індустрію зберігання вуглецю, виокремлює інтенсивність викидів парникових газів та інтенсивність CO₂. Відповідно, інтенсивність парникових газів вимірює

загальну кількість парникових газів, що викидаються для виробництва кожного бареля нафтового еквіваленту; а інтенсивність вуглецю вимірює кількість лише CO₂, що викидається для виробництва кожного бареля нафтового еквіваленту [171, с. 32]. Протокол парникових газів (GHG Protocol), створений Інститутом світових ресурсів (WRI) та Всесвітньою діловою радою зі сталого розвитку (WBCSD), надає широкий спектр можливостей визначення інтенсивності парникових газів та пропонує обчислювати його як викиди вуглекислого газу на відповідну одиницю виміру (наприклад, річні викиди на продукт, енергоефективність на продукт тощо) [237, с. 160, 115].

Розглянутий показник є широкоживаними у спеціалізованих організаціях та компаніях, які обчислюють низьковуглецевий розвиток економіки країн чи окремих підприємств. Так, наприклад, міжнародна компанія з Pricewaterhouse Coopers (PwC), зі штаб-квартирою у Лондоні, проводить розрахунок індексу чистого нуля економіки (Net Zero Economy Index) [153]. Для визначення індексу, обсяг викидів діоксиду вуглецю порівнюють із ВВП країни (групи країн) за відповідний період. Оцінка дозволяє визначити інтенсивність викидів двоокису вуглецю відповідно до рівня виробничої діяльності. Окрім того, організація розраховує паливний фактор, шляхом розрахунку обсягів викидів CO₂ на одиницю спожитої енергії та енергоемність – кількість спожитої енергії на одиницю виробленого ВВП. Показники розраховують із 2000 року для 67 країн, окремо для Європейського Союзу, країн Групи семи (G7), країн E7 та всього світу. Для обрахунку організація використовує дані Енергетичного інституту (Energy Institute), міжнародного енергетичного агентства (IEA), Світового банку, організації економічного співробітництва та розвитку (OECD) та власну статистичну інформацію.

За схожою методикою французька дослідна компанія Enerdata розраховує інтенсивність викидів CO₂ та вуглецевий фактор [259]. Інтенсивність викидів двоокису вуглецю обчислюється як відношення обсягів викиду CO₂ до ВВП країни. Вуглецевий фактор розглядається як відношення обсягів викидів CO₂ на тонну спожитої енергії (тонну нафтового еквіваленту). База даних організації

містить дані про більшість країн за переліченими показниками з 1990 р. Окрім того, компанія аналізує енергетичний ринок та розробляє кліматичні стратегії і прогнози.

Таким чином, показник інтенсивності вуглецю визначається як обсяг викидів двоокису карбону на одиницю виробленої продукції, доходу, виробленої чи використаної енергії. Генералізовану формулу для його обчислення доцільно записати у вигляді:

$$IB = \frac{ВПГ}{ВОВ}, \quad (1.2)$$

де IB – інтенсивність вуглецю; ВПГ – викиди парникових газів; ВОВ – відповідна одиниця виміру.

У дослідженні вуглецева інтенсивність економіки обчислювалася як відношення обсягу викидів парникових газів, виражених в еквіваленті діоксиду вуглецю до валового внутрішнього (регіонального) продукту:

$$BIE = \frac{Вкд_{CO_2}}{ВВП (ВРП)} + \frac{Вкд_{CH_4}}{ВВП (ВРП)}, \quad (1.3)$$

де BIE – вуглецева інтенсивність економіки, т еСО₂ / тис. дол.; Вкд_{CO₂} – обсяг викидів діоксиду вуглецю, т еСО₂; Вкд_{CH₄} – обсяг викидів метану, т еСО₂; ВВП (ВРП) – валовий внутрішній продукт (для розрахунку показника для усієї України) та валовий регіональний продукт (для обчислення значення у кожній адміністративній області та м. Київ), тис. дол.

Показник відображає скільки викидів парникових газів припадає на одиницю валового внутрішнього (регіонального) продукту, тобто чим нижче його значення, тим ефективнішими є викиди парникових газів. Тому, вуглецева інтенсивність економіки належить до показників-дестимуляторів. Його значення розраховано за обсягами викидів двох парникових газів: діоксиду вуглецю та метану для усієї України та кожної адміністративної області і м. Київ за період із 2010 по 2021 роки.

Наступним показником є *продуктивність вуглецю* – це показник-стимулятор розвитку низьковуглецевої економіки, обернений до вуглецевої інтенсивності вуглецю, який показує наскільки ефективними є викиди СО₂ для

вироблення певної продукції чи у тій чи іншій галузі. Тобто, чим вищим є показник продуктивності, тим менше вуглецю викидається при виробництві товару чи послуги.

Фінські вчені Н. Куосманен та Т. Мачульський визначають продуктивність вуглецю як обсяг виробленого економічного продукту на кожну одиницю вуглекислого газу, це показник, який описує здатність фірм виробляти товари, мінімізуючи викиди парникових газів [201, с. 2–3]. Корейські вчені Хейл Чон та інші підсумовують, що у наукових дослідженнях вуглецеву продуктивність зазвичай розглядають як обсяг доходу (на рівні підприємства) або ВВП (на рівні держави) виробленого на одиницю викидів вуглецю [198, с. 3]. У своєму дослідженні науковці довели, що продуктивність вуглецю негативно пов'язана із загальною волатильністю та волатильністю окремої компанії, тобто збільшення продуктивності вуглецю знижує ризики та може мати далекосяжні позитивні наслідки для компаній, інвесторів та суспільства [198, с. 2,8]. Платформа знань про зелене зростання (GGKP) продуктивність CO₂ пропонує розраховувати на основі двох взаємодоповнюючих показників: виробництва (ВВП на одиницю викидів CO₂) та попиту (дохід на одиницю викидів CO₂). Показники на основі виробництва фіксують загальну кількість викидів CO₂ під час виробничих процесів відносно виробленого ВВП, а показники на основі попиту визначають вуглецевий слід відносно доходу (з урахуванням впливу міжнародної торгівлі) [211, с. 13–14]. У вітчизняній літературі продуктивність вуглецю згадується як опосередкована характеристика впливу людини на клімат, ефективність ресурсокористування [109, с. 61].

Окрім того, продуктивність вуглецю можна визначити як обсяг викидів CO₂ при використанні окремих видів палива. Формула для такого обчислення набуде вигляду:

$$\text{ПВ} = \frac{\text{Вкд}_{\text{к.вуг.}}^{\text{CO}_2} + \text{Вкд}_{\text{газ.}}^{\text{CO}_2} + \text{Вкд}_{\text{бенз.}}^{\text{CO}_2} + \text{Вкд}_{\text{д.п.}}^{\text{CO}_2} + \text{Вкд}_{\text{м.}}^{\text{CO}_2} + \text{Вкд}_{\text{п.б.}}^{\text{CO}_2} + \text{Вкд}_{\text{др.}}^{\text{CO}_2} + \text{Вкд}_{\text{п.б.г.}}^{\text{CO}_2}}{8}, \quad (1.4)$$

де ПВ – продуктивність вуглецю; $\text{Вкд}_{\text{вуг.}}^{\text{CO}_2}$ – викиди CO_2 при використанні вугілля; $\text{Вкд}_{\text{газ.}}^{\text{CO}_2}$ – викиди CO_2 при використанні природного газу; $\text{Вкд}_{\text{бенз.}}^{\text{CO}_2}$ – викиди CO_2 при використанні моторного бензину; $\text{Вкд}_{\text{д.п.}}^{\text{CO}_2}$ – викиди CO_2 при використанні газойлів (дизельного палива); $\text{Вкд}_{\text{м.}}^{\text{CO}_2}$ – викиди CO_2 при використанні важких паливних мазут; $\text{Вкд}_{\text{п.б.}}^{\text{CO}_2}$ – викиди CO_2 при скрапленого пропану і бутану; $\text{Вкд}_{\text{др.}}^{\text{CO}_2}$ – викиди CO_2 при використанні дров для опалення; $\text{Вкд}_{\text{п.б.г.}}^{\text{CO}_2}$ – викиди CO_2 при використанні паливних брикетів та гранул з деревини та іншої природної сировини.

Відсутність даних про викиди діоксиду вуглецю при використанні різних видів палива зумовлює необхідність самостійного обчислення обсягів викидів за допомогою базового методу розрахунку викидів CO_2 за формулою:

$$\text{Вкд}_i^{\text{CO}_2} = (\text{Вик}_i \times \text{НТЗ}_i) \times (K_i^C \times \frac{44}{12}), \quad (1.5)$$

де $\text{Вкд}_i^{\text{CO}_2}$ – обсяг викидів діоксиду вуглецю при спалюванні i -го виду палива, т CO_2 ; Вик_i – обсяги використання i -го виду палива, тис. т (природний газ у млн. м^3); НТЗ_i – значення нижчої теплотворної здатності i -го виду палива, ТДж/тис. т; K_i^C – коефіцієнт емісії вуглецю для i -го виду палива, т С/ТДж.

Для розрахунку доцільно використовувати значення нижчих теплотворних здатностей (НТЗ) та коефіцієнти викидів парникових газів, за даними Національних звітів з інвентаризації парникових газів, які щорічно подаються до Секретаріату Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК ООН) (Додаток В, Таблиці В.1 – В.3). Оскільки у згаданих документах наданий коефіцієнт викидів карбону, то для його перерахунку у діоксид вуглецю значення коефіцієнта вуглецю необхідно помножити на 44/12 (співвідношення молекулярної маси діоксиду вуглецю – 44 та атому карбону – 12).

Обрахований за даною методикою показник продуктивності вуглецю характеризує лише обсяг викидів парникових газів на одиницю використаного палива, однак в економічному дослідженні цікавішим є взаємозв'язок із результатами економіки діяльності країни. Тому, для розрахунку запропоновано

порівняти комплексний економічний показник із обсягами емісії двоокису вуглецю.

Формулу для визначення продуктивності вуглецю в загальному вигляді можна записати таким чином:

$$ПВ = \frac{ОВП/ОД}{ВВГ}, \quad (1.6)$$

де ПВ – продуктивність вуглецю ОВП – обсяг виробленої продукції / доходу виражений у грошовому еквіваленті; ВВГ – викиди вуглекислого газу.

Продуктивність двоокису вуглецю запропоновано розраховувати як відношення валової доданої вартості до викидів діоксиду вуглецю різними видами економічної діяльності. Для проведення дослідження всі види економічної діяльності об'єднано у 7 сфер: аграрний сектор, добувна промисловість, переробна промисловість, енергетика, будівництво, транспорт та інші види послуг. Таким чином, індекс продуктивності діоксиду вуглецю обчислювався за формулою:

$$ПВ = \left(\frac{ВДВ_{А.}}{Вкд_{А.}^{CO_2}} + \frac{ВДВ_{Д.П.}}{Вкд_{Д.П.}^{CO_2}} + \frac{ВДВ_{П.П.}}{Вкд_{П.П.}^{CO_2}} + \frac{ВДВ_{Ен.}}{Вкд_{Ен.}^{CO_2}} + \frac{ВДВ_{Б.}}{Вкд_{Б.}^{CO_2}} + \frac{ВДВ_{Тр.}}{Вкд_{Тр.}^{CO_2}} + \frac{ВДВ_{Ін.}}{Вкд_{Ін.}^{CO_2}} \right) \div 7, \quad (1.7)$$

де ПВ – продуктивність діоксиду вуглецю; $ВДВ_{А.}$ – валова додана вартість аграрного сектору; $ВДВ_{Д.П.}$ – валова додана вартість продукції добувної промисловості; $ВДВ_{П.П.}$ – валова додана вартість продукції переробної промисловості; $ВДВ_{Ен.}$ – валова додана вартість енергетики; $ВДВ_{Б.}$ – валова додана вартість будівництва; $ВДВ_{Тр.}$ – валова додана вартість транспортних послуг; $ВДВ_{Ін.}$ – валова додана вартість інших видів послуг; $Вкд_{А.}^{CO_2}$, $Вкд_{Д.П.}^{CO_2}$, $Вкд_{П.П.}^{CO_2}$, $Вкд_{Ен.}^{CO_2}$, $Вкд_{Б.}^{CO_2}$, $Вкд_{Тр.}^{CO_2}$, $Вкд_{Ін.}^{CO_2}$ – обсяги викидів діоксиду вуглецю відповідним видом економічної діяльності.

Продуктивність парникових газів розраховується лише за обсягами емісії діоксиду вуглецю у зв'язку з відсутністю даних та можливості обрахунку викидів інших парникових газів.

Показник *інвестиційного забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки* дозволяє оцінити рівень фінансової підтримки заходів та проєктів

спрямованих на досягнення безвуглецевого зростання. Він визначався як середнє значення нормованих часткових показників, що входять до його складу та розраховувався за формулою:

$$\text{ІЗРНВЕ} = \frac{1}{4} (\text{КІ} + \text{ПВ} + \text{ЧКІ}_{\text{ВВП (ВРП)}} + \text{ЧПВ}_{\text{ВВП (ВРП)}}), \quad (1.8)$$

де ІЗРНВЕ – інвестиційне забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки; КІ – капітальні інвестиції на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату; ПВ – поточні витрати на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату; $\text{ЧКІ}_{\text{ВВП (ВРП)}}$ – частка капітальних інвестицій на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у ВВП (ВРП для регіонального дослідження); $\text{ЧПВ}_{\text{ВВП (ВРП)}}$ – частка поточних витрат на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у ВВП (ВРП для регіонального дослідження).

Для оцінки *соціальної складової* розвитку низьковуглецевої економіки доцільно враховувати показники, що безпосередньо характеризують екологічну поведінку населення та ступінь адаптації побутового сектору до вимог декарбонізації. З цією метою обрано три показника: вуглецевий слід населення (обсяги викидів CO_2 та CH_4 на 1 особу), рівень низьковуглецевості транспорту та рівень низьковуглецевості громадського транспорту.

Показник *вуглецевого сліду населення* відображає пряму участь домогосподарств у формуванні викидів парникових газів через споживання енергоресурсів, опалення та інші побутові потреби. Включення до аналізу саме викидів на душу населення дозволяє врахувати демографічний фактор і регіональні особливості.

Слід зазначити, що поняття вуглецевого сліду значно ширше за поняття вуглецевого сліду населення. Вуглецевий слід – це показник внеску окремого суб'єкта емісії парникових газів у глобальний вуглецевий баланс, який включає всі прямі та непрямі викиди суб'єкта за визначений період часу або весь обсяг викидів для виробництва тієї чи іншої готової продукції. Він може бути розрахований як для окремих осіб, населення, організацій, виробництв, галузей

виробництва, країни тощо, так і для окремих процесів та товарів. Так, британські вчені Т. Відман та Я. Мінкс визначають вуглецевий слід як показник унікальної загальної кількості викидів діоксиду вуглецю, які безпосередньо та опосередковано спричинені певною діяльністю або накопичуються протягом усіх етапів життєвого циклу продукту; вони пропонують розраховувати вуглецевий слід для окремих осіб, населення, урядів, компаній, організацій, процесів, промислових секторів та інших, включати до цього показника викиди лише CO_2 та вимірювати в одиницях маси (тонах CO_2) [255, с. 4–5]. Полінаціональна корпорація з відновлюваної енергетики Enel Green Power розглядає вуглецевий слід як показник кількості парникових газів, які викидаються в атмосферу внаслідок діяльності людини, компанії, міста чи держави; як показник внеску суспільства в антропогенне глобальне потепління; включає до поняття не лише діоксид вуглецю, а й метан, оксид азоту, хлорфторвуглеці; зазначає варіативність розрахунку залежно від потреб [254].

Вуглецевий слід населення – це демографічно орієнтований показник, який визначається як середній обсяг викидів парникових газів у процесі життєдіяльності окремої особи. Він оцінює середній обсяг викидів на одну особу, тобто відображає екологічний «портрет» споживчої поведінки населення, включаючи споживання енергії в побуті, транспортні звички тощо. У зв'язку з неможливістю обрахунку індивідуального показника вуглецевого сліду для кожного резидента України, у науковому дослідженні вуглецевий слід населення розглянутий як обсяг викидів парникових газів від стаціонарних джерел, що припадає на одиницю населення. Оцінка здійснювалася за формулою:

$$\text{ВСН} = \text{Сл}_{\text{ч.н.}}^{\text{CO}_2} + \text{Сл}_{\text{ч.н.}}^{\text{CH}_4}, \quad (1.9)$$

де ВСН – вуглецевий слід населення; $\text{Сл}_{\text{ч.н.}}^{\text{CO}_2}$ – значення сліду діоксиду вуглецю на чисельність населення; $\text{Сл}_{\text{ч.н.}}^{\text{CH}_4}$ – значення метанового сліду на чисельність населення.

Показники *структури автопарку* характеризують рівень екологізації повсякденного транспорту населення, який є значним джерелом викидів у містах. Зростання кількості електромобілів та гібридних автомобілів свідчить

про поступову зміну споживчих пріоритетів та підтримку низьковуглецевої мобільності. Врахування співвідношення автотранспорту традиційного та електричного типу забезпечує оцінку соціальної залученості до декарбонізаційних процесів через зміну транспортної поведінки.

Ці показники запропоновано проаналізувати за кількістю вперше зареєстрованих транспортних засобів різного ступеня екологічності. Слід зазначити, що систематичний облік вперше зареєстрованих транспортних засобів за екологічним показником Євро здійснюється з 2018 р, до цього класифікація вперше зареєстрованих автомобілів здійснювалася лише видами палива. Тому, багаторічний аналіз рівня низьковуглецевості транспорту запропоновано розраховувати за видом палива. Слід зазначити, що транспортні засоби, що працюють на двигуні внутрішнього згорання, залежно від низки факторів (періоду експлуатації, якості, виду палива тощо) відрізняються обсягами викидів забруднюючих речовин і парникових газів зокрема. Важливим критерієм такої диференціації є вид палива. Так, за даними Європейської екологічної агенції, на сьогодні середні викиди CO₂ від дизельних автомобілів (127,0 г CO₂/км) майже однакові із обсягами викидів від автомобілів на бензині (127,6 г CO₂/км) [174]. Експериментальне дослідження Міжнародної ради з чистого транспорту (International Council on Clean Transportation) також підтверджують майже однаковість викидів CO₂ сучасними автомобілями з дизельними та бензиновими двигунами внутрішнього згорання [169, с. 29–30]. За даними Європейської Асоціації скрапленого газу (Liquid Gas Europe), автогаз забезпечує більше переваг для навколишнього середовища, адже порівняно з бензином викидає на 21 % менше CO₂, на 62 % менше NO_x та на 90 % менше твердих часток; а порівняно із дизелем продукує на 96 % та 92 % менше викидів NO_x та твердих часток відповідно [204]. Слід наголосити, що всі автомобілі із двигуном внутрішнього згорання варто відносити до показників-дестимуляторів, оскільки вони так чи інакше негативно впливають на розвиток низьковуглецевої економіки за рахунок викидів парникових газів.

Більш екологічними є гібридні автомобілі, які скорочують викиди забруднюючих речовин і парникових газів за рахунок комбінованого використання електродвигуна і двигуна внутрішнього згорання. Електромобілі належать до повністю кліматично нейтрального виду транспорту, однак можуть сприяти викидам парникових газів у разі використання електроенергії для зарядки, виробленої з викопного палива, а також під час виробництва та утилізації власне електромобілів, зокрема їх акумуляторів.

Третім елементом соціальної складової є *рівень низьковуглецевості громадського транспорту*, що враховує ступінь електрифікації міських транспортних систем. Включення цього показника до соціального індексу обґрунтовано тим, що саме громадський транспорт формує базовий рівень мобільності населення, особливо у містах. Поширення електротранспорту (тролейбусів, трамваїв, електробусів) є важливим показником екологізації повсякденних пересувань та доступності низьковуглецевих рішень для широких верств населення.

Екологічна складова аналізу включає показник вуглецевого балансу землекористування та рівень декарбонізації енергоспоживання, що відображає вплив на вуглецевий цикл природних процесів та антропогенного навантаження, характеризує здатність суспільства знижувати вуглецеве навантаження на довкілля шляхом оптимізації землекористування та підвищення ефективності споживання енергії.

Земельний фонд, залежно від природних особливостей, а також антропогенного впливу, виступає як поглиначем, так і емітентом діоксиду вуглецю. Визначення вуглецевого балансу передбачає обчислення різниці між обсягами поглинання та емісії двоокису вуглецю.

О.Г. Васенко, О.В. Рибалова, С.Р. Артем'єв у своїй монографії пропонують розраховувати баланс вуглекислого газу в атмосфері як відношення обсягу надходження CO₂ до обсягів його поглинання за формулою:

$$Bal = CO_2^+ - CO_2^- / CO_2^+, \quad (1.10)$$

де CO_2^+ – обсяг вуглекислого газу, що надходить до атмосферного повітря; а CO_2^- – обсяг поглинутого рослинним покривом вуглекислого газу в процесі фотосинтезу. Автори пропонують такі величини поглинання CO_2 : 1 га лісу утилізує 20 т CO_2 на рік, пасовища та сіножаті – 30 т, чагарники – 14 т, моря – 1 т [8, с. 13]. Відповідно до результатів розрахунків стану атмосфери присвоюється клас якості, який варіюється від дуже доброго до дуже поганого класу (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Границі класів для індикаторних показників атмосфери

Показники	Дуже добрий	Добрий	Задовільний	Поганий	Дуже поганий
Баланс вуглекислого газу в атмосфері, Bal	<0,01	0,01-0,4	0,5-1,5	1,6-5,0	>5,0

*Джерело: [8, с. 13].

Міжнародна дослідницька компанія Global Footprint Network називає цей показник вуглецевим слідом та розраховує його як складову екологічного сліду. Його визначають шляхом співставлення обсягів надходження CO_2 в повітря до площі необхідної для його поглинання. Для обрахунку використовують формулу:

$$EF_c = \frac{P_c \times (1 - S_{ocean})}{Y_c} \times EQF, \quad (1.11)$$

де P_c – обсяг викидів CO_2 за рік; S_{ocean} – частка антропогенних викидів, поглинутих океаном; Y_c – швидкість поглинання двоокису вуглецю за рік при середній врожайності; EQF – коефіцієнт еквівалентності CO_2 [175].

Н.С. Стрянець та І.П. Соловій у своєму дослідженні, спираючись на методику Міжурядової групи експертів зі зміни клімату, визначають шляхом обрахунку суми обсягів викидів/поглинання парникових газів у таких секторах економіки: «Енергетика», «Промисловість», «Сільське господарство», «Лісове господарство», «Відходи» [133, с. 77].

Міжурядова група експертів зі змін клімату у своїх Керівних принципах національних інвентаризацій парникових газів 2006 р пропонує універсальну для всіх країн методику обліку парникових газів, яка включає в тому числі і

розрахунок поглинання парникових газів екосистемами. Відповідно до Доопрацювань до Керівних принципів національних інвентаризацій парникових газів 2006 (2019 р), викиди та поглинання CO₂ оцінюється окремо для кожної категорії землекористування на основі змін запасів вуглецю (C) в екосистемі, а сукупне значення для сектору «Сільське господарство, лісове господарство та інші види землекористування» (AFOLU) розраховується за формулою:

$$\Delta C_{AFOLU} = \Delta C_{FL} + \Delta C_{CL} + \Delta C_{GL} + \Delta C_{WL} + \Delta C_{SL} + \Delta C_{OL}, \quad (1.12)$$

де ΔC_{AFOLU} – загальна річна зміна запасів вуглецю у секторі AFOLU, т C_p⁻¹; ΔC_{FL} – загальна річна зміна запасів вуглецю на лісовкритих територіях; ΔC_{CL} – загальна річна зміна запасів вуглецю на територіях ріллі; ΔC_{GL} – загальна річна зміна запасів вуглецю на лучних територіях; ΔC_{WL} – загальна річна зміна запасів вуглецю у водно-болотних угіддях; ΔC_{SL} – загальна річна зміна запасів вуглецю на територіях населених пунктів; ΔC_{OL} – загальна річна зміна запасів вуглецю на територіях інших земель [196, с. 2.7].

Важливим запропонованим МГЕЗК показником, який співставний із показником вуглецевого балансу, є показник викидів парникових газів з урахуванням сектору землекористування, змін у землекористуванні та лісового господарства (ЗЗЗЛГ). Він відображає загальну суму викидів парникових газів країни, враховуючи всі сектори економіки, включно із землекористуванням, змінами у землекористуванні та лісовим господарством. Розраховується його значення шляхом сумування обсягів викидів та поглинання парникових газів усіма секторами [197, с. 4.19, 4.25–4.29; 243, с. 9]. В Україні, наприклад, до секторів, в яких відбуваються викиди парникових газів належить «Енергетика», «Промислові процеси та використання продукції», «Сільське господарство», «Землекористування, зміни у землекористуванні та лісове господарство (ЗЗЗЛГ)» (включає і викиди, і поглинання парникових газів), «Відходи» [243, с. 7].

У роботі вуглецевий баланс землекористування розраховано як різницю між обсягами поглинання та емісії діоксиду вуглецю різними видами ландшафтів суші. Важливою складовою розрахунку є визначення коефіцієнту поглинаючої

здатності кожного класу земель. На здатність поглинати двоокис вуглецю впливає безліч чинників, таких як вид, вік, морфологія рослини, освітлення, температури, сезони, особливості ґрунтового покриву тощо. Для підвищення точності дослідження, коефіцієнт розраховувався за даними Національного кадастру антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів, який щорічно подається Україною до Секретаріату РКЗК ООН. Відповідно до таблиць 4.А – 4. F додатків Національного кадастру розраховано коефіцієнт поглинання двоокису вуглецю як частку показника чистих викидів / абсорбції CO₂ кожним класом ландшафтів (тис. т) до загальної площі відповідного класу (тис. га). Такий коефіцієнт усереднений по Україні та індивідуалізований за кожен рік. Відповідно, формула для знаходження сумарного показника вуглецевого балансу землекористування набуває вигляду:

(1.13)

$$ВБЗ = (S_{\text{л.}} \times k_1) + (S_{\text{р.}} \times k_2) + (S_{\text{п.}} \times k_3) + (S_{\text{вбу}} \times k_4) + (S_{\text{нп}} \times k_5)$$

де ВБЗ – вуглецевий баланс землекористування; $S_{\text{л.}}$ – площа лісовкритих територій; $S_{\text{р.}}$ – площа ріллі; $S_{\text{п.}}$ – площа пасовищ; $S_{\text{вбу}}$ – площа водно-болотних угідь; $S_{\text{нп}}$ – площа населених пунктів; k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 – відповідні кожному класу ландшафту коефіцієнти поглинання діоксиду вуглецю. Якщо показник додатний, то спостерігається переважання емісії CO₂ над поглинанням, а якщо від’ємний – навпаки ландшафти більше секверстують ніж емітують.

Для дослідження ландшафтів України структуру земельного фонду групувано у п’ять класів: ліси, рілля, луки, водно-болотні угіддя та населені пункти. Первинними даними структури земельного фонду у 2010-2015 рр. стали дані статистичної звітності з кількісного обліку земель, яка велася територіальними органами Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру до 2015 р включно (форма № 6-зем).

Дослідження ландшафтної структури регіонів України протягом 2016–2024 рр. проводилося із використанням хмарної платформи аналізу геопросторових даних Google Earth Engine. Для цього використано набір даних Dynamic World V1, що створений на основі дистанційного моніторингу земної

поверхні за допомогою космічної програми Sentinel-2. Програма Sentinel-2 заснована Європейським космічним агентством (ESA) в межах проєкту «Коперник», включає 2 однакові супутники (Sentinel-2A, Sentinel-2B), які збирають дані в 13-ти спектральних каналах та забезпечують постійне покриття континентів від 84° пн. ш. до 56° пд. ш. Набір даних Dynamic World V1 містить такі типи земельного покриву: вода, дерева, трава, затоплена рослинність, сільськогосподарські угіддя, чагарники, забудова, відкритий ґрунт, сніг і лід. З метою забезпечення співставності даних здійснено перекодування класів земного покриву наступним чином: водно-болотні угіддя (включає воду та затоплену рослинність), ліси, луки (трава та чагарники), сільськогосподарські угіддя (с/г угіддя та відкрити ґрунт) та населені пункти. Подальший аналіз даних здійснювався за допомогою платформи Google Earth Engine, яка ґрунтується на розподілених обчисленнях, що дозволяє одночасно обробляти величезні обсяги геопросторових даних на тисячах серверів. Виконаний аналіз дозволив отримати класифіковані зображення та провести статистичні розрахунки.

Аналіз рівня декарбонізації енергоспоживання включає показник загального постачання енергії з відновлюваних джерел, частки постачання енергії від відновлюваних джерел та енергоємності економіки. Він відображає внесок енергетичного сектору у кліматичні зміни, адже збільшення частки споживання енергії з відновлюваних джерел безпосередньо призводить до скорочення викидів парникових газів у повітря, а скорочення частки ВДЕ – навпаки, до зростання емісії. Енергоємність характеризує екологічну ефективність енергетики, зменшення значення цього показника сприяє полегшенню трансформації енергетики на засади кліматичної нейтральності.

Третій етап «Інтегральна оцінка розвитку низьковуглецевої економіки» передбачає обрахунок блокових (економічного, соціального та екологічного) та інтегрального індексів низьковуглецевого розвитку економіки.

Для комплексного дослідження тенденцій розвитку низьковуглецевої економіки відібрано показники, які повністю і комплексно характеризують об'єкт дослідження і виключають дублювання змісту один одного. Часовий

діапазон дослідження включає період із 2010 до 2021 рр., що репрезентує динаміку довгострокових тенденцій розвитку низьковуглецевої економіки. Обраний проміжок часу дозволяє оцінити системні зміни у суспільстві за стабільних умов без спотворень у зв'язку із форс-мажорними обставинами, такими як воєнні дії.

З метою досягнення достовірності та об'єктивності результатів відібрано показники, які, як безпосередньо, так і опосередковано впливають на розвиток низьковуглецевої економіки. Часткові показники поділяються на показники-стимулятори ($\uparrow$) та показники-дестимулятори ($\downarrow$). Показники-стимулятори мають прямий зв'язок із інтегральним індексом, тобто чим більше його значення, тим вищий розвиток низьковуглецевої економіки. Показники-дестимулятори мають обернений зв'язок із інтегральним індексом, тобто чим більше його значення, тим нижчий розвиток низьковуглецевої економіки.

З метою забезпечення співставності показників для подальшого аналізу та розрахунку інтегрального індексу, необхідним є проведення нормування (стандартизації) даних. Формули для обрахунку стандартизованих значень показників-стимуляторів та показників-дестимуляторів різняться між собою. Нормоване значення показника-стимулятора розраховуються за формулою:

(1.14)

$$X_i = \frac{X_{\text{факт.}} - X_{\text{мін.}}}{X_{\text{макс.}} - X_{\text{мін.}}},$$

де X_i – нормоване значення i -го показника $X_{\text{факт.}}$ – фактичне значення i -го показника; $X_{\text{макс.}}$ – максимальне значення i -го показника; $X_{\text{мін.}}$ – мінімальне значення i -го показника.

Обрахунок нормованого значення показників-дестимуляторів проводиться за формулою:

(1.15)

$$X_i = \frac{X_{\text{макс.}} - X_{\text{факт.}}}{X_{\text{макс.}} - X_{\text{мін.}}},$$

де X_i – нормоване значення i -го показника $X_{\text{факт.}}$ – фактичне значення i -го показника; $X_{\text{макс.}}$ – максимальне значення i -го показника; $X_{\text{мін.}}$ – мінімальне значення i -го показника.

Часткові показники групуються в окремі блоки залежно від сфери, в якій досліджується розвиток низьковуглецевої економіки, окремо виокремлено три рівнозначні блоки: економічний індекс низьковуглецевого розвитку економіки, соціальний індекс низьковуглецевого розвитку економіки та екологічний індекс низьковуглецевого розвитку економіки (рис. 1.9).

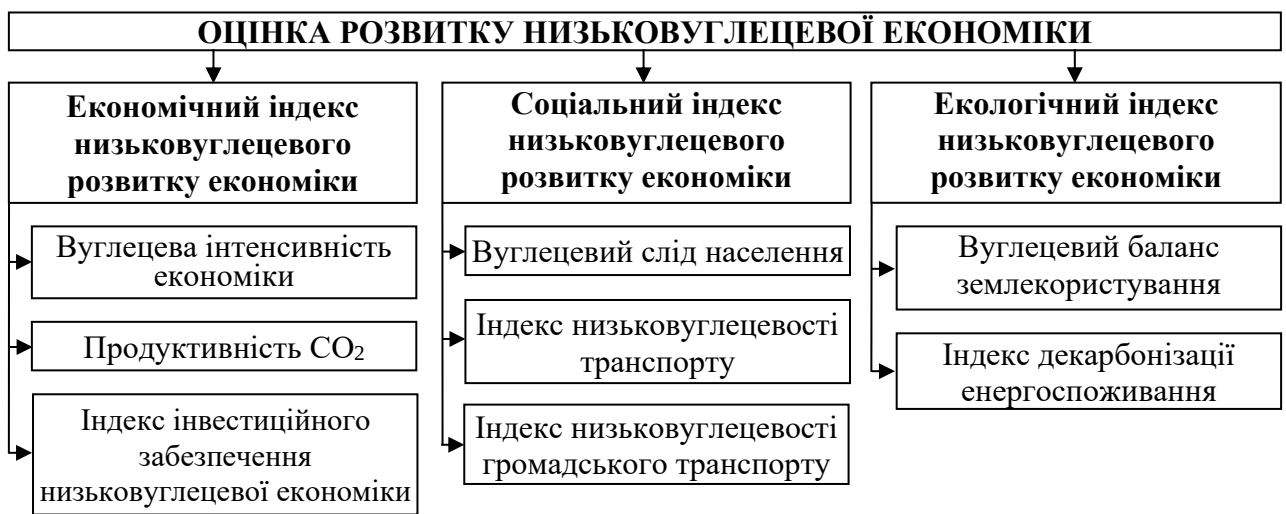


Рис. 1.9. Структура інтегральної оцінки розвитку низьковуглецевої економіки

**Сформовано дисертанткою.*

Економічний індекс розвитку низьковуглецевої економіки включає три рівнозначних сектори: вуглецева інтенсивність економіки, продуктивність двоокису вуглецю та інвестиційне забезпечення низьковуглецевої економіки; які включають відповідні показники (табл. 1.4). Слід зазначити, що запропоновані субіндекси економічного індексу відповідають поширеним методикам, що застосовуються організаціями та науковцями для оцінки низьковуглецевого розвитку, зокрема використано показники продуктивності діоксиду вуглецю та вуглецевої інтенсивності економіки. Для проведення власної оцінки, розглянуті методики удосконалені та адаптовані до наявної багаторічної бази даних.

Таблиця 1.4

**Показники розрахунку економічного індексу розвитку
низьковуглецевої економіки**

	Показник	Одиниця виміру	↑/↓
Економічний індекс низьковуглецевого розвитку економіки	Вуглецева інтенсивність економіки		
	Інтенсивність економіки за викидами двоокису вуглецю	т еCO ₂ / тис. дол.	↓
	Інтенсивність економіки за викидами метану	т еCO ₂ / тис. дол.	↓
	Продуктивність двоокису вуглецю		
	Продуктивність CO ₂ в аграрному секторі	дол. / т	↑
	Продуктивність CO ₂ у гірничо-добувній промисловості	дол. / т	↑
	Продуктивність CO ₂ у переробній промисловості	дол. / т	↑
	Продуктивність CO ₂ у енергопостачанні	дол. / т	↑
	Продуктивність CO ₂ у будівництві	дол. / т	↑
	Продуктивність CO ₂ у транспортно-складському господарстві	дол. / т	↑
	Продуктивність CO ₂ у інших видах послуг	дол. / т	↑
	Індекс інвестиційного забезпечення низьковуглецевої економіки		
	Капітальні інвестиції на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату	тис. дол.	↑
	Поточні витрати на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату	тис. дол.	↑
	Частка капітальних інвестицій на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у ВРП	%	↑
	Частка поточних витрат на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у ВРП	%	↑

**Сформовано дисертанткою.*

Зведений економічний індекс розвитку низьковуглецевої економіки обраховано як середнє нормоване значення трьох відповідних секторів за формулою:

$$I_{\text{Екон.}} = \frac{1}{3} (VIE + ПВ + IЗНВР), \quad (1.16)$$

де $I_{\text{Екон.}}$ – нормоване значення економічного індексу розвитку низьковуглецевої економіки; VIE – нормоване значення вуглецевої інтенсивності економіки; $ПВ$ – нормоване значення продуктивності вуглецю; $IЗНВР$ – нормоване значення показника інвестиційного забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки.

Врахування трьох блоків – вуглецевого сліду населення, структури особистого автотранспорту та рівня електрифікації громадського транспорту –

покладено в основу формування *соціального індексу розвитку низьковуглецевої економіки*. Така структура показників дозволяє комплексно фіксувати як індивідуальну, так і колективну екологічну відповідальність населення в процесі формування низьковуглецевої економіки (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

**Показники розрахунку соціального індексу
розвитку низьковуглецевої економіки**

	Показник	Одиниця виміру	↑/↓
Соціальний індекс розвитку низьковуглецевої економіки	Вуглецевий слід населення		
	Обсяги викидів двоокису вуглецю на 1 особу	т еCO ₂ /особу	↓
	Обсяги викидів метану на 1 особу	т еCO ₂ /особу	↓
	Індекс низьковуглецевості транспорту		
	Кількість автомобілів з двигуном внутрішнього згорання	одиниць	↓
	Кількість гібридних та електромобілів	одиниць	↑
	Індекс низьковуглецевості громадського транспорту		
	Кількість перевезених (відправлених) пасажирів міським електричним транспортом	млн. осіб	↑
	Кількість перевезених (відправлених) пасажирів внутрішньоміським автомобільним транспортом	млн. осіб	↓
	Кількість тролейбусних машин	одиниць	↑
	Кількість трамвайних вагонів	одиниць	↑
	Кількість вагонів метрополітенів	одиниць	↑

*Сформовано дисертанткою.

Блоковий соціальний індекс розвитку низьковуглецевої економіки включає показник вуглецевого сліду населення та два субіндекси: індекс низьковуглецевості транспорту та індекс низьковуглецевості громадського транспорту, які розраховуються за показниками структури автопарку та рівня низьковуглецевості громадського транспорту відповідно.

Для розрахунку індексу низьковуглецевості транспорту дані про вперше зареєстровані автомобілі за кожен рік групувано у два показники: традиційні автомобілі із двигуном внутрішнього згорання (показник-дестимулятор) і гібридні автомобілі та електромобілі (показник-стимулятор). Формулу записано у вигляді:

$$ІНВТ = \frac{1}{2} (КЗА_{ДВЗ} + КЗА_{Г.Е.}), \quad (1.17)$$

де ІНВТ – індекс низьковуглецевості транспорту; $КЗА_{ДВЗ}$ – нормоване значення кількості вперше зареєстрованих автомобілів з двигуном внутрішнього згорання; $КЗА_{Г.Е.}$ – нормоване значення кількості вперше зареєстрованих гібридних автомобілів та електромобілів.

Обрахунок індексу низьковуглецевості громадського транспорту, включає показники розвитку електричного транспорту, що належать до стимуляторів низьковуглецевого зростання, та показники розвитку автобусного транспорту, які є дестимуляторами декарбонізації громадського транспорту. Для обрахунку індексу запропоновано формулу, яка набула вигляду:

(1.18)

$$ІНВГТ = \frac{1}{9} (П_{Авт.} + П_{Тр.} + П_{Трам.} + П_{Мет.} + КТр. + КТВ + КВМ),$$

де ІНВГТ – індекс низьковуглецевості громадського транспорту; $П_{Авт.}$ – нормоване значення кількості перевезених (відправлених) пасажирів внутрішньоміським автомобільним транспортом; $П_{Тр.}$ – нормоване значення кількості перевезених (відправлених) пасажирів внутрішньоміським тролейбусним транспортом; $П_{Трам.}$ – нормоване значення кількості перевезених (відправлених) пасажирів внутрішньоміським трамвайним транспортом; $П_{Мет.}$ – нормоване значення кількості перевезених (відправлених) пасажирів внутрішньоміським метрополітенівським транспортом; $КТр.$ – нормоване значення кількості тролейбусних машин; $КТВ$ – нормоване значення кількості трамвайних вагонів; $КВМ$ – нормоване значення кількості вагонів метрополітенів.

Комплексний соціальний індекс розвитку низьковуглецевої економіки обчислено як середнє арифметичне нормованих значень трьох включених до блоку секторів за допомогою формули:

$$I_{Соц.} = \frac{1}{3} (ВСН + ІНВТ + ІНВГТ), \quad (1.19)$$

де $I_{Соц.}$ – соціальний індекс розвитку низьковуглецевої економіки; $ВСН$ – нормоване значення вуглецевого сліду населення; $ІНВТ$ – нормоване значення

індексу низьковуглецевості транспорту; ІНВГТ – нормоване значення індексу низьковуглецевості громадського транспорту.

Для розрахунку *екологічного індексу розвитку низьковуглецевої економіки* використано показник вуглецевого балансу землекористування та індекс декарбонізації енергоспоживання (табл. 1.6). Показник вуглецевого балансу землекористування характеризує здатність природних систем регулювати вміст CO₂ в атмосфері, а індекс декарбонізації енергоспоживання відображає тенденції екологічної трансформації енергетики та, відповідно, навантаження на кліматичну систему.

Таблиця 1.6

**Показники розрахунку екологічного індексу розвитку
низьковуглецевої економіки**

	Показник	Одиниця виміру	↑/↓
Екологічний індекс розвитку низьковуглецевої економіки	Вуглецевий баланс землекористування		
	Обсяг поглинання CO ₂ лісами	т CO ₂	↑
	Обсяг емісії CO ₂ ріллею	т CO ₂	↓
	Обсяг поглинання / емісії CO ₂ пасовищами	т CO ₂	↑/↓
	Обсяг емісії CO ₂ водно-болотними угіддями	т CO ₂	↓
	Обсяг емісії CO ₂ населеними пунктами	т CO ₂	↓
	Індекс декарбонізації енергоспоживання		
	Загальне постачання енергії від відновлюваних джерел	тис. т н.е.	↑
	Частка постачання енергії від відновлюваних джерел	%	↑
	Енергоємність	т н.е. / тис. дол.	↓

*Сформовано дисертанткою.

Субіндекс декарбонізації енергоспоживання розраховано відповідно до трьох показників: загального постачання енергії від відновлюваних джерел, частки постачання енергії від відновлюваних джерел та енергоємності за формулою:

$$ІДЕ = \frac{1}{3} (П_{ВДЕ} + Ч_{ВДЕ} + ЕЄ), \quad (1.20)$$

де ІДЕ – індекс декарбонізації економіки; П_{ВДЕ} – загальне постачання енергії від відновлюваних джерел; Ч_{ВДЕ} – частка постачання енергії від відновлюваних джерел; ЕЄ – енергоємність.

Блоковий екологічний індекс розвитку низьковуглецевої економіки розраховано як середнє арифметичне нормованих значень двох показників-складників індексу за формулою:

$$I_{\text{Екол.}} = \frac{1}{2}(\text{ВБЗ} + \text{ІДЕ}), \quad (1.21)$$

де $I_{\text{Екол.}}$ – екологічний індекс низьковуглецевого розвитку; ВБЛ – вуглецевий баланс землекористування; ІДЕ – індекс декарбонізації енергоспоживання.

Інтегральний індекс розвитку низьковуглецевої економіки ($I_{\text{НВР}}$) включає 3 часткових блокових індекси. Таким чином, інтегральний індекс розраховується за формулою:

$$E_{\text{НВР}} = \frac{1}{3}(I_{\text{Екон.}} + I_{\text{Соц.}} + I_{\text{Екол.}}), \quad (1.22)$$

де $E_{\text{НВР}}$ – інтегральний індекс низьковуглецевого розвитку економіки; $I_{\text{Екон.}}$ – економічний індекс низьковуглецевого розвитку економіки; $I_{\text{Соц.}}$ – соціальний індекс низьковуглецевого розвитку економіки; $I_{\text{Екол.}}$ – екологічний індекс низьковуглецевого розвитку економіки.

Отримані значення інтегрального індексу розвитку низьковуглецевої економіки варіюються від 0 до 1. Чим ближче значення до 1, тим вищий рівень низьковуглецевого розвитку. Шкала співставлення кількісних показників із якісними характеристиками запропонована у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7

Шкала оцінки рівня низьковуглецевого розвитку

Кількісний показник	Якісна характеристика
$0,80 < E_{\text{НВР}} \leq 1$	Високий рівень
$0,60 < E_{\text{НВР}} \leq 0,80$	Достатній рівень
$0,40 < E_{\text{НВР}} \leq 0,60$	Середній рівень
$0,20 < E_{\text{НВР}} \leq 0,40$	Недостатній рівень
$0 \leq E_{\text{НВР}} \leq 0,20$	Низький рівень

**Сформовано дисертанткою.*

Розроблена шкала оцінки на основі рівних інтервалів дозволяє здійснити класифікацію отриманих результатів інтегральної оцінки за ступенем їх відповідності критеріям розвитку низьковуглецевої економіки. Використання

запропонованої шкали підвищує точність інтерпретації результатів та дає змогу здійснювати порівняльний аналіз динаміки низьковуглецевого розвитку у часі та просторі, а також обґрунтовувати управлінські рішення, спрямовані на підвищення ефективності низьковуглецевої трансформації, на основі кількісних та якісних характеристик.

Четвертий етап «Удосконалення організаційно-економічного забезпечення низьковуглецевого розвитку економіки» передбачає побудову кореляційно-регресійної моделі, обґрунтування на основі отриманих результатів організаційно-економічного механізму низьковуглецевого розвитку економіки та формування стратегічних пріоритетів досягнення кліматично нейтрального зростання в Україні.

Множинна кореляційно-регресійна модель демонструє залежність показника індексу низьковуглецевого розвитку економіки від економічно, соціальної та екологічної складових. Суть побудови моделі полягає у виявленні основних чинників, що визначають розвиток низьковуглецевої економіки. Залежність інтегрального індексу низьковуглецевого розвитку від блокових індексів кількісно оцінюється за формулою:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{\text{екон.}} + \beta_2 X_{\text{соц.}} + \beta_3 X_{\text{екол.}}, \quad (1.23)$$

де Y – інтегральний показник низьковуглецевого розвитку економіки; β_0 – константа, що показує рівень низьковуглецевого розвитку економіки за відсутності впливу незалежних чинників; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – коефіцієнти регресії, що відображають вплив відповідних незалежних змінних на низьковуглецевий розвиток економіки; $X_{\text{екон.}}$, $X_{\text{соц.}}$, $X_{\text{екол.}}$ – незалежні змінні ($X_{\text{екон.}}$ – економічний індекс низьковуглецевого розвитку економіки; $X_{\text{соц.}}$ – соціальний індекс низьковуглецевого розвитку економіки; $X_{\text{екол.}}$ – екологічний індекс низьковуглецевого розвитку економіки).

Результати такого аналізу слугують основою для розробки управлінських рішень, спрямованих на активізацію низьковуглецевого розвитку. Модель формує інформаційно-аналітичну основу для обґрунтування організаційно-економічного механізму та стратегічних орієнтирів розвитку на засадах

кліматичної нейтральності з урахуванням економіко-соціального потенціалу та екологічних викликів.

Отже, запропонований методичний підхід забезпечує комплексний поліфакторний аналіз економічних, соціальних та екологічних складових низьковуглецевого розвитку економіки. Послідовність проведення дослідження, яка охоплює аналіз передумов, характеристику стану та тенденцій, оцінку рівня низьковуглецевого розвитку економіки, а також здійснення кореляційно-регресійного моделювання, дозволяє сформулювати науково обґрунтовані рекомендації щодо поліпшення організаційно-економічного забезпечення низьковуглецевого розвитку. Таким чином, використання розробленої методики надає можливість визначити стратегічні пріоритети та цільові показники національного, регіонального, місцевого та галузевого розвитку на засадах кліматичної нейтральності, а також формувати довгострокові стратегії низьковуглецевого розвитку економіки.

Висновки до розділу 1

1. За результатами дослідження встановлено зв'язок теорії низьковуглецевої економіки з іншими екологоорієнтованими теоріями, такими як, сталий розвиток, зелена та синя економіка, блакитна і циркулярна економіка, оскільки проблема пошуку шляхів боротьби зі змінами клімату пронизує всі ці теорії. Виявлено, що ідеї низьковуглецевої економіки вперше отримали поширення у теорії сталого розвитку, яка передбачає гармонійне економічне, соціальне та екологічне зростання, де зміни клімату є однією з ключових екологічних проблем. Концепції зеленої, блакитної та циркулярної економіки доповнюють цю парадигму: зелена економіка реалізує низьковуглецевий розвиток через трансформацію економіки на основі зелених принципів; блакитна економіка акцентує на скороченні викидів і захисті океанічних екосистем; циркулярна економіка – на замкнутих виробничих циклах та енергоефективності. Таким чином, у системі сучасних екологоорієнтованих

концепцій низьковуглецеву економіку доцільно розглядати як спеціалізовану, що орієнтується на скорочення викидів парникових газів і протидію змінам клімату для досягнення зеленого зростання та сталого розвитку.

2. На основі аналізу різнонаправлених підходів вітчизняних і зарубіжних учених, запропоновано авторське визначення низьковуглецевої економіки як самостійної концепції, провідною ідеєю якої є досягнення нульових викидів при збереженні або прискоренні соціально-економічного розвитку через систему різнорівневих заходів адаптації населення та господарства до кліматичних змін. У становленні низьковуглецевої парадигми виокремлено три послідовних етапи: зародження, коли здійснювались фундаментальні дослідження парникового ефекту та моніторинг CO₂; концептуальний, що супроводжувався розвитком теоретичних основ і міжнародним співробітництвом (МГЕЗК, РКЗК ООН) щодо зміни клімату; та прикладний, пов'язаний із впровадженням практичних стратегій скорочення викидів і пом'якшення наслідків змін клімату, зокрема через Кіотський протокол і Паризьку угоду.

3. Обґрунтовано концепцію розвитку низьковуглецевої економіки як цілісної системи теоретичних засад, стратегічних орієнтирів та інституційно-управлінських інструментів, спрямованих на формування економічного зростання, що поєднує підвищення добробуту суспільства з екологічною безпекою. Вона інтегрує міждисциплінарні підходи економіки, екології, енергетики, інновацій та кліматичної політики, реалізується через стратегії декарбонізації, інтеграцію кліматичних цілей у соціально-економічне планування та виконання міжнародних зобов'язань держав, і передбачає створення ефективної системи управління з тісною взаємодією державного, приватного та громадського секторів. Практична реалізація забезпечує системну трансформацію економіки через декарбонізацію секторів, розвиток відновлюваної енергетики, підвищення енергоефективності, екологізацію виробництва, впровадження зеленої інфраструктури та кліматично нейтрального транспорту, а також сучасних інструментів, таких як інновації, цифровізація, зелене фінансування та ESG-підходи. Ключову роль відіграє багаторівнева

взаємодія суб'єктів на глобальному, національному, регіональному, локальному та індивідуальному рівнях, що забезпечує синергетичний ефект досягнення кліматичної нейтральності. Одночасно передбачена адаптація кращих міжнародних практик до національних умов із урахуванням соціально-економічних, екологічних та безпекових викликів, що формує стійку, інноваційну та конкурентоспроможну економіку на засадах екологічної безпеки, енергоефективності та соціальної відповідальності, забезпечуючи довгостроковий сталий розвиток і підвищення добробуту населення.

4. Розвиток низьковуглецевої економіки передбачає впровадження принципів сталості, інноваційності, інтегрованості, багаторівневого управління, адаптивності та кліматичної справедливості, що забезпечують узгодженість кліматичної, енергетичної, екологічної та промислової політики, врахування регіональної специфіки та рівний доступ до можливостей зеленого переходу. Реалізація концепції полягає у досягненні прикладних цілей – підвищення енергоефективності, зведення викидів парникових газів до «чистого нуля», секвестрацію вуглецю та адаптацію до кліматичних змін, а також створення організаційних умов через міжнародне співробітництво, фінансову підтримку та соціальну залученість. Основні завдання охоплюють трансформацію енергетики на відновлювані джерела, скорочення викидів у неенергетичних галузях, розвиток кліматично нейтрального транспорту, каптування вуглецю, адаптацію до наслідків зміни клімату, створення економічних інструментів регулювання викидів та підвищення низьковуглецевої свідомості. Для цього застосовуються нормативно-правові та фінансово-економічні інструменти, зокрема податкові стимули, субсидії, пільгове кредитування, зелені облігації та ESG-інвестиції, а також цифрові системи моніторингу та оцінки ефективності. Практична реалізація концепції забезпечує синергетичний ефект та поєднує екологічні, економічні та соціальні результати: зменшення негативного впливу на клімат, розвиток інновацій, збереження економічного зростання та покращення якості життя населення.

5. За результатами опрацювання існуючих наукових підходів до оцінки розвитку низьковуглецевої економіки, запропоновано власний методичний підхід до діагностики низьковуглецевого розвитку. Він включає чотири послідовних етапи: характеристику передумов, аналіз стану та тенденцій, інтегральну оцінку розвитку та удосконалення організаційно-економічного забезпечення низьковуглецевої економіки. Характеристика передумов здійснювалася за нормативно-правовими, інституційними, економічними, соціальними та екологічними чинниками розвитку низьковуглецевої економіки. Для аналізу стану та тенденцій показники запропоновано розділити на три складові: економічну (включає показник вуглецевої інтенсивності економіки, продуктивності діоксиду вуглецю, інвестиційного забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки), соціальну (складається з показника вуглецевого сліду населення, рівня низьковуглецевості транспорту та рівня низьковуглецевості громадського транспорту) та екологічну (охоплює показник вуглецевого балансу землекористування та рівень декарбонізації енергоспоживання).

6. Комплексна оцінка стану здійснюється за трьома блоковими індексами: економічним, соціальним та екологічним, розрахунок яких здійснюється за показниками відповідних секторів із врахуванням стимуляторів і дестимуляторів розвитку низьковуглецевої економіки. Зведений інтегральний індекс розраховується як середньоарифметичне значення трьох рівнозначних блокових індексів. Така оцінка дає можливість всебічно визначити стан низьковуглецевого розвитку за кількісними та якісними характеристиками. Останній етап полягає у побудові кореляційно-регресійної моделі та формуванні на її основі рекомендацій для удосконалення організаційно-економічних заходів та стратегічних пріоритетів низьковуглецевого розвитку.

Основні положення першого розділу дисертаційної роботи апробовано у працях [25, 24, 16, 19, 28, 21, 29].

РОЗДІЛ 2.

ДІАГНОСТИКА СТАНУ ТА ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ

2.1. Інституційно-правові, соціально-економічні та екологічні передумови розвитку низьковуглецевої економіки в Україні

Розвиток низьковуглецевої концепції вимагає поступової трансформації всіх сфер життя та переходу на засади кліматичної нейтральності. В Україні скалися сприятливі передумови для розвитку низьковуглецевої економіки, про що свідчить низка кроків зі сторони органів державної влади, місцевого самоврядування, бізнесу та громадськості в напрямку переходу до розвитку на засадах чистого нуля. Передумови розвитку низьковуглецевої економіки можна умовно розділити на чотири групи: нормативно-правові, економічні, соціальні та екологічні.

Концепція низьковуглецевого розвитку охоплює трансформацію всієї соціально-економічної системи на засади вуглецевої нейтральності. Відповідно, такий перехід передбачає відповідне нормативно-правове регулювання, яке реалізується в Україні на різних рівнях. Нормативно-правові передумови включають усі нормативно-правові документи, які сприяють впровадженню засад низьковуглецевої економіки у різні сфери життя.

Основоположним є Закон України «Про охорону атмосферного повітря», що набув чинності у 1992 р. та встановлює загальні засади взаємовідносин суспільства з атмосферним повітрям. Розглянутий документ обумовлює необхідність отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин, у тому числі і парникових газів, стаціонарними джерелами забруднення, забезпечення моніторингу параметрів викидів, подання звітності щодо викидів тощо. Окрім того, законом передбачено контроль за викидами та якістю атмосферного повітря; нормування викидів та стану атмосферного повітря; регулювання діяльності суб'єктів господарювання, що здійснюють викиди забруднюючих

речовин у повітря; відповідальність за порушення та інше [102]. Важливим внутрішньодержавним нормативно-правовим актом є чинний із 1 січня 2020 р Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року». Він закріплює стратегічні напрями державної політики поліпшення екологічної ситуації в країні, визначає мету, цілі та завдання, інструменти та етапи реалізації, а також очікувані результати такої політики. Документ окреслює проблему зміни клімату, встановлює засади скорочення викидів парникових газів та адаптацію до кліматичних змін, зокрема передбачає створення правової бази низьковуглецевої політики, декарбонізацію енергетичного сектору та всіх галузей економіки тощо [100]. З метою уніфікованого систематичного моніторингу викидів парникових газів, у 2019 р. прийнято Закон України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів», яким передбачена реєстрація установок, що здійснюють викиди парникових газів, в Єдиному реєстрі з моніторингу звітності та верифікації викидів парникових газів та подання щорічних звітів про викиди [96].

Окрім того, в Україні ратифіковано низку міжнародних угод та договорів, що сприяють становленню концепції кліматичної нейтральності держави. Основними серед них є: Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (РКЗК ООН), Кіотський протокол та Паризька угода. РКЗК ООН прийнята у 1992 р та ратифікована Україною у 1996 р і має на меті стабілізувати концентрацію парникових газів в атмосфері на безпечному для кліматичної системи рівні. Як сторона Конвенції, Україна зобов'язується скоротити викиди парникових газів, розробити та періодично поновлювати національний кадастр антропогенних викидів парникових газів, створити та регулярно оновлювати національну програму заходів пом'якшення наслідків змін клімату тощо [108]. У 2004 р Україна приєдналася до Кіотського протоколу, відповідно до якого зобов'язувалася протягом 2008–2012 рр. скоротити викиди парникових газів до рівня 1990 року та отримала можливість торгівлі квотами із сторонами угоди [49]. Проте, оскільки Кіотський протокол не приніс очікуваних результатів, у

2015 р прийнято Паризьку угоду, яку Україна ратифікувала у 2016 р. Документ передбачає стримування зростання глобальної температури повітря за рахунок національних визначених внесків (НВВ) усіх сторін угоди, які щорічно оновлюються та збільшуються [71]. Україна прийняла свій оновлений НВВ у 2021 р, відповідно до якого зобов'язується скоротити викиди парникових газів на 65 % від рівня 1990 р до 2030 р.

З метою виконання міжнародних зобов'язань та поступового переходу України на засади низьковуглецевого розвитку, у 2018 р схвалено Стратегію низьковуглецевої економіки до 2050 р. Документ відображає національне бачення низьковуглецевого розвитку суспільства та є інструментом державного управління і формування кліматично відповідальної поведінки бізнесу та громадян [131, с. 6]. Стратегія є своєрідним планом дій на наступні 30 років та включає три основні завдання: скорочення викидів CO₂ енергетикою та іншими секторами економіки, збільшення секвестрації вуглецю лісами та сільськогосподарськими угіддями, зменшення викидів інших парникових газів. Цілі скорочення вуглецевої інтенсивності в енергетиці містить і Енергетична стратегія України на період до 2050 року. Вона передбачає досягнення до 2050 р максимального рівня кліматичної нейтральності, максимальне скорочення використання вугілля в енергетичному секторі, оновлення та модернізацію енергетичної інфраструктури, підвищення ефективності використання ресурсів в енергетичному секторі, всебічну інтеграцію з ринками Європейського Союзу та ефективне функціонування внутрішніх ринків, забезпечення енергетичного сектору власними ресурсами з урахуванням економічної доцільності, розвиток альтернативних джерел енергії, нових продуктів та інноваційних рішень в енергетичному секторі [39]. Окрім того, низьковуглецевому розвитку сприяють такі документи як: Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року; Закон України «Про газ (метан) вугільних родовищ»; Державна стратегія управління лісами України до 2035 року; Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським

співтовариством з атомної енергії та їхніми державами-членами, з іншої сторони тощо.

Таким чином, нормативно-правова база України у сфері скорочення викидів парникових газів постійно оновлюється та вдосконалюється, а національний розвиток низьковуглецевої економіки ґрунтується на міжнародних тенденціях з урахуванням внутрішньодержавних особливостей [15].

Для оцінки ефективності низьковуглецевої політики важливим є дослідження її інституційної структури. В Україні впровадженням низьковуглецевої концепції займається низка інституцій різного рівня, які взаємодіють між собою у напрямку протидії змінам клімату (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Структура регулювання низьковуглецевого розвитку України органами державної влади та місцевого самоврядування

*Складено дисертанткою.

Так, законодавче забезпечення низьковуглецевого розвитку здійснює Верховна Рада України, підготовку та попередній розгляд відповідних

законопроектів забезпечує Комітет Верховної Ради України з питань екологічної політики та природокористування. В межах комітету працює Підкомітет з питань змін клімату та охорони атмосферного повітря, важливими предметами відання якого є запобігання негативним антропогенним змінам клімату, адаптація до змін клімату, запровадження системи торгівлі квотами на викиди, податкового стимулювання, механізму прикордонного вуглецевого регулювання та виконання інших вимог Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату; виконання міжнародних угод та використання міжнародної технічної допомоги з питань зміни клімату та охорони атмосферного повітря, адаптація відповідного законодавства України до законодавства ЄС у т.ч. спрямованих на досягнення цілей сталого розвитку [116].

Реалізацію низьковуглецевої політики здійснюють органи виконавчої влади на чолі з вищим органом виконавчої влади – Кабінетом Міністрів України. КМУ забезпечує розроблення загальнонаціональних низьковуглецевих програм та підтримку інституційної спроможності їх втілення, виконує функцію контролю та координації діяльності системи органів виконавчої влади у впровадженні кліматично нейтрального розвитку та виконанні міжнародних зобов'язань.

Серед урядових органів провідну роль у забезпеченні переходу до низьковуглецевого розвитку відіграє Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Так, одним з основних завдань Міндовкілля є забезпечення формування та реалізації державної політики у сфері охорони атмосферного повітря, моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів з установок, розташованих на території України, а також регулювання озоноруйнівних речовин та фторованих парникових газів, охорони озонового шару та запобігання зростанню рівня глобального потепління, зміни клімату і виконання вимог Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, Кіотського протоколу до неї та Паризької угоди [81]. На Міністерство покладено функції здійснення підготовки проєктів нормативно-правових актів, що стосуються протидії змінам клімату, визначення методик оцінки викидів та поглинання

парникових газів, впровадження інструментів скорочення викидів парникових газів, забезпечення співпраці із міжнародними організаціями, виконання міжнародних зобов'язань щодо протидії змінам клімату, ведення кадастру викидів та абсорбції парникових газів тощо. Таким чином, розглянутий орган влади визначає кліматичну політику та стратегію низьковуглецевого розвитку держави. Для систематичного моніторингу викидів та абсорбції парникових газів у складі Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України функціонує Бюджетна установа «Національний центр обліку викидів парникових газів». Вона забезпечує збирання, оброблення, систематизація, аналіз, накопичення та зберігання інформації, необхідної для проведення підготовки національного кадастру антропогенних викидів та абсорбції парникових газів, а також удосконалення національної системи оцінки антропогенних викидів та абсорбції парникових газів, які не регулюються Монреальським протоколом про речовини, що руйнують озоновий шар [77].

Окрім того, Міндовкілля підпорядковується Державна екологічна інспекція України, яка здійснює контроль за дотриманням вимог законодавства у сфері моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів [27].

Паралельно із Міндовкіллям над розвитком низьковуглецевої економіки працює Міністерство енергетики України, яке формує та реалізовує державну політику у паливно-енергетичному секторі та у сфері відновлюваних джерел енергії зокрема [80]. Міненерго забезпечує перехід найбільшого емітента парникових газів – паливно-енергетичного сектору до принципів кліматичної нейтральності, шляхом розробки та реалізації енергетичної стратегії держави, що спрямована на інноваційний розвиток енергетики на засадах енергоефективності та поступового переходу до виробництва чистої енергії. Контроль за галузями енергетики та окремими суб'єктами ринку здійснює Державна інспекція енергетичного нагляду України, підпорядкована Міненерго. Зокрема, інспекція здійснює нагляд за електричними установками і мережами учасників ринку, дотриманням учасниками ринку норм та правил експлуатації електричних станцій і мереж; розробляє пропозиції щодо вдосконалення законодавства на

основі практики застосування, забезпечує в межах компетенції адаптацію національного законодавства до вимог ЄС тощо [79]. Таким чином, державний орган опосередковано впливає на розвиток низьковуглецевої економіки, забезпечуючи контроль за дотриманням норм законодавства та реалізацією державної енергетичної політики окремими суб'єктами енергетичного ринку.

Для переходу до низьковуглецевого розвитку держави важливою є діяльність Міністерства розвитку громад та територій України. Серед низки покладених на нього завдань, істотне значення для досягнення кліматичної нейтральності є формування та реалізація державної політики у сфері ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, альтернативних видів рідкого та твердого палива, енергозбереження, енергетичної ефективності та виконання інших завдань у зазначених сферах, визначених законодавством [82]. Мінрозвитку забезпечує інтеграцію принципів енергоощадності та енергоефективності у сфері транспорту, дорожнього господарства, зв'язку, будівництва, просторового планування та житлово-комунального господарства. Окрім того, пріоритетним напрямком роботи відомства є забезпечення енергетичної незалежності територіальних громад за рахунок впровадження альтернативної енергетики. Так, Державна стратегія регіонального розвитку на 2021–2027 роки, основну роль у реалізації якої відіграє розглянуте Міністерство, розроблена з урахуванням кліматичних зобов'язань України та наслідків війни, вона включає реалізацію завдань, що сприяють низьковуглецевому розвитку. Зокрема, завдання за напрямом «Комфортні громади» передбачає модернізацію, адаптивність та декарбонізацію систем централізованого теплопостачання та реалізацію проєктів із збільшення енергетичної ефективності будівель житлового фонду державної та комунальної форми власності; завдання за напрямом «Енергетична інфраструктура» передбачає розвиток розподіленої генерації електричної енергії в територіальних громадах, розвиток генерації електричної енергії з відновлюваних джерел у системах централізованого водопостачання та водовідведення в територіальних громадах тощо [35]. Таким чином, Мінрозвитку спрямовує свою діяльність на стимулювання

низьковуглецевого децентралізовано розвитку на рівні окремих територіальних громад та регіонів.

Міністерству з 2023 р підпорядковується Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності). Агентство реалізує державну політику у сфері забезпечення енергетичної ефективності та альтернативних видів палива, зокрема основні завдання включають забезпечення збільшення частки альтернативних видів палива в енергетичному балансі України, забезпечення підвищення рівня енергоефективності в усіх секторах національної економіки [78]. Орган здійснює управління використанням енергетичних ресурсів, сприяє декарбонізації та зменшенню енергоємності господарства, імплементації європейських норм енергоефективності та переходу на засади сталого та низьковуглецевого розвитку.

Державному агентству з енергоефективності та енергозбереження підпорядковане Акціонерне товариство «Фонд декарбонізації України», яке утворене ще у 2012 році, а з 24 січня 2024 року 100% його акцій перейшли у державну власність в особі Держенергоефективності. Основна мета фонду – це стимулювання впровадження енергоефективних заходів, розвиток енергосервісу, збільшення використання відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів пального, а також зменшення викидів вуглецю. Завдання Фонду полягає в наданні державної фінансової підтримки для програм, що сприяють енергоефективності, використанню відновлювальної енергії та декарбонізації в усіх секторах економіки. Фонд також залучає міжнародне фінансування, зокрема гранти, щоб зменшити енергоспоживання та викиди CO₂. Він працює у двох основних напрямках: компенсація відсотків за кредитами комерційних банків та пільгове кредитування для визначених проєктів [146]. Основна частина коштів фонду спрямовується на надання доступних позик на проєкти з упровадження енергоефективних дій та скорочення викидів двоокису вуглецю, а інша – на відшкодування відсотків у банках [29].

Ще однією ініціативою, яку розробляє Агентство, є Національна платформа з декарбонізації – новий універсальний інструмент, призначений для фінансування та супроводу реалізації проєктів у сфері енергоефективності та декарбонізації. Агентством створено фінансові продукти для Національної платформи з декарбонізації, різні за умовами, змістом та наповненням – для сімей, громад, бюджетних установ, ЕСКО-компаній, бізнесу: кредити, лізинг, гарантії, факторинг, вуглецеві сертифікати та зелені облігації [36].

Окрім того, важливе значення у впровадженні низьковуглецевого розвитку відіграє Міністерство фінансів України, яке за допомогою інструментів фінансової політики регулює викиди парникових газів, здійснює розподіл коштів на заходи декарбонізації та адаптації до змін клімату, та Міністерство освіти і науки України, що підтримує та стимулює наукові дослідження у сфері кліматології, екології, електроенергетики, а також імплементує тематику проблеми зміни клімату та необхідності досягнення кліматичної нейтральності в освітній процес.

Центральним органом виконавчої влади зі спеціальним статусом, що здійснює державне регулювання розвитку відновлюваної енергетики та енергоефективних заходів є Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (Регулятор). Це колегіальний орган, який сприяє впровадженню енергоефективних заходів, встановлює методику обрахунку тарифів на послуги у сфері енергетики та комунальних послуг з урахуванням необхідності сприяння екологічно чистим технологіям, забезпечує видачу гарантій та функціонування реєстру гарантій походження електричної енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, забезпечує інтеграцію ринку відновлюваної енергетики до країн Європейського Союзу, Енергетичного Співробітництва та Організації економічного співробітництва та розвитку [99].

Окрім центральних органів, важливу роль у впровадженні кліматично нейтрального розвитку відіграють місцеві державні (у воєнний стан – військові) адміністрації та органи місцевого самоврядування. Так, місцеві державні (у

воєнний стан – військові) адміністрації в межах загальнодержавної стратегії розвитку формують та реалізують регіональну кліматичну політику з урахуванням особливостей територій, розробляють та виконують регіональні стратегії та програми соціально-економічного розвитку, які включають заходи підвищення енергоефективності, скорочення викидів парникових газів та стимулювання переходу до відновлюваних джерел енергії; здійснюють управління фінансовими ресурсами регіону та спрямовують їх на проекти та заходи, що сприяють досягненню нульових викидів парникових газів та адаптації до змін клімату. Важливою ланкою реалізації низьковуглецевого розвитку є органи місцевого самоврядування, які здійснюють управління розвитком територіальних громад на засадах кліматичної нейтральності, шляхом розробки відповідних територіальних програм розвитку та спрямуванням місцевого бюджету на відповідні заходи. Окрім того, 345 територіальні громади України долучилися до «Угоди мерів щодо клімату та енергії» – ініціативи Європейського Союзу, спрямованої на протидію змінам клімату та підвищення енергоефективності на локальному рівні. В межах угоди підписанти добровільно зобов'язуються визначити середньострокові та довгострокові цілі скорочення викидів CO₂ і, можливо, інших парникових газів та прагнути кліматичної нейтральності до 2050 року; розробляти та впроваджувати узгоджений із іншими нормативно-правовими документами План дій зі сталого енергетичного розвитку і клімату (ПДСЕРК); підвищити стійкість шляхом адаптації до наслідків зміни клімату; боротися з енергетичною бідністю; обмінюватися баченням, результатами, досвідом та ноу-хау з іншими підписантами [134, с. 2]. ПДСЕРК включає загальну характеристику громади, стратегію скорочення викидів парникових газів, аналіз енергетичного сектору, план заходів досягнення кліматичної нейтральності та адаптації до змін клімату із зазначенням джерел фінансування. Таким чином, Угода є важливим рушієм розвитку та впровадження кліматичних та енергетичних ідей Європейського Союзу на рівні органів місцевого самоврядування, що стимулює впровадження.

Слід зазначити, що з метою реалізації держаної кліматичної політики вищеперелічені органи державної влади та місцевого самоврядування об'єднані вертикальними (зв'язками підпорядкованості) та горизонтальними (зв'язками координації) зв'язками, що зумовлює єдність та узгодженість дій для досягнення бажаного результату. Громадяни та громадські об'єднання також можуть брати активну участь у впровадженні низьковуглецевої політики держави та пропонувати свої ініціативи до розгляну органам державної влади та місцевого самоврядування різного рівня.

Економічні передумови низьковуглецевого розвитку України доцільно умовно поділити на передумови обмеження викидів парникових газів та заходи стимулювання низьковуглецевого розвитку (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Схематичне зображення основних економічних передумов низьковуглецевого розвитку економіки

*Складено дисертанткою.

Важливою економічною передумовою, що обмежує викиди парникових газів є введення податку на емісію вуглекислого газу, який є складовою екологічного податку. Податок введений Законом України «Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо перегляду ставок деяких податків і зборів» № 4235-VI від 22 листопада 2011 р. Перша ставка податку на викиди CO₂ становила 0,22 грн за 1 тону [93]. Загалом, протягом 2011–2021 рр. розмір податку зріс у 136,4 рази (рис. 2.3). З 2011 до 2017 рр. показник зростав планомірно та був доволі низьким. У 2018 р за рік він стрибкоподібно зріс у 24,4 рази порівняно із попереднім роком, а у 2021 – у 3 рази порівняно із 2018 роком. Різкий стрибок у 2018 р та подальше збільшення ставки податку у 2021 р зумовлене прагненням стимулювати суб'єктів господарювання до скорочення викидів CO₂, у зв'язку з ратифікацією Україною Паризької угоди. Незважаючи на значене підвищення розміру податку, він залишається низьким і не є дієвим інструментом управління викидами двоокису вуглецю в державі. Так, у долларовому еквіваленті ставка податку станом на 2018 р становила 0,37 дол/т, а у 2021 р – 1,10 дол/т (за офіційним середнім курсом долара). За даними Світового банку, середній розмір податку в Україні протягом періоду його дії є одним із найнижчих у світі (0,26 дол/т eCO₂), випереджаючи лише розмір податку в Польщі (0,07 дол/т eCO₂) (Додаток Г, Таблиця Г.1 – Г.2).

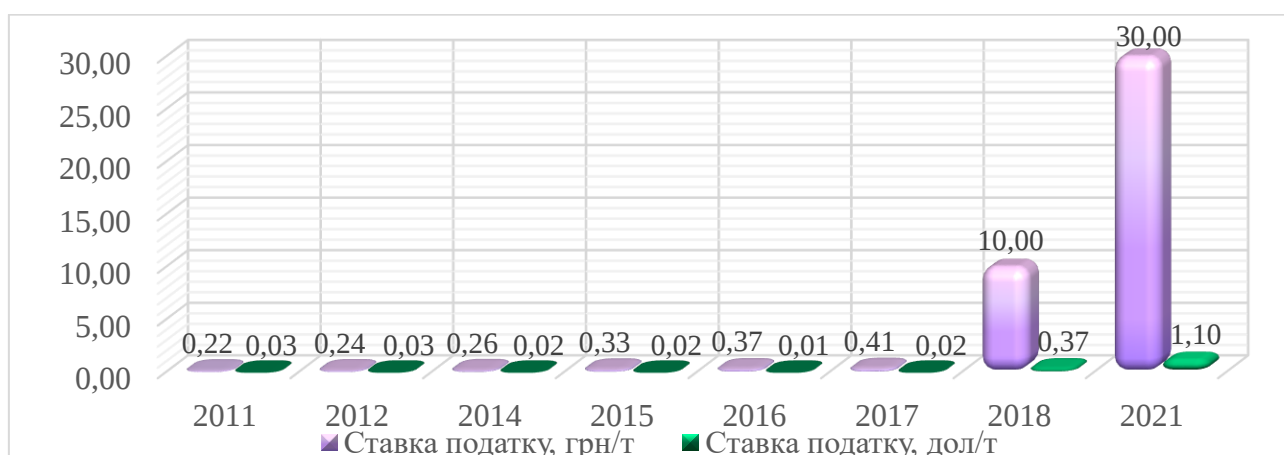


Рис. 2.3. Динаміка росту ставки податку на викиди двоокису вуглецю в Україні протягом 2011–2021 рр.

*Складено дисертанткою на основі даних [89, 90, 91, 92, 93, 94, 95].

Слід зазначити, що, згідно з чинного Податкового кодексу України, а саме пункту 240.1 та 240.7 статті 240 розділу 8, платниками податку є суб'єкти господарювання, юридичні особи, що не провадять господарську (підприємницьку) діяльність, бюджетні установи, громадські та інші підприємства, установи та організації, постійні представництва нерезидентів, включаючи тих, які виконують агентські (представницькі) функції стосовно таких нерезидентів або їх засновників, під час провадження діяльності яких на території України і в межах її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони здійснюються викиди двоокису вуглецю в обсязі більше 500 тонн за рік [76]. Тобто, суб'єкти господарювання, які емітують менше 500 т CO₂ на рік звільняються від сплати податку. Така особливість знижує екологічну ефективність податку, оскільки сумарний обсяг викидів таких підприємств та організацій може бути значним.

Окрім того, що податок спрямований на стимулювання підприємств до запровадження низьковуглецевих технологій, він також наповнює бюджет коштами, що спрямовуються на заходи декарбонізації. Так, згідно з пунктом 16¹ статті 29 частини другої Бюджетного кодексу України, податок за викиди в атмосферне повітря двоокису вуглецю стаціонарними джерелами забруднення, у повному обсязі зараховується до спеціального фонду державного бюджету [4]. Відповідно до статті 39 підрозділу 5 розділу XX Податкового кодексу України «надходження від сплати екологічного податку за викиди двоокису вуглецю спрямовуються на заходи, що призводять до скорочення викидів двоокису вуглецю (декарбонізацію) галузями, віднесеними до секції С «Переробна промисловість» та секції D «Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря» ..., в обсязі не менше 70 % надходжень від сплати екологічного податку відповідної секції» [76]. Отже, податкові надходження спрямовуються саме на ті галузі, які є найбільшими емітентами діоксиду вуглецю.

Таким чином, незважаючи на введення податку у 2011 р, він не є ефективним економічним інструментом стимулювання скорочення викидів CO₂

суб'єктами господарювання через його низьку ставку. Окрім того, надходження до бюджету від сплати розглянутого податку використовуються недостатньо результативно у напрямку декарбонізації економіки держави. Тому, цей інструмент потребує удосконалення, а також поєднання із іншими заходами розвитку низьковуглецевої економіки [26].

Економічні передумови стимулювання низьковуглецевого розвитку включають програми держави, які спрямовані на заохочення суб'єктів господарювання до переходу на використання альтернативних джерел енергії, запровадження енергоощадних та енергозберігаючих технологій.

Зокрема, в Україні діє спеціальний фінансовий інструмент – «зелений» тариф. Тариф введений у 2008 р Законом України «Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення «зеленого» тарифу», який полягає у встановленні «зеленого» тарифу на закупівлю електричної енергії з альтернативних джерел та створення відповідного нормативно-правового середовища [88]. Це фінансовий інструмент державного стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел, який передбачає викуп виробленої електроенергії за високими цінами. Інструмент дозволяє суб'єктам господарювання (фізичним та юридичним особам) продавати вироблену електроенергію у загальну електромережу. Основним нормативно-правовим документом, який визначає особливості дії «зеленого» тарифу є Закон України «Про альтернативні джерела енергії». Відповідно до нього, до альтернативних належить сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна енергія, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів [87]. Документ встановлює коефіцієнти «зеленого» тарифу на визначений термін за кожним видом альтернативної електроенергетики для різних суб'єктів генерації (введених в експлуатацію електростанцій, приватних домогосподарств, споживачів, потужність яких не

перевищує 150 кВт). Згідно з чинної редакції закону, «зелений» тариф встановлюється Національною комісією, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, а держава гарантує, що до 31 грудня 2029 року «зелений» тариф не буде змінений або відмінений, понижуючі коефіцієнти не будуть змінені або застосовані у будь-який інший спосіб, що може призвести до втрат та/або збитків, та/або неодержання правомірно очікуваних доходів [87]. Таким чином, запровадження «зеленого» тарифу можна вважати першим масштабним кроком мотивації суб'єктів господарювання до переходу на відновлювані джерела енергії, адже цей інструмент створює сприятливий клімат для інвестицій у альтернативну енергетику.

Окрім того, стимулювання низьковуглецевої економіки забезпечується за рахунок участі у різноманітних грантових проєктах, спрямованих на перехід до кліматично нейтрального способу життя. Так, в Україні з 2017 р реалізовується грантовий проєкт «Кліматичні Інноваційні Ваучери» Європейського Банку Реконструкції та Розвитку (ЄБРР), який є складовою програми ЄБРР «Центр трансферу технологій та фінансів у сфері зміни клімату» (FINTECC). В Україні проєкт впроваджує громадська організація «Грінкубатор». Проєкт передбачає надання грантів на покриття до 75 % (до 50 тис. євро) витрат для компаній малого та середнього бізнесу, які розробляють та/або впроваджують інноваційні кліматичні технології [86]. Для отримання ваучера компанії-апліканту необхідно подати заявку на участь у конкурсному відборі, переможці обираються експертним журі проєкту за чітко визначеними критеріями. Ці критерії включають наступні категорії: потенціал скорочення викидів парникових газів, здатність технології до масштабування і використання чи впровадження в інших секторах, рівень інновацій, ринковий потенціал, реалістичність втілення технології чи продукту [86]. Таким чином, проєкт є важливою складовою стимулювання розвитку кліматично нейтрального підприємництва в Україні, а також, розробки та впровадження інноваційних технологій скорочення викидів парникових газів.

Значущим компонентом низьковуглецевого розвитку є участь у процесі протидії змінам клімату не лише економіки, але й населення країни. Саме тому в Україні діють фінансові інструменти окремого мотивування населення до переходу на автономні альтернативні джерела енергії. Їх умовно можна поділити на заходи стимулювання переходу до альтернативних джерел енергії та заходи стимулювання енергоощадності.

Основними заходами стимулювання переходу до альтернативних джерел енергії є субсидіювання та кредитування населення. Зокрема, відповідно до підпункту 4 пункту 14 Положення про порядок призначення житлових субсидій, житлові субсидії призначаються особам (громадянам України, іноземцям та особам без громадянства, які на законних підставах перебувають на території України) у разі купівлі, зокрема у кредит, генеруючих установок, що виробляють електричну енергію з енергії сонячного випромінювання та/або енергії вітру, та їх комплектувальних виробів; при цьому разовий платіж, що впливає з правочинів, за якими передбачено набуття майнових прав на таке майно, не повинен перевищувати 150 тис. гривень [83]. Така умова надання житлової субсидії діє з 2024 р.

Із 2024 р діє пільгове кредитування фізичних осіб, які встановлюють установки для виробництва електроенергії з альтернативних джерел. Згідно з Порядком надання фінансової державної підтримки фізичним особам, які встановлюють у власних домогосподарствах генеруючі установки, що виробляють електричну енергію з альтернативних джерел енергії, підтримка надається у вигляді повної компенсації Фондом розвитку підприємництва процентних ставок за кредитами фізичних осіб на придбання та встановлення фізичними особами гібридної системи електропостачання у власному приватному домогосподарстві [84]. При цьому сума кредиту на строк кредитування не повинна перевищувати 480 тис. грн, а максимальний строк кредитування становить 10 років. Слід зазначити, що підтримка не надається у разі встановлення генеруючих установок для виробництва сонячної та вітрової електроенергії за «зеленим» тарифом.

Не менш важливими є заходи стимулювання енергоощадності населення, які спрямовані на зменшення споживання та раціоналізацію витрат електроенергії. Енергозберігаючі заходи зумовлюють як безпосереднє скорочення викидів парникових газів за рахунок зменшення потреб у виробництві електроенергії, так і сприяють полегшенню переходу до альтернативних джерел енергії шляхом підвищення енергонезалежності від традиційних джерел.

Так, до 2021 р включно реалізовувалася Державна цільова економічна програма енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв із відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010–2021 роки (програма «тепліх кредитів»), яка полягала у забезпеченні часткової компенсації витрат на придбання енергоефективного обладнання та матеріалів. Кредит могли отримати юридичні особи (ОСББ/ЖБК) та фізичні особи (індивідуальні домогосподарства). Реалізацію цього проєкту здійснювало Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Відшкодування суми кредиту становило: 20 % – для придбання фізичними особами негазових та неелектричних котлів (35 % – для субсидіантів); 35 % – для придбання енергоефективного обладнання та/або матеріалів індивідуальними домогосподарствами; 40–70 % – для ОСББ/ЖБК (залежно від кількості мешканців-субсидіантів) [38, с. 3–4]. У 2021 р програма діяла лише для фізичних осіб. Програма не мала на меті повністю вирішити проблему зміни клімату, однак, сприяла значному скороченню використання енергії та необхідності в її виробництві, що в свою чергу повинно було зменшити залежність від викопного палива і полегшити перехід до альтернативної енергетики. За результатом роботи програми протягом 2014–2020 рр. понад 853 тис. українських родин інвестували близько 8,7 млрд. грн в енергоефективність власного житла, а оціночна економія домогосподарствами, складає близько 460 млн. м³ газу щороку [38, с. 4].

У 2017 р створено Фонд енергоефективності для підтримки ініціатив щодо енергоефективності, впровадження інструментів стимулювання і підтримки

здійснення заходів із підвищення рівня енергетичної ефективності будівель та енергозбереження, зокрема в житловому секторі, з урахуванням національного плану щодо енергетичної ефективності, зменшення викидів двоокису вуглецю з метою виконання Паризької угоди, впровадження *acquis communautaire* Європейського Союзу та Договору про заснування Енергетичного Співтовариства, забезпечення дотримання Україною міжнародних зобов'язань у сфері енергоефективності [103]. У 2019 р Фондом запроваджена Програма підтримки енергомодернізації багатоквартирних будинків «Енергодім». Програма спрямована на допомогу об'єднанням співвласників багатоквартирних будинків ОСББ шляхом надання грантової підтримки для здійснення заходів із підвищення енергоефективності. Гранти покривають до 70 % витрат, залежно від пакету та особливостей реалізації. Джерелом фінансування цієї Програми в частині видачі грантів є кошти статутного капіталу Фонду, який формується за рахунок коштів Державного бюджету України, окрім того, додатковим джерелом співфінансування/відшкодування грантів також можуть бути кошти, що надходять від донорів у межах укладених угод [106, с. 14]. Проєкт пропонує два варіанти заходів енергомодернізації: Пакет «А» (Легкий) та Пакет «Б» (Комплексний). Окрім того, наявні полегшені версії пакетів: Пакет «А» (Спрощений) та Пакет «Б» (Спрощений). Кожен із запропонованих пакетів включає перелік обов'язкових та додаткових заходів, які повинен реалізувати бенефіціар проєкту, та складається із послідовних етапів його реалізації. Наприклад, Пакет «А» (Легкий) включає два обов'язкові заходи: встановлення вузла комерційного обліку тепла та встановлення або модернізація індивідуального теплового пункту; до обов'язкових заходів Пакету «Б» (Комплексного) входять всі обов'язкові заходи пакету «А», а також теплоізоляція та/або заміна трубопроводів теплопостачання та водопостачання в неопалюваних приміщеннях, встановлення автоматичних клапанів для гідравлічного балансування системи опалення, заміна або ремонт зовнішніх дверей, вікон та балконних дверей загального користування [69; 70]. Таким чином, програма «Енергодім» надає можливість підвищити енергоефективність

значної кількості багатоквартирних будинків та сприяє підвищенню низьковуглецевої свідомості населення.

Також у 2024 р Фонд енергоефективності запустив програму «ГрінДІМ», основною метою якої є підтримка і розвиток альтернативної енергетики у житловому секторі. Програма передбачає надання грантів на придбання теплових насосів, сонячних електростанцій та додаткових допоміжних матеріалів, які покривають 50 % вартості обладнання та 70 % вартості сертифікації енергетичної ефективності будинку [105, с. 2–3]. Програма діє для об'єднань співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ) та житлово-будівельних кооперативів (ЖБК). Таким чином, програма сприяє переходу від традиційного споживання електроенергії населенням до генерації власної «зеленої» енергії житловими будинками. На відміну від програми «Енергодім», програма «ГрінДІМ» забезпечує енергоефективність не за рахунок модернізації комунікацій та будівлі, а завдяки впровадженню інноваційних технологій виробництва електроенергії з відновлюваних джерел. Однак, на нашу думку, ці дві програми можна вважати взаємодоповнюючими, адже програма «Енергодім» спрямована на скорочення енергоспоживання населенням, що полегшує перехід до використання відновлюваних джерел енергії [23].

Під соціальними передумовами слід розуміти готовність та зацікавленість суспільства до переходу до низьковуглецевої концепції розвитку. Для формування низьковуглецевої культури суспільства важливим є здійснення освітньої та просвітницької діяльності серед населення. Основні заходи, що сприяють підвищенню кліматично-нейтральної свідомості суспільства продемонстровано на рисунку 2.4.

Становлення основ відповідального ставлення до проблеми зміни клімату відбувається ще під час навчання в школі, тому необхідно, щоб зміст освіти включав тематику сталого та низьковуглецевого розвитку. В українську загальну середню освіту проблематика зміни клімату та низьковуглецевої економіки інтегрується поступово. Так, у концепції реформи загальної середньої освіти «Нова українська школа» (НУШ) однією з 10 ключових компетентностей є

екологічна грамотність і здорове життя, що передбачає «уміння розумно та раціонально користуватися природними ресурсами в межах сталого розвитку, усвідомлення ролі навколишнього середовища для життя і здоров'я людини, здатність і бажання дотримуватися здорового способу життя» [63, с. 12].



Рис. 2.4. Схематичне зображення основних заходів формування низьковуглецевої культури суспільства

**Складено дисертанткою.*

Окрім того, із вересня 2024 р Світовий банк разом із Міністерство освіти і науки України та Міністерством фінансів України реалізовує системну трирічну програму «Підвищення доступності та стійкості освіти в умовах кризи в Україні» (LEARN). Програма спрямована на поліпшення умов для навчання та викладання, зокрема на будівництво й модернізацію укриттів, закупівлю безпечних, інклюзивних й екологічно сталих автобусів для перевезення учнів, забезпечення учнів НУШ підручниками та підвищення кваліфікації вчителів і керівників шкіл за стандартами НУШ [135]. В межах проєкту «LEARN» МОН реалізовує проєкт «Уроки енергоефективності», розрахований на навчальну програму 4–11 класів. Ініціатива спрямована на формування культури свідомого енергокористування серед школярів та передбачає розробку відповідних навчальних модулів та їхню інтеграцію в навчальну програму, без створення

додаткового навантаження; формування додаткових матеріалів й інструментів (інтерактивних дидактичних ігор, ознайомчих відеороликів, навчальних матеріалів, презентацій, сценаріїв для позаурочних заходів); а також забезпечення методологічною підтримкою закладів освіти [62].

Поглиблення знань про розвиток на засадах кліматичної нейтральності та формування вмінь їх застосовувати у професійній діяльності формується у закладах вищої освіти (ЗВО). Оскільки ЗВО здійснюють підготовку фахівців, які в подальшому прийматимуть управлінські рішення, провадитимуть економічну діяльність, розвиватимуть освіту, науку та технології, то формування низьковуглецевої компетенції під час здобуття вищої освіти є вкрай важливим її компонентом. Станом на 2025 р в Україні немає вимог щодо обов'язкового включення в освітні програми бакалаврського та магістерського рівня проблеми зміни клімату та розвитку на засадах чистого нуля. Однак, освітні програми формуються відповідно до потреб та викликів часу та почасти включають розглянуту тематику. Наприклад, протягом 2023–2026 вісім українських ЗВО разом із Держенергоефективності та університетами Італії, Польщі та Словаччини реалізують проєкт «Інноваційні магістерські курси на підтримку покращення енергетичного та вуглецевого сліду українського будівельного фонду» (UKRENERGY) за підтримки Європейського Союзу в межах програми Еразмус+. Проєкт спрямований на створення та впровадження інноваційних магістерських курсів щодо енергетичної стійкості в будівлях та зменшення вуглецевого сліду в будівельному фонді України відповідно до найкращих європейських практик та враховуючи принципи Болонського процесу шляхом розробки нової магістерської програми у сфері енергетичної стійкості будівель, підвищення кваліфікації викладацького складу, підтримка процесу реформування навчальних програм, поширення та покращення знань про Європейську зелену угоду та встановлених вимог ЄС до 2030 [107].

Просвітницька діяльність серед населення за межами закладів освіти здійснюється за допомогою діяльності громадських організацій, що працюють над проблемою кліматичних змін та пропагують низьковуглецевий стиль життя,

популяризація проблеми через засоби масової інформації (ЗМІ) та соціальні мережі, відзначення днів боротьби зі зміною клімату тощо. Окрім того, з метою формування низьковуглецевої культури не лише на індивідуальному рівні, але й у певному соціальному середовищі, зокрема на рівні трудових колективів, більшість приватних підприємств, державних органів та організацій беруть участь у акціях та ініціативах привернення уваги та боротьби зі змінами клімату, а також проводять курси підвищення кваліфікації працівників, що включають питання сталого розвитку та низьковуглецевої економіки.

В Україні функціонує низка громадських організацій, які працюють над питанням глобального потепління та адаптації до змін клімату. Так, Національний екологічний центр України (НЕЦУ) – одна з найвпливовіших екологічних громадських організацій України, яка працює із 1991 р та спрямовує свою діяльність на збереження довкілля, в тому числі і на боротьбу зі змінами клімату та екологізацію енергетики. НЕЦУ бере активну участь у багатьох європейських проєктах, у міжнародних переговорах щодо скорочення викидів парникових газів, контролює впровадження механізмів Кіотського протоколу в Україні, працює зі ЗМІ та широкою громадськістю; намагається переорієнтувати енергетичну політику України від інтенсивного розвитку вугільної та ядерної енергетики до енергоефективної економіки та альтернативних джерел енергії, працює з політиками та чиновниками, навчаючи їх новим підходам до управління енергетичним сектором [147]. Також, до основних прокліматичних громадських організацій доцільно віднести ГО «Цент екологічних ініціатив «Екодія» та ГО «Український екологічний клуб «Зелена хвиля». Окрім того, в Україні створені об'єднання прокліматичних громадських організацій, найбільшою серед яких є Українська кліматична мережа, яка станом на кінець 2023 р налічує 37 членів [42]. Об'єднання спрямовує свої консолідовані зусилля на формування та контроль за реалізацією національної та локальної кліматичної політики, забезпечення просвітницької діяльності серед населення щодо проблеми зміни клімату. Над проблемою трансформації економіки на засади відновлюваної енергетики працює коаліція «Енергетичний перехід». Вона

об'єднує громадські організації, муніципалітети та активних громадян з метою просування переходу України до 100 % використання відновлюваних джерел енергії через адвокацію, інформування та об'єднання зацікавлених сторін [98]. Вищеперелічені організації відіграють важливу роль у формуванні відповідального ставлення до кліматичних змін у суспільстві, адже здійснюють просвітницьку діяльність, залучають до своєї діяльності охочих, ефективно взаємодіють із органами державної влади, бізнесом та громадкістю, демонструють можливість впливати на управлінські рішення, ініціюють та реалізують конкретні практичні проєкти.

В умовах діджиталізації особливу роль у формуванні стійких суспільних переконань відіграє інформаційна підтримка діяльності органів державної влади, громадських організацій та інших об'єднань, які працюють над вирішенням проблеми змін клімату, за допомогою засобів масової інформації та соціальних мереж. Переважна більшість таких організацій України періодично надають інтерв'ю, роз'яснення, коментарі мас-медіа, наповнюють власні сайти корисною інформацією, ведуть соціальні мережі, а також проводять форуми, конференції тощо. Окрім того, низка грантових проєктів у сфері протидії зміні клімату та підвищення енергоефективності, вимагають обов'язкового інформаційного супроводу, з метою забезпечення прозорості діяльності та популяризації кліматично нейтральних ідей серед широких мас населення. До найактивніших у напрямку публічного висвітлення діяльності, доцільно віднести: Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Міністерство розвитку громад та територій України, Державне агентство енергоефективності та енергозбереження України, ГО «Цент екологічних ініціатив «Екодія», проєкт «Energy Efficiency Support Program for Ukraine – EE4U» та інші.

Відзначення днів боротьби зі зміною клімату сприяє підвищенню низьковуглецевої культури суспільства за рахунок системного привернення уваги до проблеми. Так, щорічно 15 травня разом з усім світом Україна відзначає Міжнародний день захисту клімату, проведення якого ініційоване ООН із метою привернення уваги суспільства до змін клімату. Також, 24 жовтня відзначається

Міжнародний день дій на захист клімату, ініційований міжнародною екологічною організацією 350.org із метою підвищення обізнаності про необхідність активізації спільних зусиль боротьби зі змінами клімату, а 8 грудня – Всесвітній день клімату, який покликаний підвищити обізнаність суспільства в проблемі змін клімату та започаткований декількома неурядовими організаціями Франції та Бельгії. Слід зазначити, що розглянуті дати не є офіційними святами в Україні, однак, активно відзначається населенням, державними організаціями та приватними підприємствами.

Важливою складовою розвитку низьковуглецевої культури є залучення трудових колективів різноманітних організацій до боротьби зі змінами клімату та розвитку відновлюваної енергетики. Наприклад, акціонерне товариство УКРСИББАНК із метою протидії змінам клімату ініціював акцію «Посади дерево», під час якої у 2019 р працівники банку висадили понад 200 дерев та кущів у Києві, Дніпрі, Тернополі, Львові, Одесі та Харкові [57]. Працівники ІТ-компанії «СофтСерв» разом із WWF-Україна та місцевим лісництвом у 2024 р висадили понад 3 000 саджанців та відновили гектар лісу у м. Львові відповідно до принципів кліматично розумного та природоорієнтованого лісівництва [180]. Окрім того, різноманітні організації пропонують низку курсів підвищення кваліфікацій для працівників різних напрямів діяльності, які спрямовані на підвищення обізнаності у сфері енергетичної стійкості, пом'якшення наслідків змін клімату та формування вмінь їх практичного застосування у професійній діяльності. Так, аналітичним центром DiXi Group створено центр підвищення кваліфікації у сфері енергетики – Київська школа енергетичної політики (KSEP), яка забезпечує професійне вдосконалення фахівців галузі енергетики та пропонує курси з аналітики в енергетиці, європейського енергетичного права, енергетичного регулювання та кліматичної політики [48]. Окрім того, онлайн-платформа професійного навчання Prometheus містить широкий вибір курсів, присвячених тематиці відновлюваної енергетики та сталого розвитку, розрахованих на підприємців та державних службовців, студентів та інших зацікавлених осіб.

Найкращий результат згадані заходи формування низьковуглецевої культури надають при їхній синергетичній дії, однак, вони проводяться стихійно та не мають систематичного та ціленаправленого характеру. Незважаючи на безсистемність, перелічені ініціативи привертають увагу суспільства до проблеми зміни клімату та необхідності її вирішення. Особливо актуалізується проблема енергоефективності та потреби переходу до відновлюваних джерел енергії після значного ушкодження енергетичної інфраструктури України унаслідок воєнних дій із 2022 р.

Екологічні передумови впровадження засад низьковуглецевої економіки включають всі негативні зміни природно-територіальних комплексів, що зумовлені викидами парникових газів антропогенного походження. Атмосферне повітря, як один із ключових компонентів природного середовища, відіграє визначальну роль у підтриманні якості життя та здоров'я населення, а його забруднення безпосередньо впливає на екологічну рівновагу природно-територіальних комплексів [20, с. 122]. Одним із основних наслідків емісії парникових газів є посилення парникового ефекту, що зумовлює зміну клімату.

Поняття клімату є похідним від поняття погоди. Погода – це фізичний стан атмосфери у певний час на певній території. Клімат – менш динамічне поняття та характеризує багаторічний режим погоди певної території. Таким чином, під кліматом розуміють багаторічний режим погоди, що формується під впливом сонячної радіації, її перетворення підстилаючою поверхнею, циркуляцією повітряних мас та вологообміну. Клімат характеризується температурним режимом, режимом випадання опадів, вологістю, особливостями циркуляції повітряних мас, вітровим режимом тощо. Розрізняють місцевий, регіональний та глобальний клімат. Глобальний клімат варто розуміти, як сукупність взаємопов'язаних регіональних кліматів, які формують єдиний клімат Землі.

Клімат України унаслідок глобального та регіонального підвищення вмісту парникових газів в атмосфері зазнав змін. Важливою його характеристикою є температурний режим. Аналізуючи дані Центральної геофізичної обсерваторії

імені Бориса Срезневського, середні температури повітря в Україні протягом 1891–2022 рр. мають загальну тенденцію до зростання (рис 2.5).

Так, середньорічна температура повітря у 2022 р порівняно із 1891 р зросла на 1,1 °С, а найтеплішими роками були 2019 та 2020 рр., середня температура яких становила 10,5 та 10,6 °С відповідно, а найхолоднішим – 1942 р (6,0 °С) (Додаток Д, Таблиця Д.1). Амплітуда коливань середньорічних температур протягом 131-го року становить 4,6 °С. Взимку спостерігаємо тенденцію до більш стрімкого підвищення середніх температур, що свідчить про м'якші та тепліші зими в останні десятиліття. Так, середня температура взимку у 1891 р становила -4,3 °С, а у 2022 р – 0,2 °С, що на 4,5 °С вище, а амплітуда коливань протягом досліджуваного періоду становить 9,1 °С. Варто відмітити, що середні зимові температури у 1989, 1990, 2020 та 2022 роках набули додатних значень та становили відповідно 0,5; 0,3; 0,7 та 0,2 °С. Середні температури повітря в літній період року у 2022 р порівняно з 1891 р зросли на 0,1 °С. Найвища середня температура влітку спостерігалася у 2010 р та становила 22,8 °С, а найнижча – у 1976 р (17,2 °С), амплітуда становить 5,5 °С.

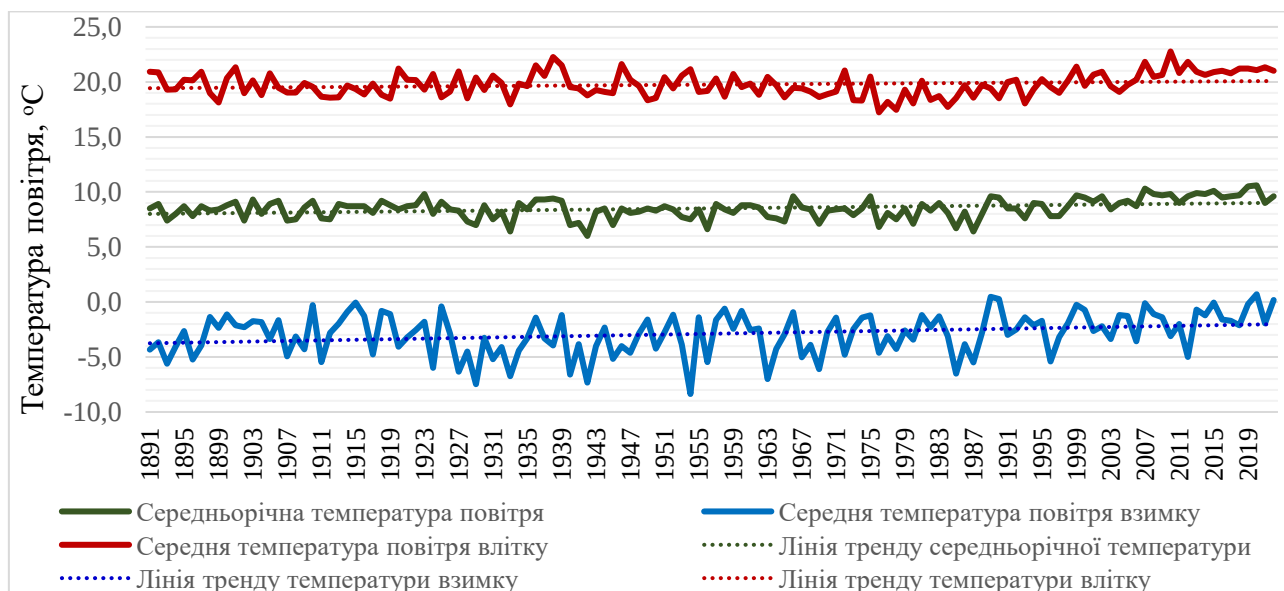


Рис. 2.5. Динаміка середньої температури повітря в Україні протягом 1891–2022 рр.

**складено автором за даними Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського [51].*

Протягом весняного та осіннього сезону середні температури повітря зростають значно швидше, ніж влітку. Так, амплітуда коливань середніх температур протягом досліджуваного часового зрізу весною становить 6,5 °C, а восени – 6,8 °C. Найтеплішою весна була у 2014 р (11 °C), а осінь – у 1923 р (12,6 °C). Підсумовуючи проведений аналіз, можна зробити висновок про потепління клімату в Україні протягом 1891–2022 рр., яке особливо яскраво виражене протягом останніх 15-ти років. Окрім того, варто відзначити сезонну асиметрію потепління, яка проявляється у більш різкому зростанні середніх температур взимку та помірному зростанні у весняно-літній та осінній період.

Унаслідок потепління клімату відбулися трансформації інших метеорологічних величин та явищ, зокрема спостерігаються зміни у вологообміні, розподілі та режимі випадання опадів на земній поверхні. Такі зміни відображаються на водному режимі гідрологічних об'єктів та ґрунтів. У свою чергу, вищеперелічені трансформації призводять до порушення цілісності та саморегуляції природно-територіальних комплексів різного таксономічного рівня. Виникає низка негативних природних явищ, таких як: збільшення частоти прояву екстремальних погодних явищ (засух, повеней, природних пожеж, ураганів) деградація ґрунтів, опустелювання, пересихання річок, евтрофікація водних об'єктів, скорочення біорізноманіття тощо.

2.2. Аналіз сучасного стану та основних тенденцій розвитку низьковуглецевої економіки в Україні

У сучасних умовах трансформації економічних систем у напрямі кліматичної нейтральності важливого значення набуває діагностика фактичного стану низьковуглецевої економіки як базису для подальшого стратегічного планування декарбонізації. Визначення сучасного рівня розвитку низьковуглецевої економіки України потребує аналізу основних складових, що відображають специфіку впливу господарської діяльності на кліматичну систему, рівень енергетичної та ресурсної ефективності, рівень соціальної

залученості до кліматичних практик, а також здатність територій до поглинання викидів парникових газів.

Проведення факторно-показникового аналізу є необхідною передумовою для виявлення специфіки функціонування низьковуглецевої економіки України. Аналіз передбачає дослідження динаміки обсягів викидів парникових газів, показників енергоємності та вуглецевої інтенсивності економіки, обсягів інвестицій у охорону атмосферного повітря, вуглецевого сліду населення, транспортних індикаторів, структури енергетичного балансу за джерелами, а також поглинальної спроможності ландшафтів. Результати цього аналізу формують інформаційну базу для подальшої інтегральної оцінки рівня низьковуглецевого розвитку економіки (розділ 2.3), окреслюючи основні тенденції, регіональні диспропорції та бар'єри декарбонізації національної економіки.

Економічна складова

Оцінювання сучасного рівня функціонування низьковуглецевої економіки України доцільно розпочати з аналізу обсягів викидів парникових газів як інтегрального результату господарської діяльності, що є безпосереднім наслідком виробничої та енергетичної активності економіки. Зниження загальної кількості емісії свідчить про поступову зміну технологічних процесів, енергетичної структури та організації виробництва у напрямі скорочення антропогенного навантаження на кліматичну систему. Разом із тим, важливо враховувати, що скорочення викидів може бути зумовлене як переходом до низьковуглецевих технологій, так і зниженням обсягів економічної активності внаслідок кризових явищ. Наприклад, Т. Воловець, Ю. Мирошніченко, І. Вакуленко, С. Богацький, А.М. Вішневська, С. Колосок та В. Юнгер зазначають, що одним із позитивних наслідків пандемії COVID-19 є короткострокове скорочення викидів парникових газів і, як наслідок, виконання цілей курсу на зелену енергетику [256]. Подібні форс-мажорні обставини мають лише тимчасовий ефект зменшення антропогенного навантаження на кліматичну

систему, однак не є індикаторами структурних змін соціально-економічної системи з метою досягнення кліматичної нейтральності.

Сучасний стан та динаміку розвитку низьковуглецевої економіки можна оцінити за допомогою абсолютних та відносних показників. Так, основним абсолютним показником є обсяг викидів парникових газів. Відповідно до Кіотського протоколу інвентаризації підлягають такі парникові гази: двоокис вуглецю (CO_2); метан (CH_4); закис азоту (N_2O); гідрофторвуглеці (ГФВ); перфторвуглеці (ПФВ); гексафторид сірки (SF_6) [49, с. 19]. Дохійською поправкою Кіотського протоколу до цього переліку внесено трифторит азоту (NF_3) [167, с. 4]. Найпоширенішим серед парникових газів є двоокис вуглецю, який належить до змінних газів атмосфери, його середній вміст у повітрі становить 0,04 % та постійно збільшуються унаслідок емісії з антропогенних джерел. Основну частку CO_2 антропогенного походження постачає промислове виробництво (зокрема, паливно-енергетичний комплекс) та автомобільний транспорт [18, с. 146]. Окрім того, внаслідок господарської діяльності людини в атмосферу надходять значні обсяги метану та закису азоту, які мають вищий потенціал глобального потепління, ніж CO_2 у зв'язку з різними властивостями сполук.

Динаміка обсягів викидів парникових газів в Україні у 1990–2021 рр. відображає загальну тенденцію до їх скорочення, що є важливим маркером змін у структурі національної економіки (рис. 2.6). Водночас зазначене зменшення обсягів емісій здебільшого не є результатом структурної модернізації виробництва чи переходу до низьковуглецевих технологій, а обумовлене переважно спадом економічної активності внаслідок затяжних кризових явищ. Зокрема, скорочення викидів супроводжувало економічні рецесії 1990-х років, фінансово-економічну кризу 2008–2009 рр., бойові дії на Сході України з 2014 року, наслідки пандемії COVID-19 у 2020–2022 рр., а з 2022 року – повномасштабну війну. Таким чином, фіксується скоріше *кризове зниження вуглецемісткості економіки*, ніж цілеспрямоване впровадження кліматично нейтральних моделей господарювання.

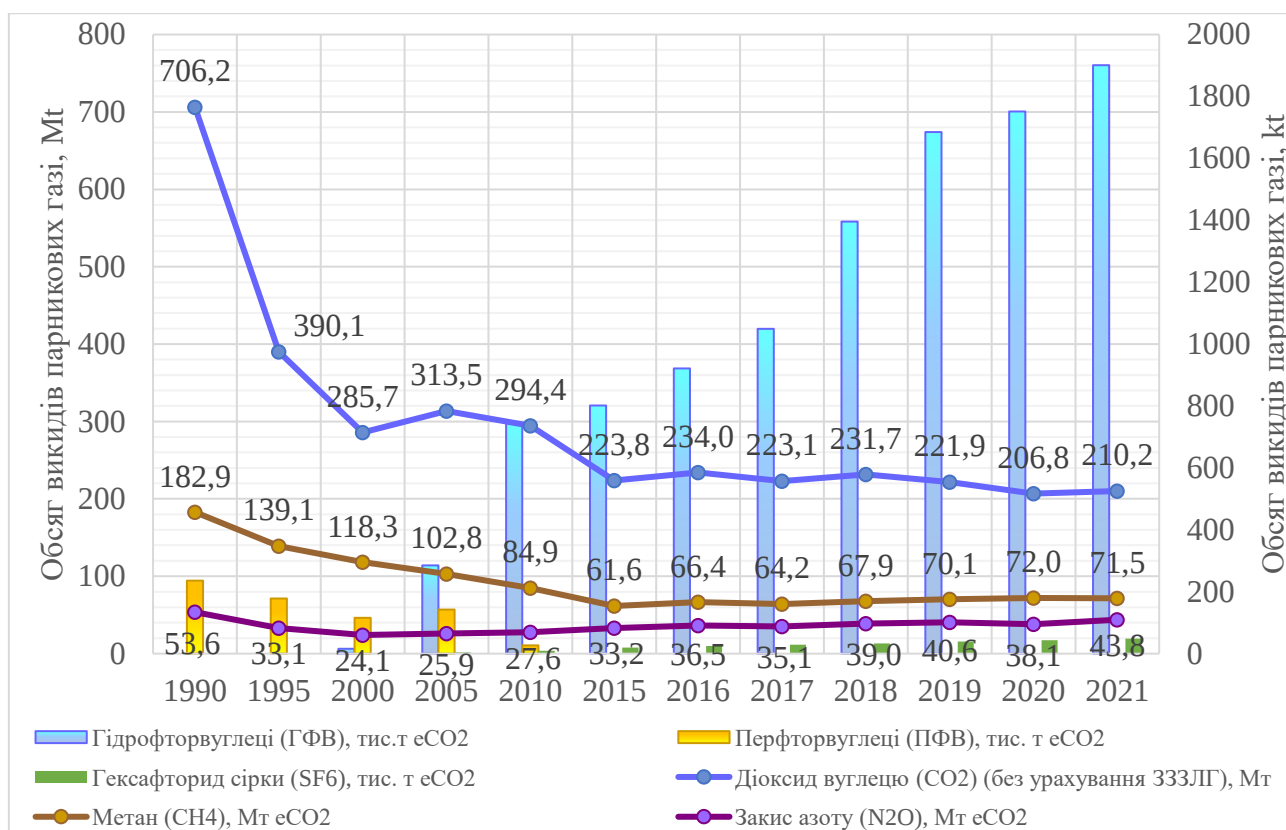


Рис. 2.6. Динаміка викидів парникових газів в Україні протягом 1990–2021 рр., виражені в еквіваленті діоксиду вуглецю.

*складено дисертанткою за даними [243, с. 6].

Обсяг викидів парникових газів відображає рівень технологічної модернізації та енергоефективності основних галузей господарства. Динаміка емісій свідчить про суттєве зниження вуглецевого навантаження на економіку за рахунок скорочення обсягів викидів діоксиду вуглецю – базового енергетичного газу. Протягом 1990–2021 рр. емісія CO₂ зменшилася на 496 млн тонн, тобто на 70,2 %, що в основному є наслідком зміни масштабу використання викопного палива в енергетиці, промисловості, транспорті та житловому секторі – основними вуглецемісткими сферами національної економіки.

Скорочення обсягів викидів метану на 60,9 % (із 182,9 Мт еCO₂ у 1990 р до 71,5 Мт еCO₂ у 2021 р) також вказує на трансформації у вуглевидобувній промисловості, сільському господарстві та сфері поводження з відходами, що виступають основними джерелами емісії цього газу. Викиди закису азоту мають менш виражену тенденцію до скорочення: за 31 рік їх обсяги зменшилися на

9,8 Мт eCO_2 (18,4 %), що свідчить про збереження значної ролі сільськогосподарських джерел у загальній структурі викидів.

Водночас викиди фторованих газів, таких як гідрофторвуглеці, демонструють зворотну динаміку. Так, якщо у 1990 р. їх емісія в Україні не фіксувалася, то у 2021 р. обсяг викидів гідрофторвуглеців зріс до 1885,3 тис. тонн eCO_2 (зростання на 99,2 % від рівня 2000 року). Це пояснюється інтенсивним використанням цих сполук у холодильних установках, системах кондиціонування, вогнегасниках та піноутворювачах. Подібна тенденція характерна й для гексафториду сірки: з нульового показника у 1990 р. до 48,9 тис. тонн eCO_2 у 2021 р., що зумовлено впровадженням елегазових вимикачів у енергетичній інфраструктурі. Викиди перфторвуглеців скорочувалися до 2010 р., після чого сполуки не імпортувалися і не використовувалися у виробництві. Викиди трифториту азоту в Україні упродовж аналізованого періоду не фіксувалися.

У 2022–2023 рр. викиди парникових газів в Україні продовжили знижуватися, що пов'язано не з прогресом декарбонізації виробництва, а з фактичним згортанням вуглецемістких видів економічної діяльності через повномасштабну війну. Насамперед це стосується зупинки або зменшення потужностей підприємств енергетики та металургії, які є основними джерелами викидів діоксиду вуглецю.

За офіційними даними Державної служби статистики України, обсяг викидів CO_2 від стаціонарних джерел забруднення у 2022 р. становив 63,4 млн тонн, а у 2023 р. – 67,6 млн тонн, що майже вдвічі менше показників 2021 р. (рис. 2.7). Аналогічна тенденція характерна і для викидів метану від стаціонарних джерел, які у 2022 р. практично зникли з офіційної статистики (0,0 млн тонн), що свідчить про припинення чи різке скорочення діяльності вуглевидобувних підприємств, переробних підприємств і об'єктів поводження з відходами. Проте наявні статистичні дані є неповними через необов'язковість подання звітності під час дії воєнного стану та скорочення охоплення державним статистичним спостереженням окремих суб'єктів господарювання.

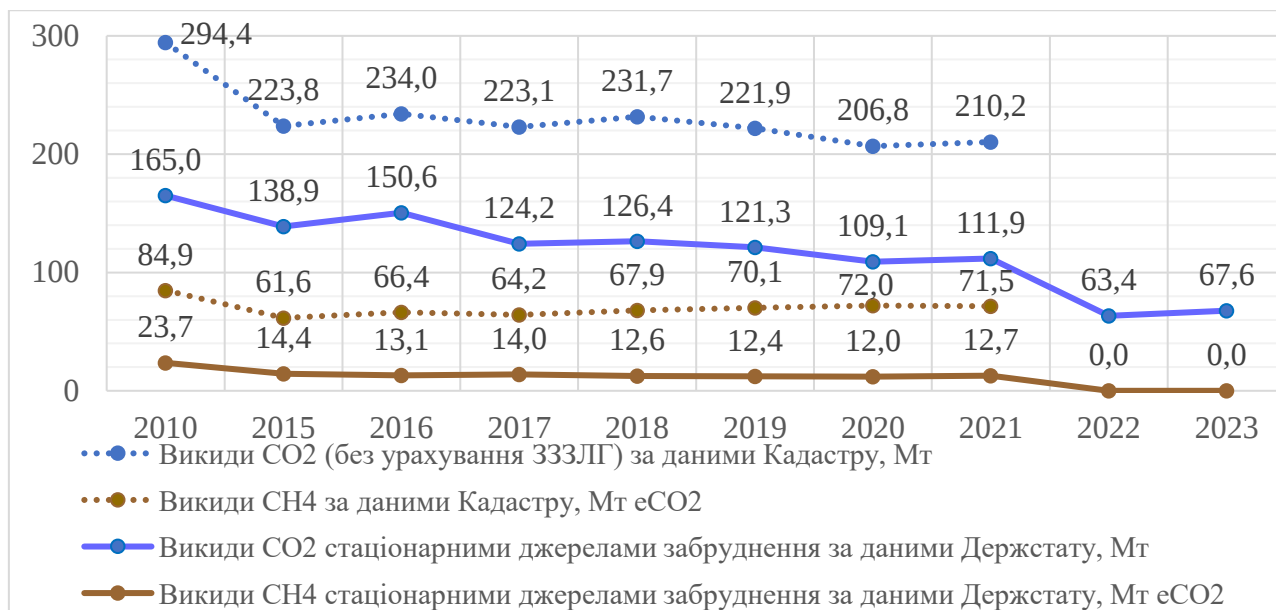


Рис. 2.7. Порівняльний графік обсягів викидів діоксиду вуглецю та метану протягом 2010–2021 рр. розрахованих за методиками системи МЗВ та за методикою Держстату, Мт eCO₂

**систематизовано дисертанткою за даними [243, с. 6; 117, с. 519; 122, с. 198; 123, с. 193; 124, с. 194; 125, с. 182; 126, с. 179; 127, с. 171; 128, с. 168] та Державної служби статистики України (лист-відповідь № ЗП/Г-1870-24 від 09.09.2024 р)*

Водночас варто враховувати методологічні відмінності між даними Державної служби статистики України та національного кадастру парникових газів. На відміну від Держстату, який обліковує лише викиди CO₂ та CH₄ зі стаціонарних і пересувних джерел за методикою державного статистичного спостереження [99], Кадастр включає всі сім парникових газів (CO₂, CH₄, N₂O, ГФВ, ПФВ, SF₆, NF₃) та здійснює облік викидів і поглинання в розрізі всіх секторів економіки відповідно до Закону України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» [96].

З огляду на це, обсяги викидів за даними Держстату суттєво менші, ніж показники, відображені у кадастрі викидів, що ускладнює об'єктивну оцінку вуглецемісткості економіки у воєнний період. Зафіксоване скорочення викидів у 2022–2023 рр. є прямим наслідком зменшення промислового виробництва та енергоспоживання, і тому не свідчить про досягнення реальних зрушень у структурній декарбонізації національної економіки (рис 2.7).

Аналіз викидів діоксиду вуглецю у розрізі адміністративних областей є важливим для оцінки регіональних особливостей економічної складової розвитку низьковуглецевої економіки. У 2010–2021 рр. спостерігається значна територіальна концентрація викидів у промислово розвинених регіонах (рис. 2.8). Найбільші обсяги викидів CO₂ припадають на Донецьку область – у середньому 34,6 млн тонн на рік, що обумовлено зосередженням тут металургійного комплексу, вуглевидобувної галузі та енергогенеруючих підприємств. Друге місце за обсягами викидів посідає Дніпропетровська область із середнім показником 25,5 млн тонн, що також зумовлено розвиненою важкою промисловістю та енергетикою.

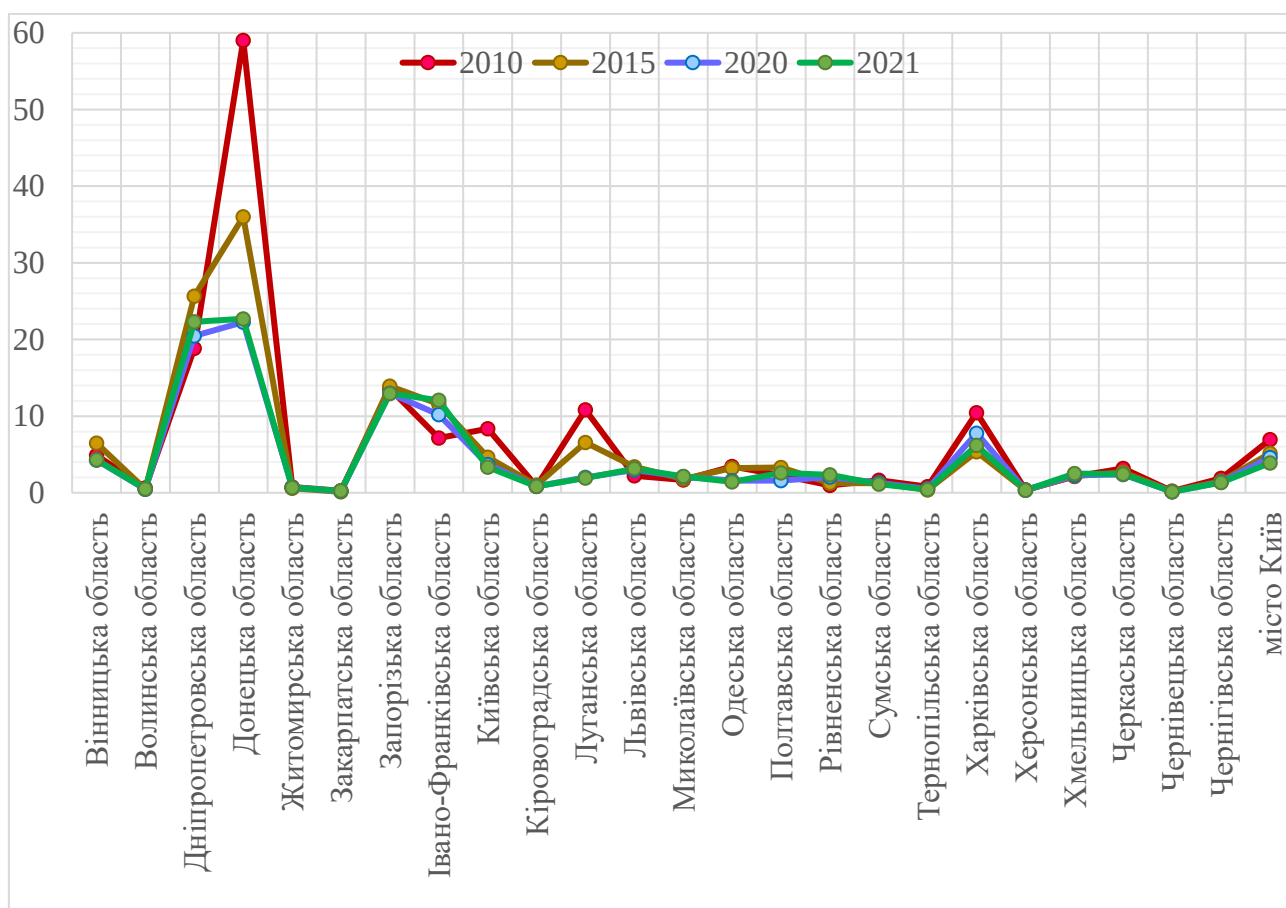


Рис. 2.8. Обсяги викидів діоксиду вуглецю стаціонарними джерелами у розрізі адміністративних областей та м. Києва у 2010, 2015, 2020 та 2021 рр., Мт

*складено дисертанткою на основі [117, с. 519; 122, с. 198; 127, с. 171; 128, с. 168]

**з 2014 р, без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей

До регіонів із високим вуглецевим навантаженням відносяться також Запорізька (12,5 млн тонн), Івано-Франківська (11,1 млн тонн), Харківська (7,9 млн тонн) та Луганська (7,1 млн тонн) області. Основними джерелами викидів у цих регіонах є підприємства металургії, теплоенергетики та вугільної промисловості.

Натомість найменші обсяги викидів зафіксовано у Чернівецькій області – 0,16 млн тонн, що свідчить про переважання тут низьковуглецевих секторів господарства та відсутність великих промислових підприємств.

Виявлені регіональні відмінності у структурі викидів вказують на нерівномірність розподілу вуглецемістких виробництв у межах національної економіки, що обумовлює необхідність застосування диференційованих підходів до регіональної політики декарбонізації з урахуванням промислової спеціалізації окремих областей.

Така неоднорідність пояснюється зосередженням вуглеємних галузей виробництва у регіонах з потужною сировинною базою паливних та рудних корисних копалин. Зокрема, у Донецькому економічному районі розвинута гірничо-видобувна промисловість, енергетика та металургійний комплекс, Придніпровський економічний район характеризується значною концентрацією підприємств чорної металургії, а також розвиненим паливно-енергетичним комплексом та вугільною промисловістю (Додаток Е, таблиця Е.1). Основними джерелом викидів діоксиду вуглецю у Харківській та Івано-Франківській області є виробництво електроенергії тепловими електростанціями.

Викиди метану також розподілені нерівномірно, найбільше емісії протягом 2010–2021 рр. здійснювали стаціонарні джерела Донецької (6,4 Мт eCO_2), Дніпропетровської (3,6 Мт eCO_2), а також Луганської (1,4 Мт eCO_2) та Львівської (1,4 Мт eCO_2) областей (Додаток Е, таблиця Е.2). Викидів CH_4 у розглянутих областях здійснюються переважно під час видобутку та обробки кам'яного вугілля Донбаського та Галицько-Волинського кам'яновугільного басейну.

Вуглецева інтенсивність економіки

Для характеристики економічної складової розвитку низьковуглецевої економіки важливим є аналіз *вуглецевої інтенсивності виробництва*, що відображає співвідношення між обсягами викидів парникових газів та економічними результатами господарської діяльності. Визначення інтенсивності парникових газів здійснювалося шляхом зіставлення обсягів емісій діоксиду вуглецю та метану з валовим регіональним продуктом (ВРП), що є одним із ключових макроекономічних показників. Викиди обраховані як сума емісії стаціонарних та пересувних джерел. З метою уникнення інфляційних спотворень та забезпечення співставності показників протягом 2010–2021 рр. значення валового регіонального продукту переведено у долари США. Низькі значення розрахованого показника свідчить про високу інтенсивність використання парникових газів, і навпаки – його вище значення відображає зростання викидів парникових газів на одиницю ВВП та ВРП (рис. 2.9).

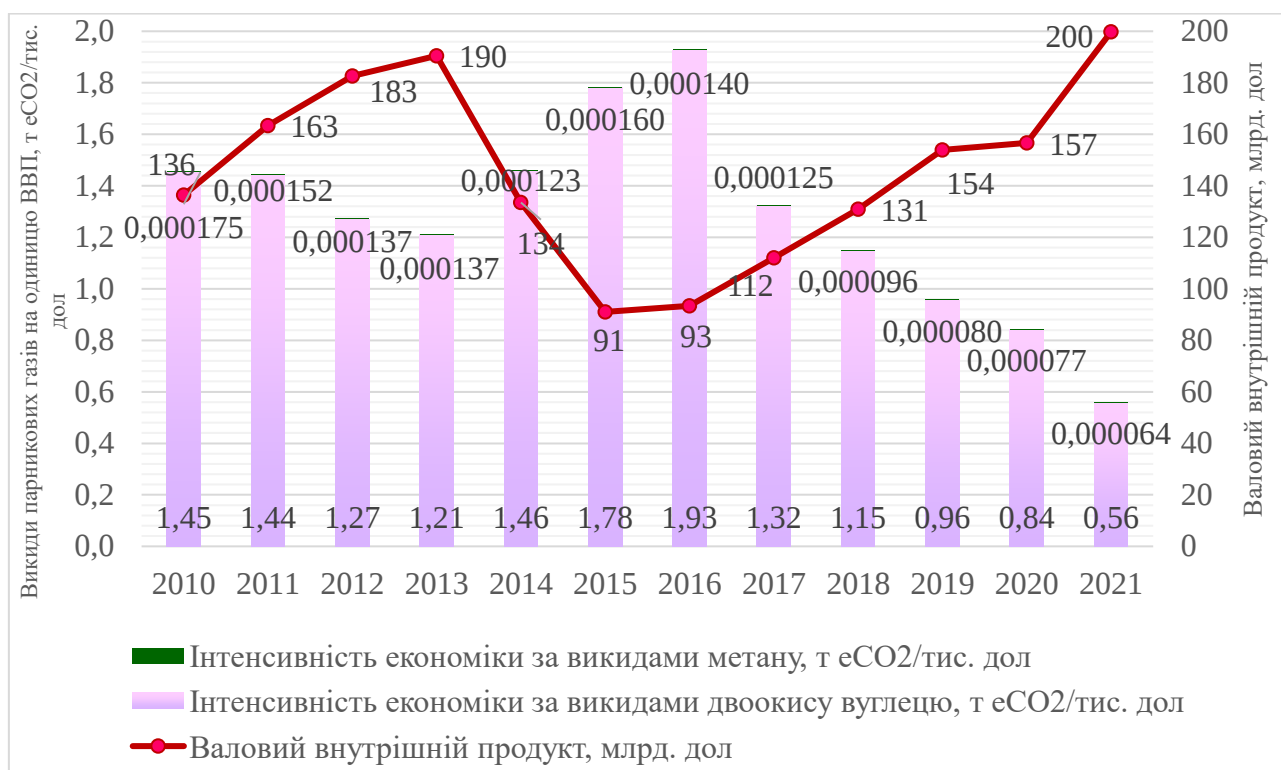


Рис. 2.9. Динаміка вуглецевої інтенсивності економіки протягом 2010–2021 рр.

*Побудовано дисертанткою на основі даних Державної служби статистики України.

Відповідно до отриманих результатів, середня інтенсивність парникових газів в Україні протягом досліджуваного періоду становила 1,403 т eCO_2 /тис. дол. Найвища інтенсивність характерна для м. Києва (0,241 т eCO_2 /тис. дол.), Чернівецької (0,334 т eCO_2 /тис. дол.), Закарпатської (0,367 т eCO_2 /тис. дол.) та Волинської (0,442 т eCO_2 /тис. дол.) області (рис. 2.10). Такі результати зумовлені незалежністю ВРП досліджених адміністративно-територіальних одиниць від галузей виробництва, що емітують найбільше викидів парникових газів. Так, основна частка ВРП м. Києва припадає оптову та роздрібну торгівлю, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів; інформацію та телекомунікацію; фінансову та страхову діяльність, транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність; операції з нерухомим майном. У Чернівецькій, Закарпатській та Волинській області найбільший внесок у показник робить сільське, лісове та рибне господарство, оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів. Найнижча інтенсивність спостерігається у Донецькій (4,485 т eCO_2 /тис. дол.), Івано-Франківській (3,981 т eCO_2 /тис. дол.), Луганській (3,492 т eCO_2 /тис. дол.), Запорізькій (2,540 т eCO_2 /тис. дол.) та Дніпропетровській (2,251 т eCO_2 /тис. дол.) області (рис. 2.10).

Зауважимо, що на одиницю ВРП припадає значно більше викидів діоксиду вуглецю ніж метану, що зумовлено широким спектром галузей господарства, внаслідок діяльності яких здійснюються викиди CO_2 . Найбільше викидів CH_4 на одиницю ВРП спостерігається у Донецькій (0,592 т eCO_2 /тис. дол), Дніпропетровській (0,258 т eCO_2 /тис. дол), Луганській (0,249 т eCO_2 /тис. дол) та Львівській (0,218 т eCO_2 /тис. дол) області, що зумовлено викидами метану як супутнього газу при видобуванні вугілля шахтним методом. Загалом, Україна посідає п'яте місце у світі за викидами CH_4 з вугільних шахт, щорічно вугільна промисловість емітує близько 1,2 млрд. м³ CH_4 , лише 15 % обсягу якого виловлюється (каптується) та 4 % утилізується [55, с. 4].

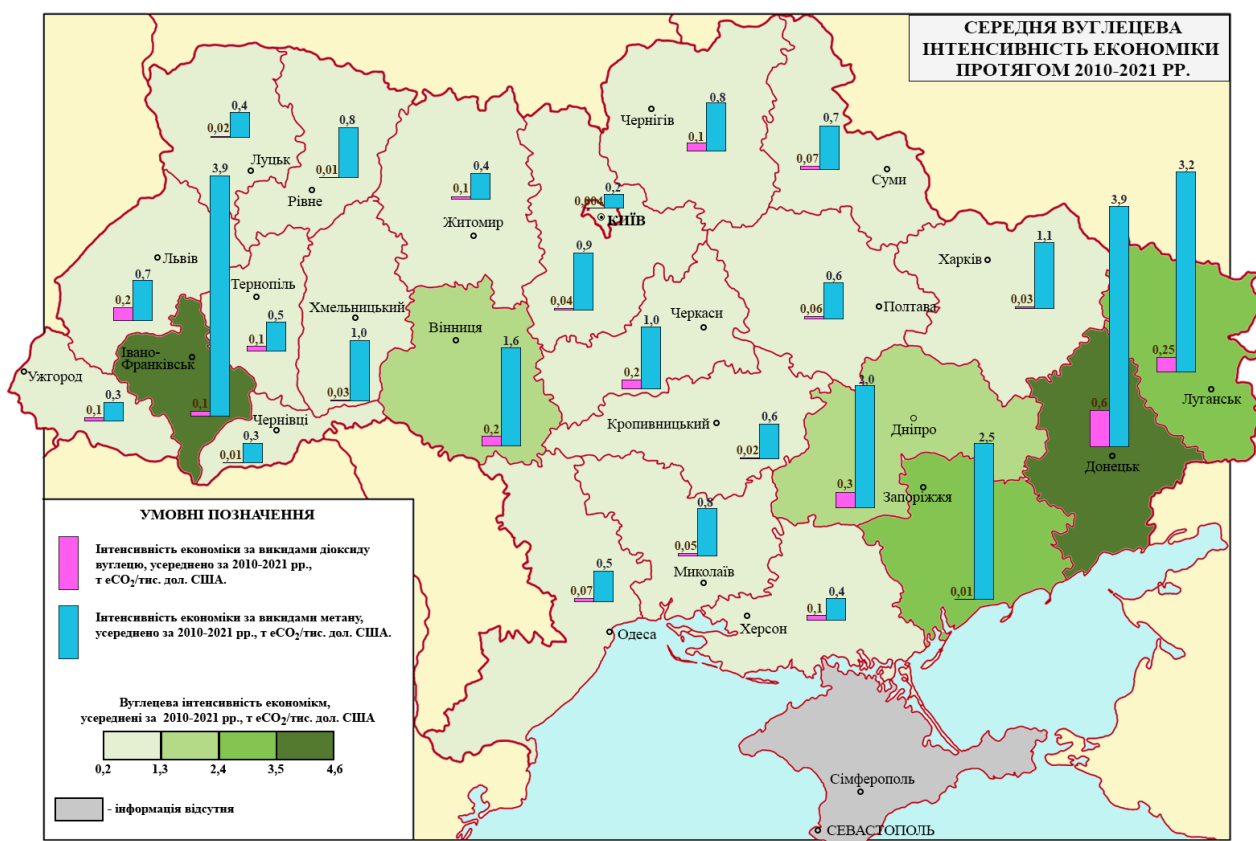


Рис. 2.10. Картодіаграма середньої інтенсивності економіки в Україні протягом 2010–2021 рр.

**розраховано дисертанткою на основі даних Державної служби статистики України (лист-відповідь № вх. ЗП/Г-1097-24 від 20.05.2024 р)*

***з 2014 р, без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей*

У часовому зрізі із 2010 по 2021 рр. інтенсивність парникових газів у всіх регіонах України зросла, про що свідчить скорочення викидів на одиницю валового регіонального продукту. Зауважимо, що інтенсивність вуглецю при використанні вугілля та паливних важких мазут оцінено на основі неповних даних, у зв'язку з конфіденційністю інформації у деяких областях.

Продуктивність двоокису вуглецю.

Аналіз показника продуктивності двоокису вуглецю відображає ефективність використання вуглецевих ресурсів у різних секторах економіки та дає змогу виявити галузі, що здійснюють найбільший внесок у формування вуглецевого сліду національної економіки. Зростання продуктивності CO_2

свідчить про підвищення економічної віддачі на одиницю викидів, що є позитивною ознакою з точки зору розвитку низьковуглецевої економіки (рис. 2.11).

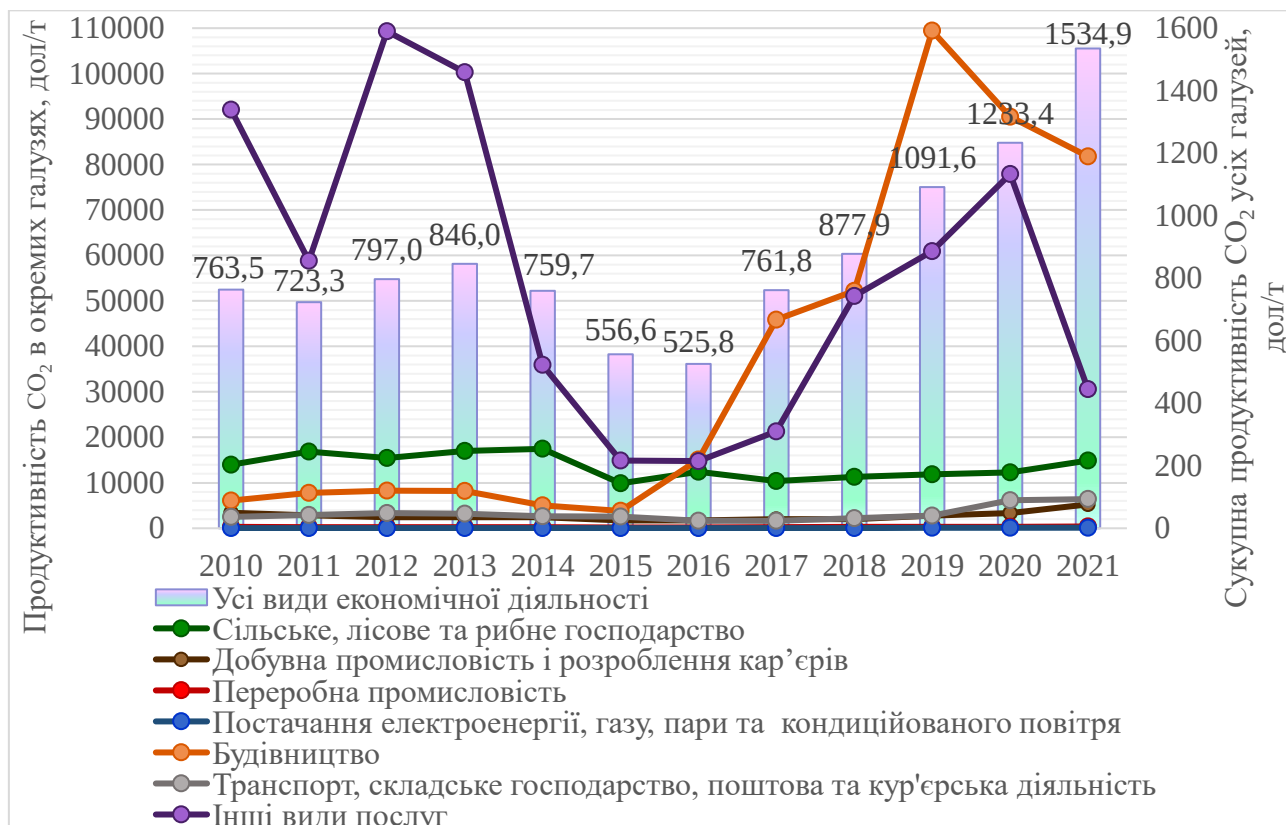


Рис. 2.11. Динаміка продуктивності двоокису вуглецю у різних сферах економічної діяльності протягом 2010–2021 рр.

*Побудовано дисертанткою на основі даних Державної служби статистики України.

**з 2014 р, без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей

У 2010–2021 рр. сукупна продуктивність викидів CO_2 по всіх видах економічної діяльності України демонструвала поступову позитивну динаміку – від 763,5 дол./т у 2010 р до 1534,9 дол./т у 2021 р. На основі цього можемо стверджувати про загальне зростання ефективності господарської діяльності у щодо вуглецевих витрат, що є важливим для формування низьковуглецевої моделі розвитку.

У галузевому розрізі найбільшу продуктивність викидів CO_2 протягом більшої частини досліджуваного періоду забезпечували сфери «Інші види

послуг» та «Постачання електроенергії, газу, пари та кондиціонованого повітря». У 2021 р показник продуктивності у секторі постачання енергії перевищив 1200 дол./т CO₂, що свідчить про поступову модернізацію енергетичного сектору.

Натомість низькі значення продуктивності викидів характерні для добувної промисловості, транспорту та будівництва, де спостерігається високий рівень вуглецемісткості на одиницю створеної доданої вартості. Зокрема, у добувній галузі продуктивність CO₂ залишається стабільно низькою упродовж усього періоду аналізу.

Позитивна динаміка загальної продуктивності викидів свідчить про поступове зниження вуглецемісткості української економіки, однак зберігається необхідність цілеспрямованого реформування найбільш вуглецемістких секторів для прискорення процесів декарбонізації.

Продуктивність вуглецю розрахована для кожної адміністративної області за окремими сферами економічної діяльності. Показник розраховано за період 2010–2020 рр. Для Донецької та Луганської області аналіз продуктивності охоплює 2010 р, 2013–2023 рр. та 2015–2023 рр. відповідно, що зумовлено частковою втратою архівних документів у зв'язку з тимчасовою окупацією території м. Донецьк та м. Луганськ. Окрім того, дані за 2014–2023 рр. не включають тимчасово окуповані території областей. Для Львівської області показник обраховано з 2011 р, що спричинено початком моніторингу викидів діоксиду вуглецю за видами економічної діяльності у адміністративній одиниці.

У регіональному розрізі середня продуктивність викидів діоксиду вуглецю протягом 2010–2021 рр. в Україні демонструє суттєві територіальні диспропорції (рис. 2.12). Найвищі показники зафіксовані у місті Києві, Закарпатській, Чернівецькій та Херсонській областях, що пояснюється переважанням у структурі їх економіки маловуглецемістких видів діяльності – сфери послуг, торгівлі, аграрного виробництва. У цих регіонах на одиницю викидів CO₂ припадає найбільший обсяг валового регіонального продукту.

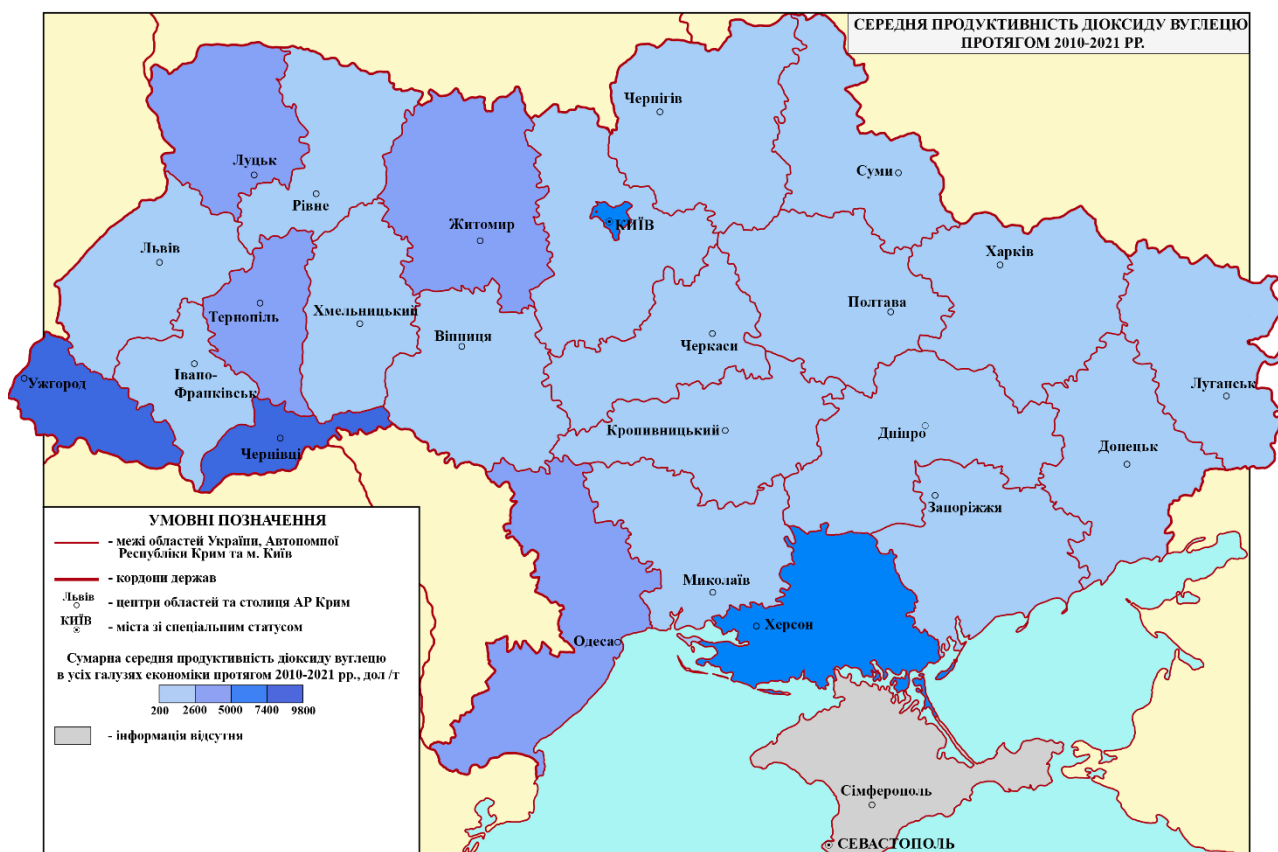


Рис. 2.12. Картограма середньої продуктивності діоксиду вуглецю у всіх галузях економіки протягом 2010–2021 рр.

**Побудовано дисертанткою на основі даних Державної служби статистики України.*

Натомість промислово розвинені регіони – Донецька, Луганська, Дніпропетровська, Запорізька області – характеризуються низькою продуктивністю викидів, що свідчить про високу вуглецемісткість виробництва у цих областях та домінування в їх структурі економіки енергоємних і вуглецемістких галузей.

Отримані результати підтверджують необхідність орієнтації регіональної політики розвитку низьковуглецевої економіки на модернізацію виробничої бази промислових центрів та підтримку маловуглецевих видів діяльності у регіонах із вищою продуктивністю викидів.

Інвестиційне забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки.

Важливим фактором, що визначає потенціал трансформації економіки на засадах кліматичної нейтральності, є рівень фінансового забезпечення

природоохоронної діяльності. Зокрема, динаміка капітальних вкладень та поточних витрат на охорону атмосферного повітря та запобігання зміні клімату відображає інвестиційну спроможність національної економіки підтримувати процеси декарбонізації. Аналіз структури й обсягів таких витрат дозволяє оцінити реальний рівень ресурсного забезпечення заходів зі зниження викидів парникових газів.

Для зменшення спотворення показників витрат на охорону атмосферного повітря і проблем зміні клімату інфляцією, витрати на охорону атмосферного повітря та попередження змін клімату переведено у доларовий еквівалент згідно з середнім курсом долара за відповідний рік за курсом НБУ (рис. 2.13).

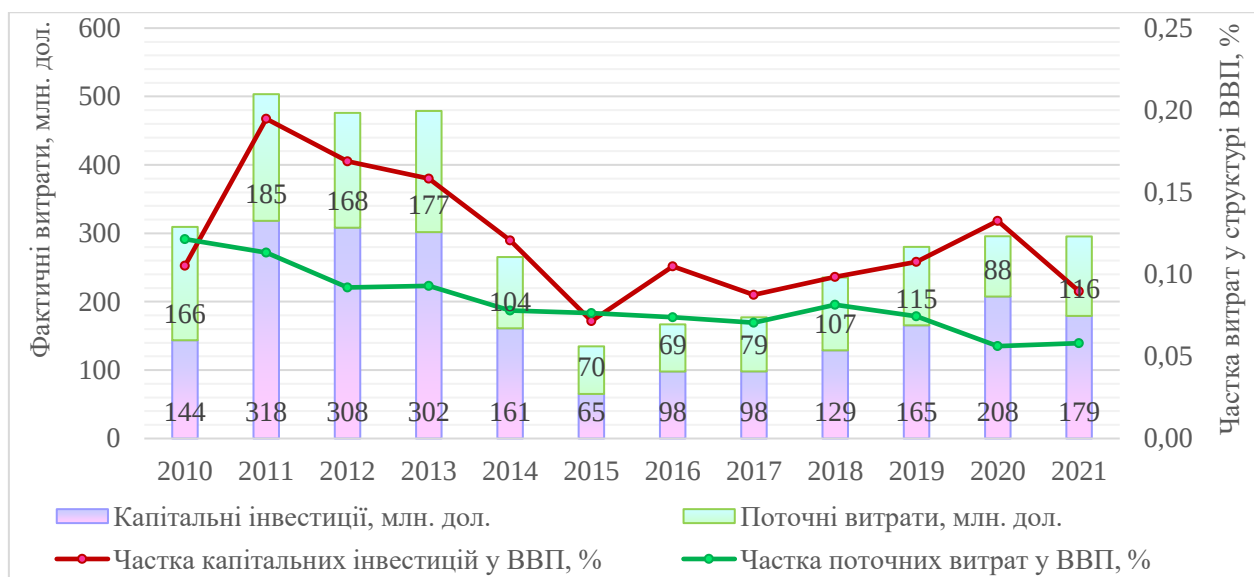


Рис. 2.13. Динаміка капітальних інвестицій та поточних витрат на охорону атмосферного повітря і проблем зміні клімату у всіх секторах в Україні протягом 2010–2021 рр.

*складено дисертанткою за даними Державної служби статистики України(лист-відповідь № 15.1.3-22/1024Пі-24 від 22.05.2024 р)

Упродовж 2010–2021 рр. фінансування заходів з охорони атмосферного повітря та запобігання зміні клімату в Україні здійснювалося як за рахунок капітальних інвестицій, так і через поточні витрати. При цьому обидва типи витрат демонструють нестійку динаміку, що свідчить про відсутність системного підходу до фінансового забезпечення екологічної модернізації. Найвищий обсяг

фінансування зафіксовано у 2011 р (капітальних інвестицій – 318 млн дол., а поточних витрат – 185 млн дол.), після чого спостерігалось суттєве скорочення обсягів фінансування. У періоди криз та воєнної агресії обсяги витрат суттєво зменшуються, що свідчить про вразливість кліматичних інвестицій до зовнішньоекономічних і політичних факторів. Показники частки витрат у структурі ВВП залишаються стабільно низькими, не перевищуючи 0,2 %, що є недостатнім для реалізації повноцінної політики декарбонізації.

Регіональний аналіз середніх витрат на охорону атмосферного повітря та зміну клімату у 2010–2020 рр. свідчить про суттєву територіальну нерівномірність інвестиційної активності (рис. 2.14).



Рис. 2.14. Картодіаграма витрат на охорону атмосферного повітря та зміни клімату, середні за 2010-2020 рр.

*складено дисертанткою за даними Державної служби статистики України(лист-відповідь № 15.1.3-22/1024Пі-24 від 22.05.2024 р).

**дані наведені без урахування з 2014 р тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Найвищі загальні обсяги капітальних інвестицій зафіксовано у промислово розвинених регіонах – Донецькій (60 682,5 тис. дол.), Дніпропетровській (26 696,9 тис. дол.), Запорізькій (22 365,9 тис. дол.) та Харківській (15 461 тис. дол.) областях, що відображає зосередження тут найбільш вуглецемістких підприємств і відповідно – підвищених екологічних ризиків.

Водночас низка регіонів Західної України – Львівська, Івано-Франківська, Закарпатська – також демонструє відносно високі обсяги витрат, переважно за рахунок поточних природоохоронних заходів. Натомість у більшості центральних і північних регіонів (Чернівецька, Житомирська, Кіровоградська області) фінансування було мінімальним, що вказує на обмеженість ресурсів і слабку реалізацію кліматичної політики на місцевому рівні.

Отримані результати свідчать про потребу в активізації фінансової підтримки заходів із декарбонізації у регіонах із недостатнім інвестиційним навантаженням, а також у запровадженні інструментів міжрегіонального вирівнювання у сфері кліматичного фінансування.

Окрім інвестицій у заходи охорони атмосферного повітря та зміни клімату важливим напрямком є фінансування інновацій в сфері енергетики, яка залишається найбільшим джерелом викидів двоокису вуглецю. На думку Ю. Матвєєвої, М. Корнєєва, Ю. Опанасюк, Є. Коваленко, Н. Небаба, Б. Корнійчук, сукупний ефект від розвитку енергетичних інновацій включає економічне зростання, зниження витрат, залучення інвестицій, розвиток технологічного прогресу, ефективне використання ресурсів, політичну підтримку та екологічні ефекти [58, с. 8]. Слід відзначити, що фінансування таких інновацій є одним із основних пеердумов досягнення цілей сталого розвитку та виконання міжнародних зобов'язань України у сфері декарбонізації. Так, за даними дослідження І.А. Вакуленка, М.Г. Мінченко, Л.М. Хоменко, частка витрат на сферу енергетики у структурі бюджетного фінансування середньострокових пріоритетів інноваційної діяльності протягом 2016–2018 року скорочувалася із 6,8% до 5,4%, однак із 2019 року – почала зростати та в 2021 році досягла 9,6%, зокрема, збільшення інвестицій спостерігається за

напрямом «Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії» [7, с. 10-12]. Такі тенденції відображають поступове посилення уваги держави до інноваційної модернізації енергетичного сектору з метою забезпеченні енергетичної безпеки та скороченні вуглецевого сліду країни.

Соціальна складова

Соціальні фактори виступають важливою передумовою трансформації економіки в напрямі кліматичної нейтральності, оскільки визначають кінцевий попит на енергію, транспортні послуги та побутові ресурси, що безпосередньо впливає на обсяги викидів парникових газів. У межах оцінювання соціальної складової низьковуглецевого розвитку економіки доцільним є врахування показників, що відображають особливості споживчої поведінки населення, рівень екологічної свідомості, доступність низьковуглецевої інфраструктури, а також масштаби участі домогосподарств у процесах декарбонізації.

Вуглецевий слід населення

До індикаторів соціальної складової низьковуглецевого розвитку економіки варто віднести обсяг викидів парникових газів у розрахунку на одну особу (вуглецевий слід), що характеризує інтенсивність вуглецевого навантаження, спричиненого життєдіяльністю населення. У динаміці 2010–2021 рр. показник демонструє загальну тенденцію до зниження, що є наслідком як скорочення чисельності населення, так і зменшення обсягів викидів від стаціонарних джерел забруднення. Найвищі значення фіксувалися до 2011–2013 рр. на рівні 4,4 т eCO_2 на особу, натомість у 2020–2021 рр. цей показник знизився до 2,6–2,7 т eCO_2 /особу, що вказує на певну позитивну динаміку в аспекті декарбонізації побутового сектору та енергоспоживання домогосподарствами (рис. 2.15). У регіональному розрізі найвищий вуглецевий слід населення протягом 2010-2021 рр. спостерігається у Донецькій (20,0 т eCO_2 /особу), Дніпропетровській (17,8 т eCO_2 /особу), Івано-Франківській (16,5 т eCO_2 /особу) та Запорізькій (15,6 т eCO_2 /особу) областях, що зумовлено високою

концентрацією підприємств енергетики та інтенсивним споживанням енергоресурсів у цих регіонах порівняно з іншими областями України.

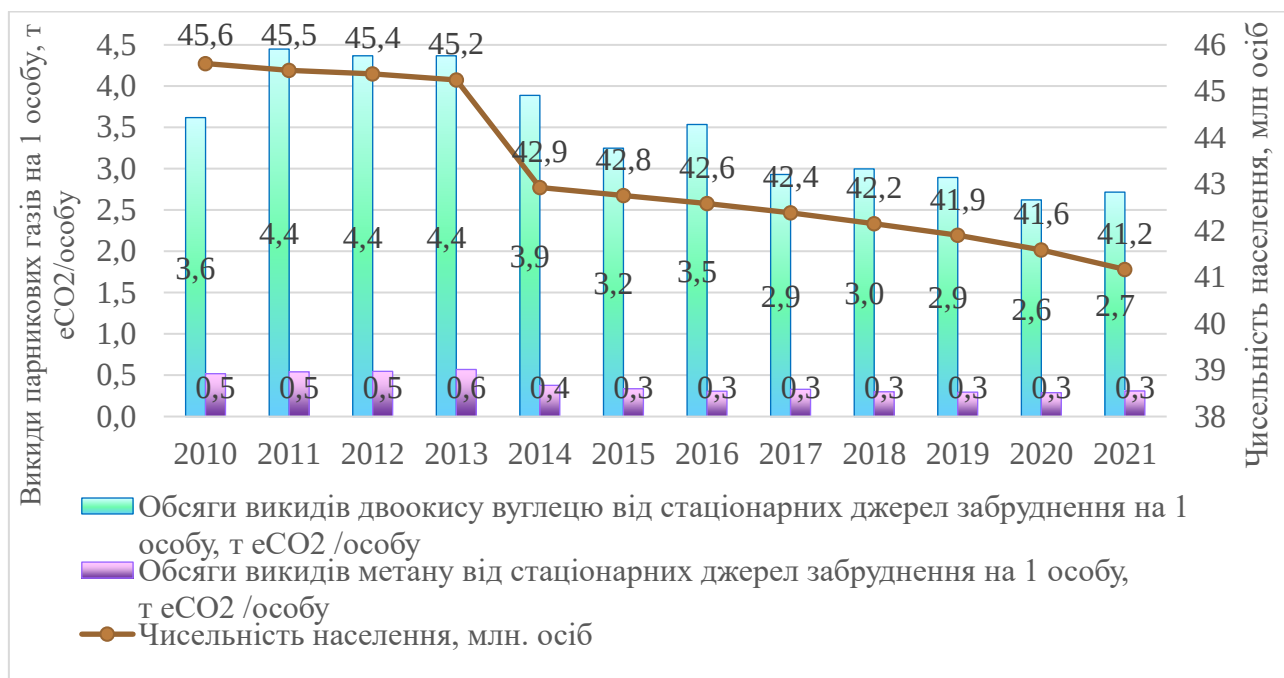


Рис. 2.15. Динаміка викидів парникових газів у розрахунку на одну особу в Україні у 2010–2021 рр.

**Побудовано дисертанткою на основі даних Державної служби статистики України.*

Оскільки основну частину вуглецевого сліду населення формує саме побутове енергоспоживання, для глибшого розуміння соціальних аспектів розвитку низьковуглецевої економіки необхідно звернутися до аналізу фактичного споживання енергії домогосподарствами. Таким чином, можна оцінити не лише рівень енерговитрат у побуті, а й поведінкові установки споживачів щодо ресурсозбереження. Водночас фінансовий вимір – частка витрат на житло, комунальні послуги та енергоресурси у структурі сукупних витрат – відображає чутливість населення до змін у сфері енергоносіїв і визначає межі соціально прийнятної участі в декарбонізаційних процесах.

Енергетична поведінка населення формується під впливом доступності ресурсів, інституційних стимулів до енергозбереження та здатності фінансувати енергоефективні рішення. Відповідну динаміку обсягів кінцевого споживання

енергії житловим сектором і частки витрат на житло, комунальні послуги та енергоносії представлено на рисунку 2.16.



Рис. 2.16. Споживання енергії та витрати на житлово-комунальні послуги домогосподарствами України протягом 2010–2021 рр.

**складено дисертанткою за даними Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА) та Державної служби статистики [216; 132].*

Представлені дані свідчать про суттєве скорочення кінцевого споживання енергії домогосподарствами України упродовж 2014–2020 рр., що супроводжувалося зростанням частки витрат на житлово-комунальні послуги у споживчому кошику – з 9,4 % у 2014 р до пікового значення 17,0 % у 2016 р. Така динаміка вказує на те, що зменшення енерговитрат у побутовому секторі відбувалося не стільки завдяки підвищенню енергоефективності, скільки через адаптивне скорочення споживання в умовах зростання цін та обмежених доходів. Це формує додаткові соціальні бар'єри для поширення низьковуглецевих практик серед населення, особливо вразливих груп, і підкреслює необхідність посилення державної підтримки заходів з енергоефективності у житловому секторі.

Низьковуглецевість транспорту

Серед пересувних джерел емісії найбільшим є автомобільний транспорт, який продукує CO_2 внаслідок згорання палива у двигунах внутрішнього згорання [17, с. 272]. Відповідно, окремим аспектом оцінювання соціальної складової

розвитку низьковуглецевої економіки є аналіз транспортної поведінки населення, зокрема – динаміки оновлення автомобільного парку за типами двигунів. Перехід до використання електромобілів та гібридів відображає зміни споживчих установок у сторону екологізації. З огляду на це, кількість уперше зареєстрованих автомобілів різних типів пального є індикатором тенденції мобільності населення та його залученість до процесів декарбонізації (рис. 2.17).



Рис. 2.17. Динаміка кількості вперше зареєстрованих автомобілів за видами палива в Україні протягом 2013–2021 рр.

**Побудовано дисертанткою на основі даних Головного сервісного центру МВС [75].*

Результати аналізу демонструють, що у 2013–2021 рр. домінуючу частку в структурі нових реєстрацій стабільно становили автомобілі з двигунами внутрішнього згорання, зокрема на дизельному та бензиновому паливі. Водночас спостерігається поступове зростання кількості вперше зареєстрованих електромобілів та гібридів, особливо після 2018 р., коли їхня сукупна кількість перевищила 9 тис. одиниць, досягнувши максимуму у 2019 р. (12 176 авто). Незважаючи на незначну частку в загальній структурі реєстрацій, така динаміка свідчить про поступове формування в Україні ринку низьковуглецевого транспорту, що є важливою передумовою скорочення викидів у секторі мобільності. У 2020–2021 рр. частка електротранспорту залишалася на

підвищеному рівні, навіть попри загальне скорочення ринку, що засвідчує відносну стійкість запиту населення на екологічно прийнятні форми пересування.

Слід зазначити, що поруч з екологічними видами транспорту розвивається відповідна їм інфраструктура, яка додатково мотивує споживачів до купівлі кліматично нейтральних транспортних засобів. Однією з найважливіших складових такої інфраструктури є мережа електрозаправних станцій, кількість яких в Україні стрімко зростає. Так, відповідно до наведених Федерацією роботодавців автомобільної галузі даних, протягом 2014-2020 рр. кількість електрозаправних станцій зросла більше ніж у 220 рази: від 38-ми у 2014 р до 8 529-ти у першому півріччі 2020 р (рис. 2.18).

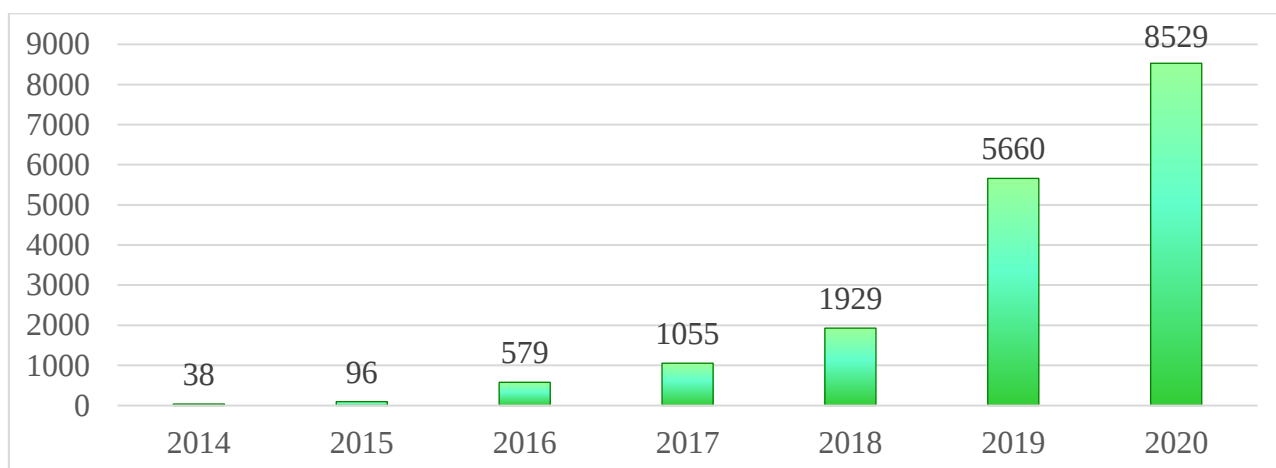


Рис. 2.18. Розвиток інфраструктури електрозаправних станцій в Україні протягом 2014–2020 рр. (у 2020 р дані наведені за перше півріччя)

**складено дисертанткою за даними Федерації роботодавців автомобільної галузі [72].*

Динамічне зростання кількості електрозаправних станцій свідчить про формування базової інфраструктурної передумови для поширення електромобільності в Україні. Такий розвиток інфраструктури створює інституційно-технічну основу для зменшення залежності транспортного сектору від викопного палива, що, у свою чергу, сприяє скороченню викидів парникових газів, зниженню вуглецевого навантаження на довкілля та розширює можливості для соціального включення населення у низьковуглецеві практики мобільності.

Низьковуглецевість громадського транспорту

Чинником зменшення вуглецевого навантаження від пасажирських перевезень у межах міст є *розвиток громадського електротранспорту*. Використання трамваїв, тролейбусів і метрополітену забезпечує скорочення споживання викопного палива, зменшує викиди парникових газів та сприяє переходу до сталих моделей мобільності. У цьому контексті важливими показниками соціальної складової низьковуглецевого розвитку економіки виступають як обсяги перевезень громадським електротранспортом, так і чисельність одиниць рухомого складу, які свідчать про доступність і привабливість таких видів транспорту для населення (рис. 2.19).

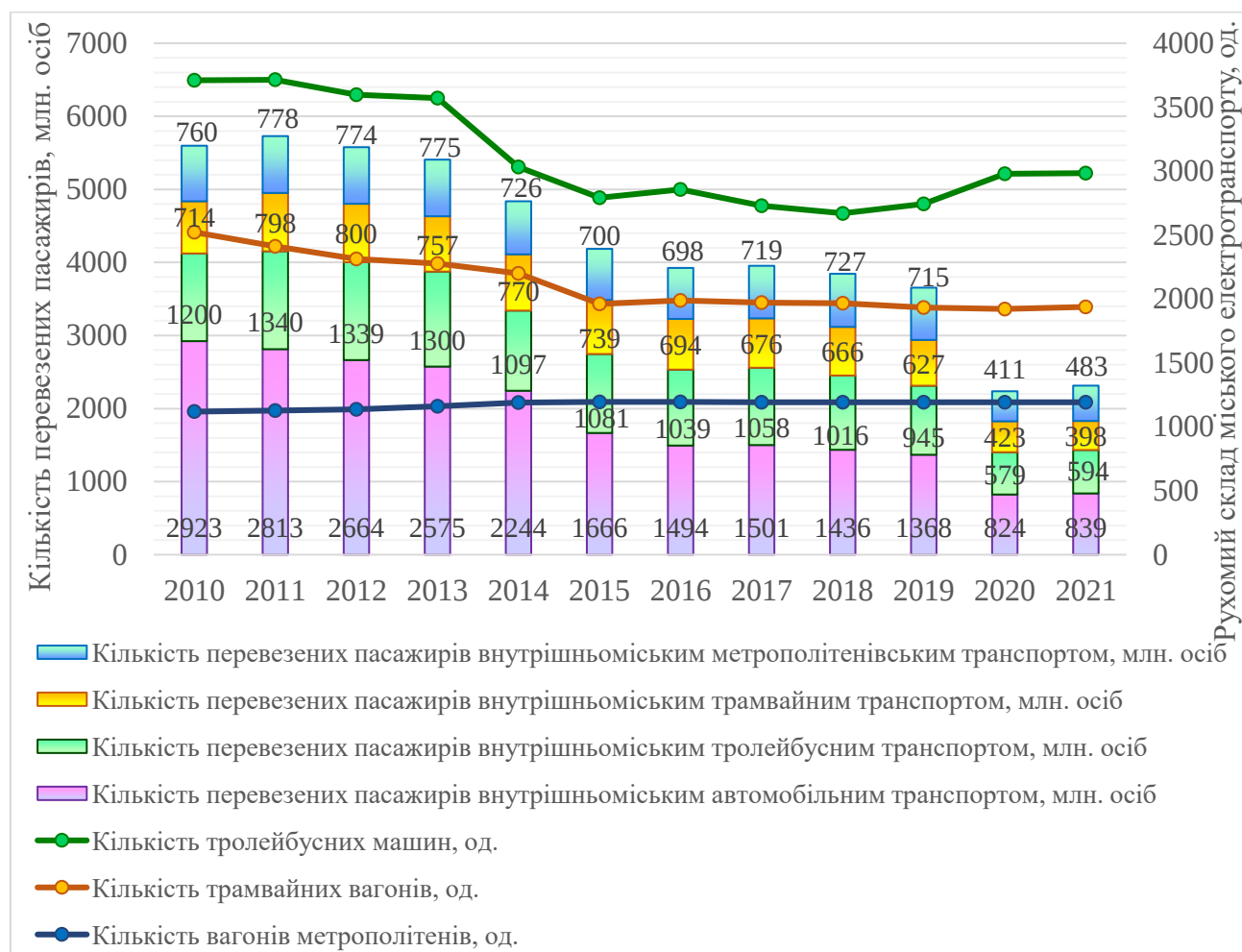


Рис. 2.19. Пасажирські перевезення різними видами внутрішньоміського транспорту та рухомий склад міського електротранспорту в Україні протягом 2010–2021 рр.

*побудовано дисертанткою за матеріалами [121, с. 211-212; 123, с. 379-380; 127, с. 348-349; 128, с. 343-344].

У 2010–2021 рр. в Україні спостерігалось загальне скорочення обсягів пасажирських перевезень усіма видами внутрішньоміського транспорту, що, з одного боку, пояснюється демографічними факторами та зростанням рівня автомобілізації, а з іншого – зношеністю інфраструктури громадського транспорту. Найбільш помітне зменшення характерне для трамвайного і тролейбусного транспорту: кількість перевезених пасажирів трамваями знизилася з 798 млн осіб у 2011 р до 398 млн осіб у 2021 р, а тролейбусами – з 1340 до 594 млн осіб відповідно. Незважаючи на деяке відновлення обсягів перевезень у 2021 р, зафіксоване зниження доступності громадського електротранспорту обмежує можливості для декарбонізації міської мобільності, що вимагає посилення інвестиційної підтримки оновлення транспортного парку та стимулювання екологічно чистих перевезень.

Узагальнення результатів аналізу соціальної складової розвитку низьковуглецевої економіки свідчить про наявність окремих позитивних тенденцій поряд із системними викликами. З одного боку, спостерігається поступове зниження вуглецевого сліду на одну особу, зростання попиту на електромобілі, а також збереження значної ролі громадського електротранспорту у структурі міських перевезень. З іншого – темпи розширення ринку низьковуглецевого транспорту залишаються недостатніми, обсяги перевезень електротранспортом суттєво скоротилися, а оновлення рухомого складу відбувається повільно. Вказане зумовлює потребу в активізації державної підтримки кліматично нейтральної мобільності, підвищенні екологічної свідомості населення та розвитку інфраструктури, орієнтованої на низьковуглецеві споживчі практики.

Екологічна складова

Наступним напрямом аналізу є оцінка факторів екологічної складової розвитку низьковуглецевої економіки, яка охоплює характеристики природного середовища, що визначають баланс між викидами та поглинанням парникових газів, а також масштаб і структуру використання енергетичних ресурсів. Екологічні чинники відіграють ключову роль у досягненні цілей кліматичної

нейтральності, оскільки саме від них залежить здатність національної екосистеми зменшувати або компенсувати антропогенні навантаження.

У межах цієї складової доцільним є розгляд таких груп показників:

– *вуглецевий баланс землекористування* – співвідношення між обсягами поглинання і викидів парникових газів з основних типів земель (ліси, рілля, пасовища, водно-болотні угіддя), що дозволяє оцінити поглинальну спроможність територій;

– *структура та динаміка енергоспоживання за джерелами енергії*, зокрема частка відновлюваних джерел у загальному енергобалансі, як індикатор рівня екологізації енергетичного сектору;

– *енергоємність економіки* – рівень споживання енергії на одиницю ВВП, що відображає ефективність використання природних ресурсів у господарській діяльності.

Оцінка зазначених параметрів дає змогу визначити, наскільки екосистема країни функціонує як кліматичний поглинач або, навпаки, як джерело викидів, а також оцінити глибину технологічної трансформації в енергетичному секторі з позицій екологічної стійкості.

Визначальним фактором екологічної складової розвитку низьковуглецевої економіки є *здатність природних екосистем акумулювати або компенсувати викиди парникових газів*, що формує загальний вуглецевий баланс території. При цьому особливу увагу слід приділити аналізу співвідношення між обсягами емісії та поглинання CO₂ різними типами земельного покриття. Таким чином можна виявити територіальні джерела вуглецевих втрат і просторові резерви кліматичної стабільності, зокрема завдяки функціонуванню лісів, пасовищ, сільськогосподарських угідь, водно-болотних угідь і населених пунктів. У структурі земельного фонду основним емітентом CO₂ є орні землі (рілля), а найбільше секвеструють лісовкриті території.

Для кількісної оцінки здатності природних екосистем зменшувати антропогенне вуглецеве навантаження доцільно проаналізувати коефіцієнти секвестрації CO₂, що відображають середньорічний обсяг поглинання діоксиду

вуглецю з атмосфери одним гектаром відповідного типу земель. Коефіцієнти залежать від біофізичних властивостей ландшафтів, інтенсивності землекористування, кліматичних умов і стану екосистем. Розподіл їх значень у часовій динаміці дає змогу простежити зміну поглинальної здатності окремих типів земельного покриття впродовж 2010–2021 рр. та оцінити внесок кожної групи ландшафтів у формування вуглецевого балансу країни (табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

**Коефіцієнти секвестрації діоксиду вуглецю різними класами ландшафтів
протягом 2010-2021 рр.**

Клас ландшафту / Рік	Лісовкриті території	Рілля	Пасовища	Водно-болотні угіддя	Населені пункти
2010	-3,01	0,61	-0,28	0,07	0,33
2011	-2,78	1,06	-0,24	0,08	0,34
2012	-2,70	0,93	-0,24	0,08	0,40
2013	-2,58	1,28	-0,13	0,07	0,32
2014	-2,70	1,33	-0,12	0,07	0,27
2015	-2,35	1,23	-0,12	0,05	0,27
2016	-2,22	1,36	-0,09	0,06	0,23
2017	-2,42	1,14	-0,06	0,05	0,30
2018	-2,27	1,37	-0,03	0,07	1,74
2019	-2,43	1,43	0,00	0,06	0,54
2020	-2,94	0,78	0,01	0,06	0,53
2021	-3,09	1,38	0,01	0,07	0,54

**розраховано дисертанткою за даними Національного кадастру антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів, який щорічно подається Україною до Секретаріату РКЗК ООН*

Дані таблиці підтверджують стабільну поглинальну функцію лісовкритих територій, які протягом усього періоду демонструють негативні значення коефіцієнтів секвестрації (у середньому близько $-2,6 \text{ т CO}_2/\text{га}$), що вказує на їхню ключову роль у формуванні природного вуглецевого резервуару. Натомість рілля та населені пункти залишаються джерелами викидів, хоча рівень емісій варіюється залежно від інтенсивності землекористування та щільності забудови. Показники для пасовищ є наближеними до нейтральних, а з 2019 року навіть незначно позитивними, що може свідчити про зміну землекористувальних

практик. Незначне поглинання фіксується для водно-болотних угідь, однак їхня роль у вуглецевому балансі обмежена через малу площу. Загалом, структура коефіцієнтів секвестрації підтверджує важливість збереження лісових екосистем і водночас виявляє потенційні резерви скорочення емісій через зміну практик сільськогосподарського землекористування.

Зіставити загальний кліматичний ефект різних категорій земель з урахуванням їхньої площі, інтенсивності використання та екосистемних властивостей можна на основі розрахунку сумарних *обсягів емісії та поглинання CO₂*. На відміну від питомих коефіцієнтів, які відображають середній вплив на рівні одного гектара, агреговані значення дозволяють оцінити реальний внесок кожного типу земельного покриття у формування національного вуглецевого балансу. Це дозволяє ідентифікувати ландшафтні зони, які функціонують як джерела або як поглиначі парникових газів, і, відповідно, мають принципове значення для стабілізації кліматичних процесів. Узагальнені результати представлено на рисунку 2.20.

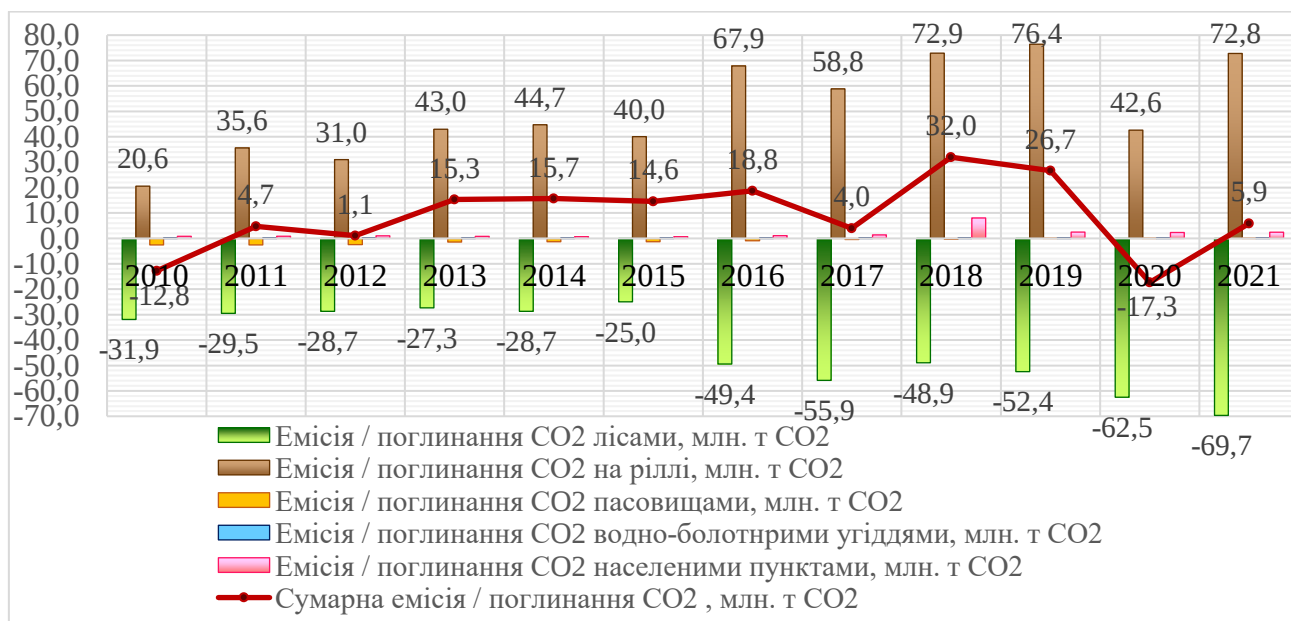


Рис. 2.20. Динаміка емісії / поглинання двоокису вуглецю різними типами земельного покриття протягом 2010–2021 рр.

**Розраховано дисертанткою на основі набору даних Dynamic World V1, Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру та Національного кадастру антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів.*

На рисунку не відображено обсяг емісії діоксиду вуглецю із водно-болотних угідь, які варіюються в межах 0,2–0,3 млн. т CO₂, оскільки генералізація поглинає незначні показники.

У 2010–2021 рр. вуглецевий баланс земельного покриття України характеризувався переважанням емісійного навантаження над поглинальною спроможністю природних екосистем. Основним джерелом викидів залишалася рілля, обсяги емісії з якої зростали з 20,6 млн т у 2010 р до 72,8 млн т у 2021 р. Натомість найбільше поглинання двоокису вуглецю забезпечували ліси, показники яких варіювалися від –31,9 млн т у 2010 р до –69,7 млн т у 2021 р. Певний компенсаторний ефект також створювали пасовища, хоча їхній внесок залишався значно меншим. У підсумку сумарне сальдо емісії/поглинання упродовж більшості років було позитивним, що свідчить про загальне домінування джерел над поглиначами. Така структура вуглецевого балансу вказує на обмеженість екологічного буфера територій і підкреслює необхідність зміни землекористувальних практик у сільському господарстві, а також збереження та відновлення природних екосистем як ключових поглиначів вуглецю.

Серед екологічних чинників формування низьковуглецевої економіки варто виділити *рівень використання відновлюваних джерел енергії*, що впливає на зменшення викидів парникових газів, зниження залежності від викопних ресурсів і підвищення енергетичної безпеки держави. Зростання частки відновлюваної енергії у структурі енергопостачання свідчить про поступову трансформацію енергетичного сектору у напрямі екологізації та декарбонізації.

Аналіз динаміки постачання енергії з відновлюваних джерел в Україні у 2010–2020 роках показує стійку тенденцію до зростання. Так, загальне постачання енергії від відновлюваних джерел збільшилося з 2611 тис. т н.е. у 2010 році до 5687 тис. т н.е. у 2020 році. Аналогічно відбувалося поступове нарощування питомої ваги енергії з відновлюваних джерел у загальному обсязі постачання енергії: з 2,0% у 2010 році до 6,6% у 2020 році. Ця динаміка

підтверджує посилення ролі відновлюваних джерел у формуванні енергетичного балансу країни (рис. 2.21).

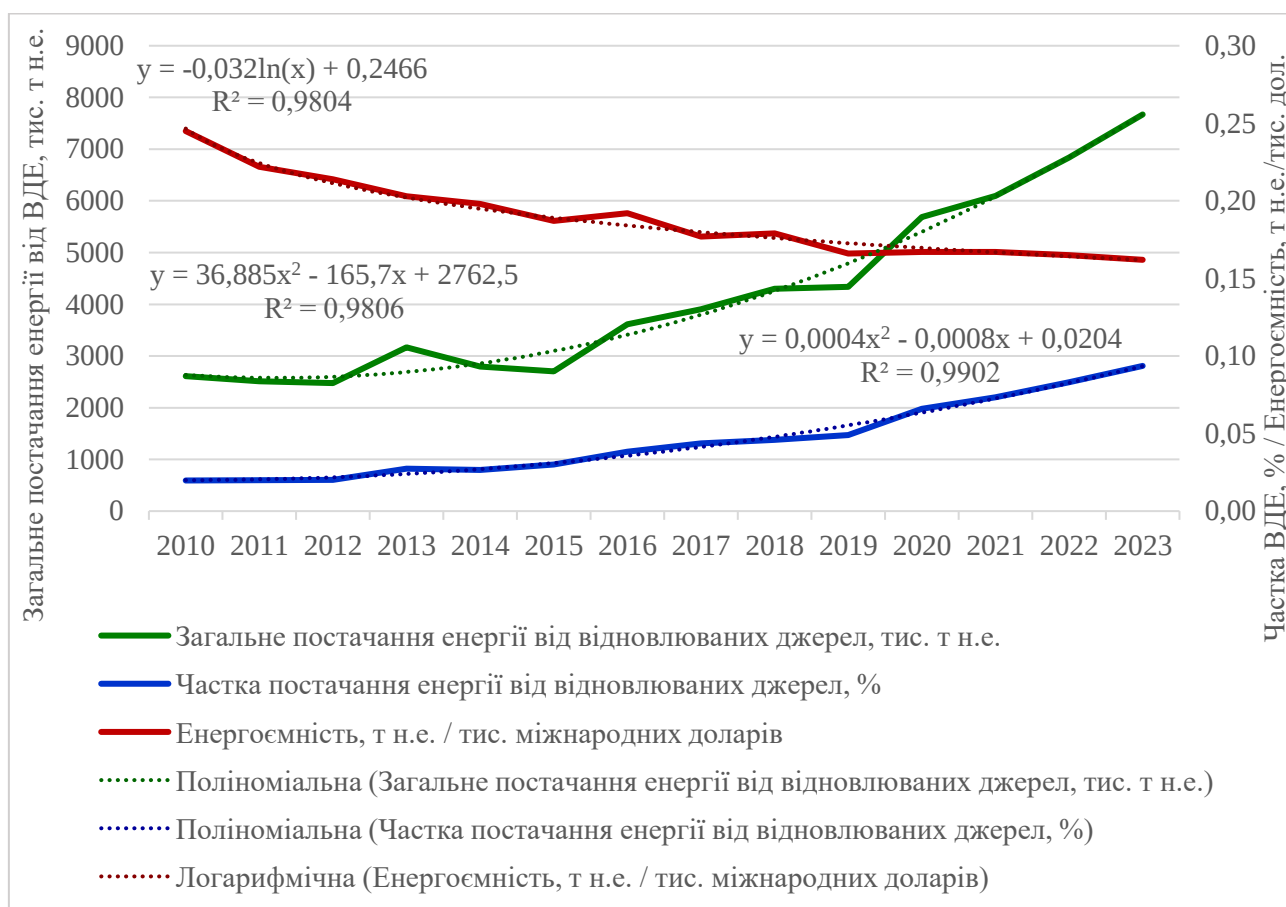


Рис. 2.21. Динаміка та прогностні тренди розвитку відновлюваної енергетики й енергоємності економіки України

**Побудовано дисертанткою на основі даних Державної служби статистики України.*

Одночасно спостерігається зниження енергоємності економіки, що є критерієм ефективності ресурсного використання. Протягом аналізованого періоду показник енергоємності зменшився з 0,245 т.н.е./тис. міжнародних доларів у 2010 році до 0,167 у 2020 році. Це свідчить про зростання енергоефективності національного виробництва, що є необхідною умовою розвитку низьковуглецевої економіки

Важливо наголосити, що Державна служба статистики України наводить офіційні дані лише до 2020 року включно. Для забезпечення повноти аналізу та обґрунтування сучасних тенденцій розвитку енергетичного сектору було

проведено розрахунків прогнозних показників на 2021 рік. Для цього використано побудовані на основі ретроспективних даних рівняння регресії (поліноміальні та логарифмічні трендові моделі), що характеризуються високим рівнем достовірності (коефіцієнт детермінації R^2 перевищує 0,92).

Згідно з отриманими розрахунками, у 2021 році загальне постачання енергії з відновлюваних джерел мало зрости до 6093 тис. т н.е., а їхня частка у структурі енергопостачання – до 7,34%. Показник енергоемності прогнозовано стабілізувався на рівні 0,167 т н.е./тис. міжнародних доларів. Отже, розраховані значення дозволяють підтвердити подальший поступ України у напрямі розвитку низьковуглецевої економіки, водночас підкреслюючи необхідність державної підтримки енергетичної трансформації для забезпечення стійкого зростання.

Подальший прогноз демонструє збереження позитивних тенденцій: у 2022–2024 роках очікується щорічне зростання обсягів використання відновлюваних джерел енергії, яке може сягнути орієнтовно 8573 тис. т н.е. у 2024 році, а їхня частка в загальному постачанні перевищить 10%. Енергоемність економіки при цьому поступово знижуватиметься до рівня 0,16 т н.е./тис. доларів, що свідчить про продовження тренду на підвищення енергоефективності. Ці розрахункові показники підтверджують стратегічну важливість розвитку сектору відновлюваної енергетики як одного з основних напрямів декарбонізації національної економіки.

Підсумовуючи результати проведеного аналізу, варто зауважити, що сучасна модель економічного розвитку в Україні демонструє суперечливу динаміку в аспекті декарбонізації: з одного боку, спостерігається зменшення обсягів викидів парникових газів, зростання вуглецевої продуктивності та частки відновлюваної енергії, з іншого – домінують кризові детермінанти змін, а не цілеспрямовані кліматичні зусилля. Відсутність стійкої інвестиційної підтримки, нерівномірність регіональних трансформацій та обмежене охоплення населення низьковуглецевими практиками обмежують потенціал переходу до вуглецевоощадної економіки. Сукупність виявлених характеристик покладено в

основу кількісного виміру рівня розвитку низьковуглецевої економіки, що реалізовується у наступному етапі дослідження.

2.3. Інтегральна оцінка розвитку низьковуглецевої економіки в Україні

У сучасних умовах досягнення кліматичної нейтральності потребує системного моніторингу та оцінювання прогресу національної економіки у сфері декарбонізації. Традиційний аналіз окремих індикаторів – зокрема вуглецевої інтенсивності виробництва, обсягів викидів чи частки відновлюваної енергетики – не дозволяє сформувати комплексного уявлення про масштаби і результативність низьковуглецевої трансформації. З огляду на це, інтегральна оцінка набуває особливого значення як інструмент багатовимірного аналізу розвитку низьковуглецевої економіки. Її основою виступає агрегування соціальних, економічних та екологічних аспектів у єдину кількісну характеристику, що забезпечує формування узагальненої об'єктивної оцінки (див. підпункт 1.3).

Переваги інтегрального підходу полягають у здатності охоплювати взаємозалежні складові розвитку, узагальнювати різноспрямовані часткові індикатори та мінімізувати вплив ситуативних коливань окремих показників. Запропонована у дослідженні методика передбачає побудову інтегрального індексу розвитку низьковуглецевої економіки України як середньозваженої агрегованої оцінки трьох блокових індексів: економічного, соціального та екологічного. Запропонована методика дозволяє відобразити системну природу розвитку низьковуглецевої економіки, враховуючи вплив як декарбонізаційних процесів, так і їх соціально-економічних наслідків.

Проведення інтегральної оцінки розвитку низьковуглецевої економіки України є необхідною передумовою для діагностики її реального стану, ідентифікації структурних диспропорцій, оцінки ефективності застосовуваних

політик та обґрунтування стратегічних рішень щодо подальшої трансформації економіки в умовах глобальних кліматичних викликів.

У процесі проведення інтегральної оцінки розвитку низьковуглецевої економіки України період аналізу обмежено 2021 роком, що обумовлено як методологічними, так і статистичними чинниками. Саме до 2021 року зберігається відносна репрезентативність і повнота офіційної статистичної інформації, необхідної для розрахунку часткових індикаторів економічного індексу. Водночас 2022 рік відзначається різкою зміною соціально-економічних умов функціонування економіки внаслідок повномасштабної військової агресії Російської Федерації, що призвела до істотних структурних деформацій, руйнування інфраструктури, порушення ланцюгів постачання та масового переміщення населення.

Включення даних за період активної фази воєнних дій до інтегральної оцінки могло б спотворити результати аналізу, оскільки зниження окремих показників у цей період є наслідком не декарбонізаційних трансформацій, а форс-мажорних обставин. Таким чином, розрахунок інтегрального індексу на основі даних до 2021 року відображає об'єктивну картину процесів, що відбувалися у довоєнній економіці України в умовах її поступової трансформації на засадах низьковуглецевої економіки. Саме цей період є репрезентативним для діагностики результатів системної декарбонізації без спотворень воєнного впливу.

Економічний індекс низьковуглецевого розвитку економіки України

Економічний індекс низьковуглецевого розвитку економіки України у структурі інтегрального показника відіграє ключову роль, оскільки відображає вплив декарбонізаційних процесів безпосередньо на економічну систему країни. У межах цього блоку враховуються показники, що характеризують енергоефективність виробництва, вуглецеву продуктивність та інвестиційну активність у низьковуглецевих секторах. Як зазначено у підпункті 1.3, до складу економічного індексу включено такі часткові індикатори:

- індекс вуглецевої інтенсивності економіки;

- продуктивність викидів двоокису вуглецю (обсяг ВВП на одиницю викидів CO₂);
- індекс інвестиційного забезпечення декарбонізації.

Такий набір індикаторів відображає здатність економіки України забезпечувати зростання національного продукту зі зменшенням залежності від викопного палива та скороченням обсягів парникових викидів.

Розрахунок економічного індексу здійснено за методом середньої арифметичної зваженої нормалізованих значень часткових індикаторів, згідно з методикою, викладеною у підпункті 1.3. При цьому застосовано рівнозначне вагове значення для кожного індикатора, що обґрунтовано їх рівною значущістю для забезпечення економічної складової низьковуглецевого розвитку економіки.

Для виявлення динаміки окремих компонент економічного індексу низьковуглецевого розвитку доцільно проаналізувати зміни значень часткових індикаторів протягом 2010–2021 років. Відповідні показники розраховано з урахуванням офіційних статистичних даних Державної служби статистики України, а також відповідно до авторської методики інтегрального оцінювання (див. підпункт 1.3).

Вуглецева інтенсивність економіки є одним із базових індикаторів економічного індексу низьковуглецевого розвитку. Цей показник відображає обсяг парникових газів, що утворюються при виробництві одиниці ВВП, і характеризує ресурсозатратність та екологічну ефективність економічної системи. Чим нижче значення показника, тим менш вуглецемістким є виробництво національного продукту. У таблиці 2.2 наведено динаміку вуглецевої інтенсивності економіки України протягом 2010–2021 років.

Як свідчать дані таблиці, впродовж аналізованого періоду вуглецева інтенсивність економіки України демонструвала загальну тенденцію до зниження. Найвищі значення показника спостерігалися у 2015–2016 рр., що зумовлено кризовими явищами та падінням ВВП у період збройного конфлікту та економічної нестабільності.

Таблиця 2.2

Вуглецева інтенсивність економіки, т еCO₂/тис. дол

Показники	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Середнє значення
Вуглецева інтенсивність економіки, т еCO ₂ /тис. дол	1,628	1,596	1,408	1,348	1,582	1,940	2,067	1,447	1,246	1,037	0,919	0,624	1,403
Обсяг викидів метану на одиницю ВВП, т еCO ₂ /дол	0,175	0,152	0,137	0,137	0,123	0,160	0,140	0,125	0,096	0,080	0,077	0,064	0,122
Обсяг викидів двоокису вуглецю на одиницю ВВП, т еCO ₂ /тис. дол	1,453	1,444	1,270	1,211	1,459	1,780	1,927	1,322	1,150	0,956	0,842	0,560	1,281

**Розраховано дисертанткою за даними Державної служби статистики України.*

Починаючи з 2017 року простежується стійке зниження показника, що свідчить про поступову декарбонізацію виробничих процесів. У 2021 році досягнуто найнижчого значення вуглецевої інтенсивності за досліджуваний період – 0,624 т еCO₂/тис. дол. Середнє значення показника за 2010–2021 роки склало 1,403 т еCO₂/тис. дол, що значно перевищує середньоєвропейські стандарти, однак відображає позитивну динаміку зменшення вуглецевого сліду національної економіки.

Для подальшої побудови індексу вуглецевої інтенсивності економіки здійснено нормування показників відповідно до обґрунтованої методики (див. підпункт 1.3). Нормовані значення вуглецевої інтенсивності економіки, наведені у таблиці 2.3, свідчать про поступове зниження вуглецевого навантаження на одиницю валового продукту в динаміці досліджуваного періоду. Найвищі значення показника спостерігались у 2015–2016 роках, що відображає кризові явища в економіці, а також наслідки зниження загального обсягу ВВП.

Таблиця 2.3

**Нормовані показники для розрахунку
індексу вуглецевої інтенсивності економіки**

Показники	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>Вуглецева інтенсивність економіки</i>	0,304	0,326	0,457	0,498	0,336	0,088	0,000	0,429	0,569	0,714	0,796	1,000
Обсяг викидів метану на одиницю ВВП	0,000	0,209	0,340	0,347	0,469	0,138	0,316	0,453	0,706	0,851	0,883	1,000
Обсяг викидів двоокису вуглецю на одиницю ВВП	0,347	0,353	0,480	0,524	0,342	0,107	0,000	0,442	0,569	0,710	0,794	1,000

**Розраховано дисертанткою.*

Позитивною тенденцією є поступове наближення нормованих значень до нуля у 2020–2021 роках, що свідчить про підвищення ефективності декарбонізаційних процесів у національній економіці. Отримані результати є базою для формування індексу вуглецевої інтенсивності економіки як складової економічного індексу низьковуглецевого розвитку економіки.

Наступним частковим індикатором економічного індексу є *продуктивність викидів двоокису вуглецю*, що характеризує економічну віддачу від утворення одиниці CO₂ в усіх видах економічної діяльності. У таблиці 2.4 представлено динаміку зазначеного показника у розрізі основних галузей економіки України. Аналіз даних свідчить про зростання продуктивності викидів двоокису вуглецю в Україні протягом 2010–2021 років. За досліджуваний період економічна віддача від одиниці викидів поступово зростала, що вказує на підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів та поступову структурну декарбонізацію основних секторів. Найвищі значення продуктивності спостерігаються у сфері послуг, а також у галузях, менш енергоємних за своєю природою, зокрема у сільському господарстві. Водночас у таких секторах як постачання електроенергії та добувна промисловість показник

залишається критично низьким, що свідчить про збереження вуглецевої моделі виробництва у базових галузях економіки.

Таблиця 2.4

Продуктивність двоокису вуглецю

Роки	Усі види економічної діяльності, дол/т	Сільське, лісове та рибне господарство, дол/т	Добувна промисловість і розроблення кар'єрів, дол/т	Переробна промисловість, дол/т	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, дол/т	Будівництво, дол/т	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність, дол/т	Інші види послуг, дол/т
2010	763,506	13953,425	3411,104	337,743	46,028	6119,647	2503,430	92060,370
2011	723,335	16870,033	2879,370	233,320	56,192	7764,950	2927,208	58795,743
2012	797,006	15427,298	2403,552	272,626	53,920	8265,139	3344,449	109309,000
2013	846,035	16999,013	2403,998	258,553	52,985	8214,582	3178,848	100306,198
2014	759,703	17472,348	2417,360	271,316	45,021	5050,141	2626,190	35967,741
2015	556,648	9886,319	1728,720	188,679	33,825	3810,209	2554,249	14886,272
2016	525,849	12460,592	1730,029	186,749	36,530	15137,081	1666,127	14786,020
2017	761,828	10372,907	1975,963	273,601	50,612	45853,666	1633,117	21319,223
2018	877,920	11305,372	2022,827	315,335	60,066	52216,221	2223,084	51110,620
2019	1091,558	11870,171	2768,989	340,324	76,380	109424,176	2764,952	60914,921
2020	1233,366	12278,683	3379,590	337,555	81,017	90538,082	6128,601	77906,639
2021	1534,931	14876,742	5255,018	401,751	127,532	81815,419	6414,187	30586,765
Середнє значення	872,641	13647,742	2698,043	284,796	60,009	36184,109	3163,703	55662,459

*Розраховано дисертанткою за даними Державної служби статистики України.

Для врахування цього показника у розрахунку економічного індексу низьковуглецевого розвитку економіки здійснено нормування значень продуктивності двоокису вуглецю за обґрунтованою методикою. Нормовані дані для побудови індексу продуктивності CO₂ наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

**Нормовані дані для розрахунку
індексу продуктивності двоокису вуглецю**

Роки	Усі види економічної діяльності,	Сільське, лісове та рибне господарство	Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	Переробна промисловість	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	Будівництво	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	Інші види послуг
2010	0,236	0,536	0,477	0,702	0,130	0,022	0,182	0,818
2011	0,196	0,921	0,326	0,217	0,239	0,037	0,271	0,466
2012	0,269	0,730	0,191	0,399	0,214	0,042	0,358	1,000
2013	0,317	0,938	0,191	0,334	0,204	0,042	0,323	0,905
2014	0,232	1,000	0,195	0,393	0,119	0,012	0,208	0,224
2015	0,031	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,193	0,001
2016	0,000	0,339	0,000	0,000	0,029	0,107	0,007	0,000
2017	0,234	0,064	0,070	0,404	0,179	0,398	0,000	0,069
2018	0,349	0,187	0,083	0,598	0,280	0,458	0,123	0,384
2019	0,561	0,262	0,295	0,714	0,454	1,000	0,237	0,488
2020	0,701	0,315	0,468	0,701	0,504	0,821	0,940	0,668
2021	1,000	0,658	1,000	1,000	1,000	0,739	1,000	0,167

**Розраховано дисертанткою.*

Нормовані значення продуктивності викидів двоокису вуглецю, представлені в таблиці 2.5, відображають позитивну динаміку: переважна більшість значень у пізніші роки наближається до одиниці. Це свідчить про підвищення економічної ефективності використання вуглецевих ресурсів та формування у ряді секторів передумов для відносного розмежування економічного зростання і зростання викидів. Отримані результати демонструють позитивні структурні зміни, хоча з урахуванням низьких абсолютних значень продуктивності в енергоємних галузях потребують подальшого поглиблення декарбонізаційних заходів.

Наступним частковим індикатором економічного індексу виступає *індекс інвестиційного забезпечення низьковуглецевої економіки*, який характеризує рівень капіталовкладень у сектори, пов'язані з декарбонізацією,

енергоефективністю та відновлюваною енергетикою. Вхідні дані для розрахунку зазначеного показника наведена у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

**Вхідні дані для розрахунку індексу
інвестиційного забезпечення низьковуглецевої економіки**

Роки	Фактичні витрати на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у всіх секторах, тис. дол.	Частка фактичних витрат на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у ВВП, %	Капітальні інвестиції на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у всіх секторах, тис. дол.	Поточні витрати на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у всіх секторах, тис. дол.	Частка капітальних інвестицій на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у ВВП, %	Частка поточних витрат на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у ВВП, %
2010	309331,521	0,227	143648,991	165682,530	0,105	0,121
2011	503419,878	0,308	318244,447	185175,431	0,195	0,113
2012	476059,207	0,261	308179,989	167879,219	0,169	0,092
2013	478885,352	0,251	301755,930	177129,422	0,158	0,093
2014	265319,823	0,199	161115,888	104203,935	0,121	0,078
2015	134713,462	0,148	65139,232	69574,231	0,072	0,076
2016	166857,009	0,179	97952,059	68904,950	0,105	0,074
2017	177176,803	0,158	98058,653	79118,150	0,087	0,071
2018	235421,937	0,180	128891,807	106530,130	0,098	0,081
2019	280150,575	0,182	165473,789	114676,785	0,108	0,075
2020	295691,550	0,189	207560,579	88130,971	0,133	0,056
2021	295432,707	0,148	1792521,961	116181,082	0,897	0,058
Середнє значення	301538,319	0,202	315711,944	120265,570	0,187	0,082

*Складено дисертанткою за даними Державної служби статистики України.

Аналіз даних таблиці 2.6 свідчить про нестабільний характер інвестиційного забезпечення низьковуглецевого розвитку в Україні. Витрати на охорону атмосферного повітря та вирішення проблем зміни клімату демонструють значні коливання як у абсолютному, так і у відносному вимірах. В окремі роки спостерігається суттєве зниження капітальних інвестицій, що вказує на низьку пріоритетність екологічних проєктів в інвестиційній політиці держави та приватного сектору. Зростання частки капітальних витрат у 2021 році

пов'язане з реалізацією окремих інфраструктурних проєктів, проте такий ефект є ситуативним. В цілому середній рівень інвестиційної активності в екологічній сфері залишається недостатнім для забезпечення стабільного низьковуглецевого переходу.

Отримані дані покладено в основу нормування та розрахунку індексу інвестиційного забезпечення як однієї з складових економічного індексу низьковуглецевого розвитку. Нормовані значення представлено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

**Нормовані показники для розрахунку індексу інвестиційного забезпечення
низьковуглецевої економіки**

Роки	Фактичні витрати на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у всіх секторах	Частка фактичних інвестицій на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у ВВП	Капітальні інвестиції на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у всіх секторах	Поточні витрати на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у всіх секторах	Частка капітальних інвестицій на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у ВВП	Частка поточних витрат на охорону атмосферного повітря і проблем зміни клімату у ВВП
2010	0,474	0,492	0,045	0,832	0,041	1,000
2011	1,000	1,000	0,147	1,000	0,149	0,875
2012	0,926	0,705	0,141	0,851	0,118	0,547
2013	0,933	0,646	0,137	0,931	0,105	0,563
2014	0,354	0,317	0,056	0,304	0,059	0,334
2015	0,000	0,001	0,000	0,006	0,000	0,309
2016	0,087	0,193	0,019	0,000	0,040	0,269
2017	0,115	0,064	0,019	0,088	0,019	0,220
2018	0,273	0,200	0,037	0,324	0,033	0,385
2019	0,394	0,213	0,058	0,394	0,044	0,280
2020	0,437	0,255	0,082	0,165	0,074	0,000
2021	0,436	0,000	1,000	0,407	1,000	0,029

**Розраховано дисертанткою.*

Нормовані показники для розрахунку індексу інвестиційного забезпечення свідчать про нестійкість і фрагментарність фінансування. Лише у 2011 році усі показники набули максимальних значень (1,000), тоді як у 2015 та 2016 роках більшість із них знизилася майже до нуля. У 2021 році зафіксовано найвищі значення лише за одним параметром – капітальними інвестиціями (1,000), тоді

як решта показників залишилася на низькому рівні. Це свідчить про разовий характер вкладень, що не впливає на стабільність інвестиційної підтримки низьковуглецевого розвитку.

Аналіз розрахованих часткових індикаторів економічної складової дозволяє оцінити темпи та особливості формування низьковуглецевої економіки в Україні протягом 2010–2021 років. Як видно з рисунка 2.22, у цей період спостерігалася поступова позитивна динаміка вуглецевої інтенсивності економіки та продуктивності двоокису вуглецю. Обидва показники демонструють стійке зростання після 2015 року, що свідчить про підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів та поступове скорочення вуглецевого сліду на одиницю ВВП.

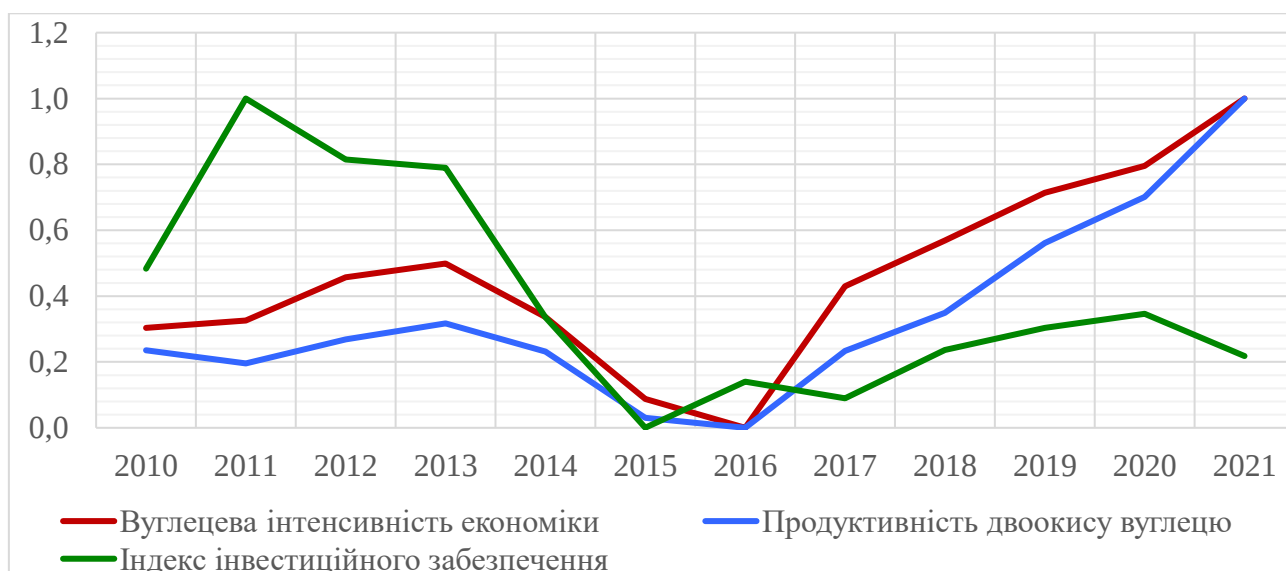


Рис. 2.22. Тенденції зміни часткових індикаторів економічної складової низьковуглецевого розвитку економіки України у 2010–2021 роках

**Розраховано дисертанткою.*

Особливо стрімким є зростання *індексу вуглецевої інтенсивності економіки*, який після 2016 року набув прискореної динаміки, досягнувши майже максимальних значень у 2021 році. Це вказує на активізацію процесів енергетичної трансформації та впровадження енергозберігаючих технологій.

Водночас *індекс інвестиційного забезпечення* демонструє нестабільну динаміку: після пікового значення у 2011 році спостерігається його поступове зниження з короткостроковими періодами відновлення. Така тенденція може свідчити про нерівномірність залучення інвестицій у сферу декарбонізації та обмеженість фінансових ресурсів для реалізації відповідних проєктів.

Для оцінки майбутніх змін та формування прогнозової картини розвитку економічної складової низьковуглецевого розвитку України було проведено побудову рівнянь регресії для кожного з часткових індикаторів. Враховано лише ті часові інтервали, де прослідковувалась стабільна та логічна динаміка показника. В результаті:

- для *вуглецевої інтенсивності економіки* застосовано логарифмічну модель, що враховує ефект уповільнення зростання в умовах досягнення граничних значень ресурсу технологічного оновлення за період 2016-2021 роки;
- *продуктивність двоокису вуглецю* прогнозувалась за поліноміальною функцією другого порядку, що відображає прискорення позитивних змін на фоні активізації декарбонізаційних заходів за період 2016-2021 роки (рис. 2.23).

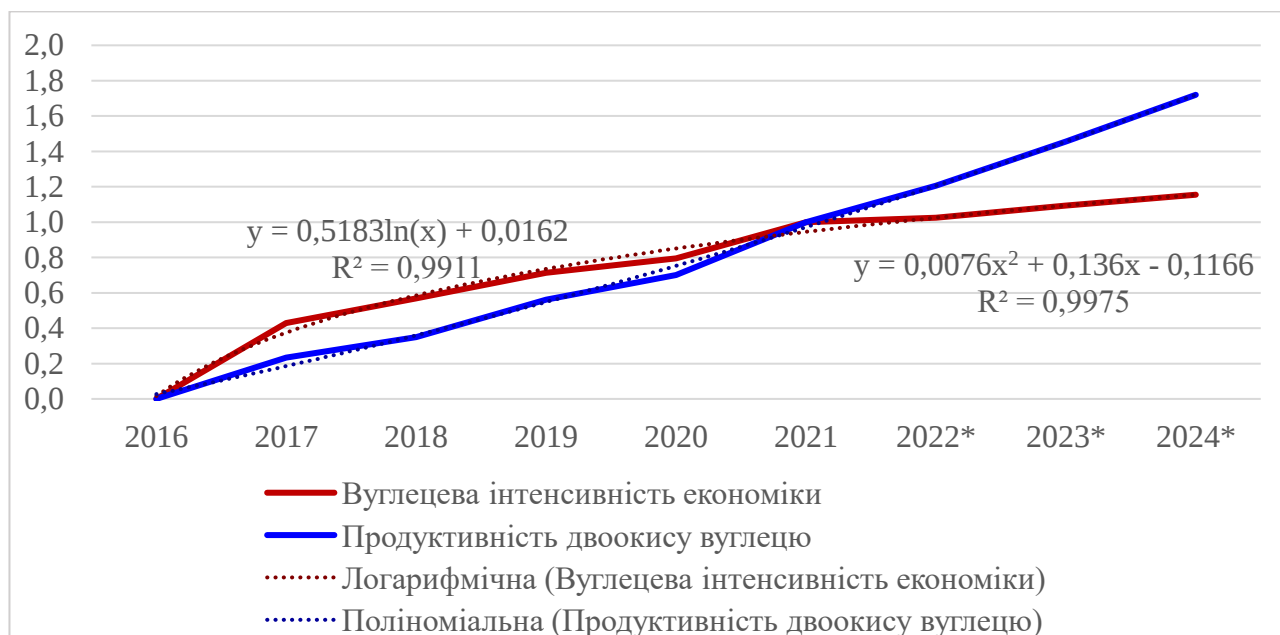


Рис. 2.23. Динаміка та прогноз зміни вуглецевої інтенсивності економіки та продуктивності викидів двоокису вуглецю в Україні

*Розраховано дисертанткою.

Для індексу інвестиційного забезпечення вибрано поліноміальне рівняння, яке фіксує очікуване подальше зниження інвестиційної активності за відсутності підтримки з боку держави чи міжнародних донорів (рис. 2.24).

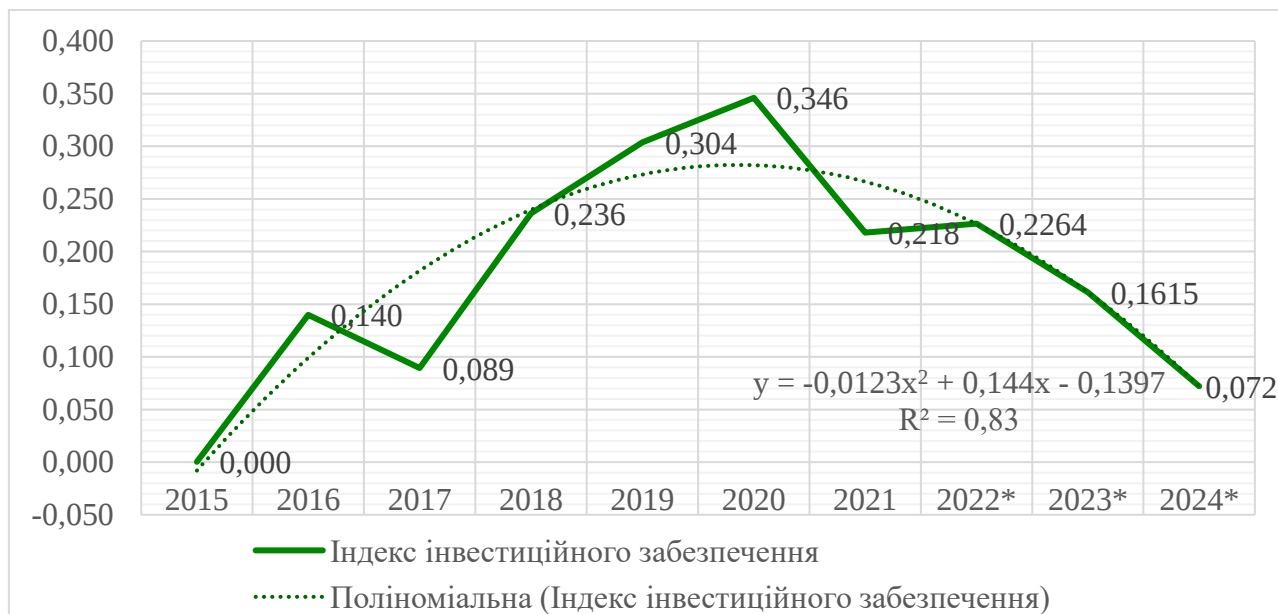


Рис. 2.24. Динаміка індексу інвестиційного забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки України

*Розраховано дисертанткою.

На основі отриманих трендів обґрунтовано прогностні значення на 2022, 2023 та 2024 роки. Це дає підстави обґрунтувати потенційні ризики й можливості подальшого розвитку низьковуглецевої економіки України. Побудована крива демонструє нестабільність індексу інвестиційного забезпечення: після максимуму у 2020 році (0,304) спостерігається його поступове зниження до прогнозованого рівня 0,072 у 2024 році. Така тенденція вказує на ризик недостатнього фінансування декарбонізаційних заходів у середньостроковій перспективі, що обмежує можливості стабільного розвитку низьковуглецевої економіки України.

Узагальнення результатів розрахунку трьох часткових індикаторів – вуглецевої інтенсивності економіки, продуктивності двоокису вуглецю та індексу інвестиційного забезпечення – дає змогу простежити динаміку

економічного індексу низьковуглецевого розвитку економіки України у 2010–2021 роках та визначити прогнозні значення до 2024 року (табл. 2.28).

Таблиця 2.28

Динаміка інтегрального та часткових індикаторів економічної складової розвитку низьковуглецевої економіки України у 2010–2021 роках

Роки	Вуглецева інтенсивність економіки	Продуктивність двоокису вуглецю	Індекс інвестиційного забезпечення	Економічний індекс
2010	0,304	0,236	0,483	0,259
2011	0,326	0,196	1,000	0,406
2012	0,457	0,269	0,815	0,419
2013	0,498	0,317	0,790	0,473
2014	0,336	0,232	0,336	0,293
2015	0,088	0,031	0,000	0,112
2016	0,000	0,000	0,140	0,146
2017	0,429	0,234	0,089	0,330
2018	0,569	0,349	0,236	0,441
2019	0,714	0,561	0,304	0,566
2020	0,796	0,701	0,346	0,689
2021	1,000	1,000	0,218	0,803
2022**	1,025	1,206	0,226	0,896
2023**	1,094	1,455	0,162	0,995
2024**	1,155	1,720	0,072	1,091

*Розраховано дисертанткою;

**Прогнозні значення.

Загалом, протягом досліджуваного періоду спостерігалось поступове зниження вуглецевої інтенсивності економіки та підвищення продуктивності CO₂, що свідчить про певний прогрес у підвищенні енергоефективності виробництва та зниженні вуглецевого сліду на одиницю ВВП. Економічний індекс зріс із 0,259 у 2010 році до 0,995 у 2021 році. У 2015–2016 роках спостерігався спад до мінімуму (0,146 у 2016 р), що пов'язано з кризовими явищами та обмеженим фінансуванням. Надалі індекс відновив зростання: у 2019 році становив 0,689, а у 2021 році – майже вдвічі більше. Водночас рівень інвестиційного забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки демонстрував нерівномірну динаміку, як наслідок нестійких інвестиційних

потоків та інерційності змін у структурі витрат на заходи, спрямовані на скорочення забруднення атмосферного повітря та кліматичних змін.

Для оцінки економічної складової розвитку низьковуглецевої економіки України здійснено прогнозування інтегрального економічного індексу на основі лінійної моделі тренду з високою точністю апроксимації ($R^2 = 0,98$). Побудований прогноз дозволяє визначити очікувану динаміку цього показника у середньостроковій перспективі (рис. 2.25).

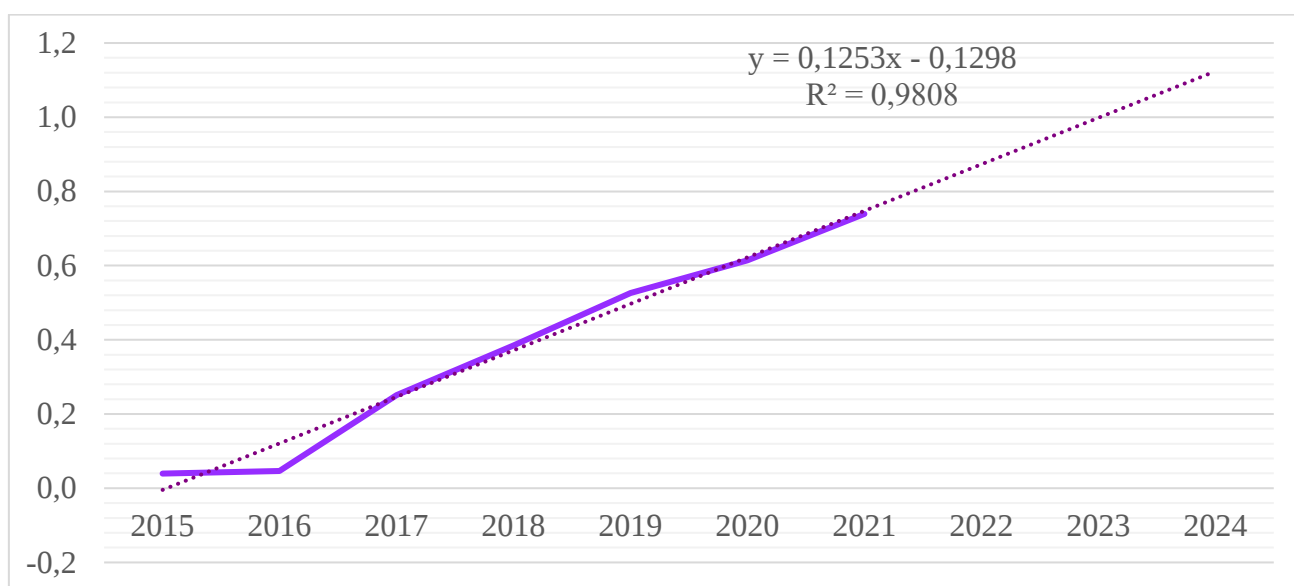


Рис. 2.25. Прогноз економічного індексу розвитку низьковуглецевої економіки України на 2022–2024 роки

**Розраховано дисертанткою.*

Згідно з розрахунками, у 2022 році економічний індекс становитиме 0,87, у 2023 році – 1,00, а у 2024 році – 1,12, що свідчить про стабільне зростання економічної результативності заходів з декарбонізації. Прогнозоване досягнення індексом цільового рівня 1,00 у 2023 році вказує на перехід до умов ефективного функціонування низьковуглецевої економіки.

Результати розрахунків демонструють зростання економічного індексу протягом аналізованого періоду, що свідчить про позитивні структурні зрушення в економіці України в напрямі підвищення її енергоефективності та зниження вуглецевої інтенсивності. Однак, недостатні темпи зростання індексу свідчать

про потребу у посиленні інвестиційної підтримки низьковуглецевих секторів та стимулюванні інноваційних технологій у виробничих галузях.

Соціальний індекс розвитку низьковуглецевої економіки України

Соціальний індекс розвитку низьковуглецевої економіки України відображає рівень екологічної свідомості та соціальної залученості населення у процес декарбонізації. Його розрахунок ґрунтується на трьох показниках: вуглецевому сліді населення, рівні низьковуглецевості транспорту та рівні низьковуглецевості громадського транспорту.

У таблиці 2.29 представлено вихідні дані: обсяги викидів CO₂ та метану від стаціонарних джерел на 1 особу, а також кількість зареєстрованих авто з двигунами внутрішнього згорання та електротранспорту.

Таблиця 2.29

**Вихідні дані для розрахунку часткових показників
соціального індексу розвитку низьковуглецевої економіки України**

<i>Роки</i>	<i>Вуглецевий слід населення</i>		<i>Показники низьковуглецевості транспорту</i>	
	Обсяги викидів двоокису вуглецю від стаціонарних джерел забруднення на 1 особу, т eCO ₂ /особу	Обсяги викидів метану від стаціонарних джерел забруднення на 1 особу, т eCO ₂ /особу	Кількість зареєстрованих авто з двигуном внутрішнього згорання, од	Кількість зареєстрованих електромобілів та гібридів, од.
2010	3,619482	0,518758	-	-
2011	4,449008	0,540986	-	-
2012	4,367718	0,547316	-	-
2013	4,367644	0,56989	287091	375
2014	3,888409	0,37784	187621	750
2015	3,249076	0,336638	109931	1153
2016	3,536051	0,306731	134669	2296
2017	2,930607	0,329634	210847	5682
2018	2,998071	0,29964	247543	9045
2019	2,894414	0,295153	483564	12176
2020	2,622832	0,288965	322241	10685
2021	2,717064	0,309401	40998	1221

**Складено дисертанткою за даними Державної служби статистики України та Головного сервісного центру МВС України.*

Дані таблиці 2.29 свідчать про зниження вуглецевого сліду населення України з 4,37 т еСО₂/особу у 2012 році до 2,72 т еСО₂/особу у 2021 році. Водночас кількість електромобілів та гібридних автомобілів зростає до 1221 одиниці у 2021 році проти 375 одиниць у 2016 році. Це свідчить про поступове формування передумов для декарбонізації побутового енергоспоживання та транспортної сфери. На основі цих даних здійснено нормування показників для розрахунку індексу вуглецевого сліду населення, що представлено у таблиці 2.30.

Таблиця 2.30

Нормовані показники та індекс вуглецевого сліду населення

Роки	Обсяги викидів двоокису вуглецю від стаціонарних джерел забруднення на 1 особу	Обсяги викидів метану від стаціонарних джерел забруднення на 1 особу	Індекс вуглецевого сліду населення
2010	0,454	0,182	0,318
2011	0,000	0,103	0,051
2012	0,045	0,080	0,062
2013	0,045	0,000	0,022
2014	0,307	0,684	0,495
2015	0,657	0,830	0,744
2016	0,500	0,937	0,718
2017	0,831	0,855	0,843
2018	0,795	0,962	0,878
2019	0,851	0,978	0,915
2020	1,000	1,000	1,000
2021	0,948	0,927	0,938

*Розраховано дисертанткою.

Для оцінки вуглецевого сліду населення застосовано нормування двох показників: обсягів викидів двоокису вуглецю та метану від стаціонарних джерел на 1 особу. Відповідно враховано як основні, так і додаткові парникові гази, що утворюються внаслідок побутового енергоспоживання. У 2010 році індекс вуглецевого сліду населення становив 0,318. Після зниження у 2013 році до 0,022 спостерігається стабільне зростання: у 2017 році показник досяг 0,855, у 2020 році – 1,000, а у 2021 році – 0,938. Це свідчить про поступове скорочення фактичного вуглецевого сліду на одну особу та зменшення викидів метану й СО₂.

у розрахунку на чисельність населення, що фіксує позитивний внесок домогосподарств у розвиток низьковуглецевої економіки.

Аналіз нормованих значень низьковуглецевості транспорту свідчить про поступове зростання цього індексу: з 0,22 у 2013 році до 0,54 у 2021 році. Основними факторами цього є скорочення кількості зареєстрованого автотранспорту з двигунами внутрішнього згорання та зростання парку електромобілів і гібридних авто. Показник залишається нижчим за 0,6, що вказує на повільні темпи електрифікації транспорту в Україні, проте тенденція є позитивною. Це підтверджує формування передумов для декарбонізації транспортної мобільності на індивідуальному рівні (табл. 2.31).

Таблиця 2.31

Нормовані показники та індекс низьковуглецевості транспорту

Роки	З двигуном внутрішнього згорання	Електромобілі та гібридні автомобілі	Індекс низьковуглецевості транспорту
2013	0,444	0,000	0,222
2014	0,669	0,032	0,350
2015	0,844	0,066	0,455
2016	0,788	0,163	0,476
2017	0,616	0,450	0,533
2018	0,533	0,735	0,634
2019	0,000	1,000	0,500
2020	0,365	0,874	0,619
2021	1,000	0,072	0,536

**Розраховано дисертанткою.*

У структурі соціального індексу окремий блок формує індекс низьковуглецевості громадського транспорту, що враховує рівень екологізації систем масової мобільності населення. Цей показник розраховано на основі кількості перевезених пасажирів електротранспортом (тролейбусами, трамваями, метрополітеном), а також чисельності відповідних транспортних засобів у містах України. Вихідні статистичні дані для розрахунку цього індексу наведено у таблиці 2.32.

Таблиця 2.32

**Вихідні дані для розрахунку
індексу низьковуглецевості громадського транспорту**

Роки	Індекс низько- вуглецевості перевезень громадським транспортном	Кількість перевезених (відправлених) пасажирів внутрішньоміським транспортом, млн				Кількість низько- вуглецевого громадського транспорту, всього, од.	В т.ч.:		
		автомобільним	тролейбусним	трамвайним	метрополітенівським		тролейбусних машин	трамвайних вагонів	метрополітенів
2010	0,915	2923	1200	714	760	7351	3710	2522	1119
2011	1,037	2813	1340	798	778	7254	3714	2412	1128
2012	1,093	2664	1339	800	774	7046	3596	2314	1136
2013	1,100	2575	1300	757	775	7007	3570	2277	1160
2014	1,156	2244	1097	770	726	6423	3032	2201	1190
2015	1,513	1666	1081	739	700	5948	2792	1961	1195
2016	1,627	1494	1039	694	698	6039	2856	1988	1195
2017	1,634	1501	1058	676	719	5893	2730	1971	1192
2018	1,678	1436	1016	666	727	5829	2670	1967	1192
2019	1,672	1368	945	627	715	5869	2744	1933	1192
2020	1,715	824	579	423	411	6094	2980	1922	1192
2021	1,758	839	594	398	483	6112	2983	1937	1192

**Складено дисертанткою за даними Державної служби статистики України.*

Аналіз таблиці 2.32 свідчить про стабільну роботу низьковуглецевого громадського транспорту в Україні протягом 2010–2021 років. У 2010 році обсяг перевезень електротранспортом становив 2923 млн пасажирів, а у 2021 році – 3958 млн осіб. Загальна кількість низьковуглецевого транспорту зросла до 6112 одиниць, зокрема налічувалось 2983 тролейбуси, 1937 трамваїв і 1192 одиниці метрополітену. Це забезпечило зростання індексу низьковуглецевості перевезень громадським транспортом до 1,758 у 2021 році, що вказує на збереження високої частки електротранспорту у міських перевезеннях.

Для оцінки індексу низьковуглецевості громадського транспорту проведено нормування кількісних показників пасажироперевезень та кількості одиниць електротранспорту. За даними таблиці 2.33 індекс низьковуглецевості

громадського транспорту зріс з 0,00 у 2010 році до 1,00 у 2021 році. Найшвидше зростання показника спостерігалось після 2015 року. Це пояснюється зменшенням обсягів автомобільних перевезень на тлі стабілізації кількості тролейбусів, трамваїв і вагонів метро. Позитивна динаміка індексу вказує на збереження провідної ролі електротранспорту у пасажирських перевезеннях міст України.

Таблиця 2.33

**Нормовані показники для розрахунку
індексу низьковуглецевості громадського транспорту**

Роки	Індекс низько- вуглецевості перевезень громадським транспортном	Кількість перевезених (відправлених) пасажирів внутрішньоміським транспортом, млн				Кількість низько- вуглецевого громадського транспорту, всього, од.	В т.ч.:		
		автомобільним	тролейбусним	трамвайним	метрополітенівським		тролейбусних машин	трамвайних вагонів	метрополітенів
2010	0,000	1,000	0,816	0,786	0,951	1,000	0,996	1,000	0,000
2011	0,144	0,948	1,000	0,995	1,000	0,936	1,000	0,817	0,118
2012	0,212	0,877	0,999	1,000	0,989	0,800	0,887	0,653	0,224
2013	0,219	0,834	0,947	0,893	0,992	0,774	0,862	0,592	0,539
2014	0,285	0,677	0,681	0,925	0,858	0,390	0,347	0,465	0,934
2015	0,709	0,401	0,660	0,848	0,787	0,078	0,117	0,065	1,000
2016	0,845	0,319	0,604	0,736	0,782	0,138	0,178	0,110	1,000
2017	0,853	0,323	0,629	0,692	0,839	0,042	0,057	0,082	0,961
2018	0,905	0,292	0,574	0,667	0,861	0,000	0,000	0,075	0,961
2019	0,898	0,259	0,481	0,570	0,828	0,026	0,071	0,018	0,961
2020	0,949	0,000	0,000	0,062	0,000	0,174	0,297	0,000	0,961
2021	1,000	0,007	0,020	0,000	0,196	0,186	0,300	0,025	0,961

**Розраховано дисертанткою.*

На основі трьох блокових індикаторів – вуглецевого сліду населення, індексу низьковуглецевості транспорту та індексу низьковуглецевості громадського транспорту – розраховано інтегральний соціальний індекс

розвитку низьковуглецевої економіки України. Таблиця 2.34 узагальнює значення усіх складових і фінального індексу в динаміці 2010–2021 років.

Таблиця 2.34

**Соціальний індекс розвитку
низьковуглецевої економіки та його складові**

Індекси	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>Вуглецевий слід населення</i>	0,318	0,051	0,062	0,022	0,495	0,744	0,718	0,843	0,878	0,915	1,000	0,938
<i>Індекс низько-вуглецевості транспорту</i>	-	-	-	0,000	0,076	0,261	0,447	0,728	1,000	0,678	0,904	0,808
<i>Індекс низько-вуглецевості громадського транспорту</i>	0,500	0,540	0,506	0,497	0,338	0,394	0,491	0,448	0,452	0,462	0,561	0,593
Соціальний індекс розвитку низьковуглецевої економіки	0,409	0,296	0,284	0,173	0,303	0,466	0,552	0,673	0,777	0,685	0,781	0,765

**Розраховано дисертанткою.*

Отримані результати інтегральної оцінки соціальної складової розвитку низьковуглецевої економіки України, наведені у таблиці 2.34, свідчать про поступове посилення соціальних аспектів декарбонізації. Впродовж 2010–2021 років соціальний індекс зріс із 0,41 у 2010 році до 0,77 у 2020 році, що вказує на позитивну динаміку екологічної відповідальності населення та адаптації побутового та транспортного секторів до вимог низьковуглецевої економіки. Основними драйверами зростання є скорочення вуглецевого сліду населення та розвиток електротранспорту.

Найвищі значення фіксуються у 2020–2021 роках (0,781 та 0,765 відповідно), що свідчить про стабілізацію позитивних тенденцій. Індекс вуглецевого сліду населення досяг 0,938 у 2021 році, демонструючи скорочення парникових викидів у побутовому секторі. Індекс низьковуглецевості транспорту у 2021 році склав 0,808, що свідчить про поступове поширення електромобілів. Водночас індекс низьковуглецевості громадського транспорту

залишається нижчим – 0,593 у 2021 році, що відображає повільні темпи оновлення електротранспортного парку.

Загалом інтегральний аналіз соціального індексу показує, що саме побутовий сектор та індивідуальний транспорт є основними напрямками декарбонізації серед населення. Проте досягнуті результати не можна вважати достатніми для забезпечення системного низьковуглецевого переходу, що обумовлює необхідність розроблення спеціальних стимулів для підтримки громадського електротранспорту та екологізації мобільності у містах.

З огляду на відсутність офіційної статистичної інформації за 2022–2024 роки, зумовлену воєнним станом в Україні, доцільним є розрахунок орієнтовних значень соціального індексу розвитку низьковуглецевої економіки на основі побудованого тренду. Це дозволяє оцінити ймовірні масштаби соціальних змін у сфері декарбонізації в поствоєнний період. Побудова такої розрахункової траєкторії є важливою для попередньої діагностики потенційних ризиків і визначення потреб у корекції соціальної складової низьковуглецевої політики України. Відповідні результати наведено на рисунку 2.26.

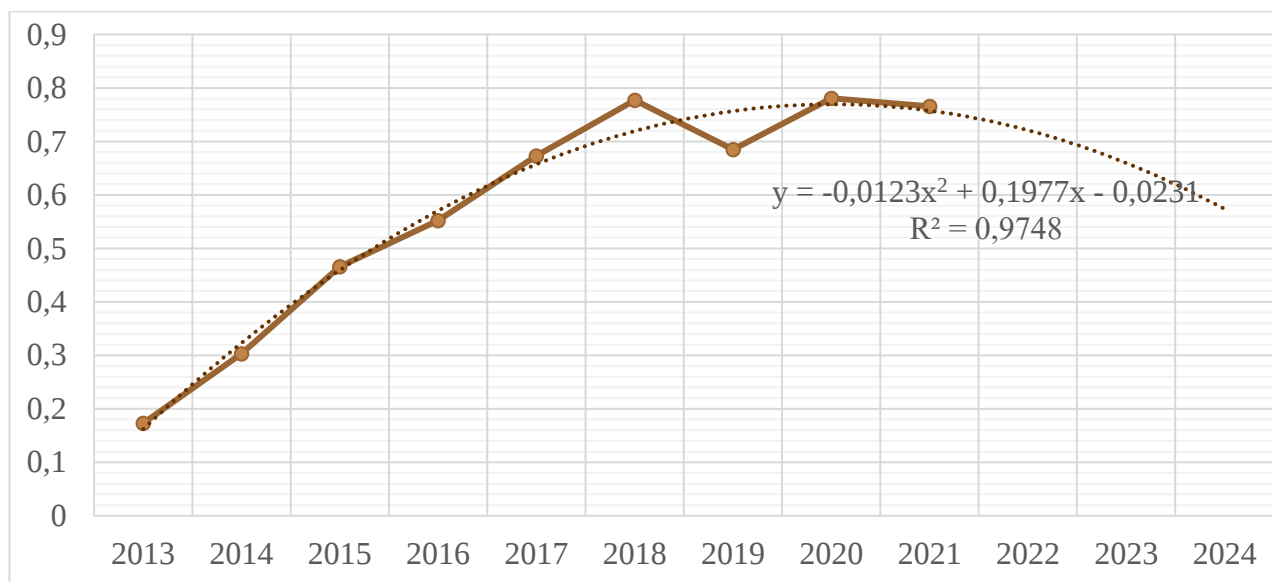


Рис. 2.26. Соціальний індекс розвитку низьковуглецевої економіки України

**Розраховано дисертанткою.*

Розрахункові значення на 2022, 2023 та 2024 роки демонструють тенденцію поступового зниження індексу: орієнтовно до 0,72 у 2022 році, 0,66 у 2023 році та 0,59 у 2024 році. На основі цього робимо висновок про ймовірне уповільнення темпів соціальної адаптації до вимог низьковуглецевого розвитку економіки у поствоєнний період. Зниження показника обумовлене насамперед ризиком зменшення обсягів інвестицій у громадський електротранспорт та можливим відновленням використання вуглецемістких технологій у домогосподарствах. Отже, соціальна складова низьковуглецевої трансформації потребує додаткової державної підтримки для запобігання стагнації.

Екологічний індекс розвитку низьковуглецевої економіки України

Екологічний індекс розвитку низьковуглецевої економіки України є узагальнюючим показником, що характеризує рівень екологічної ефективності декарбонізаційних процесів. На відміну від економічного та соціального індексів, які фіксують економічні результати та соціальну залученість, екологічний індекс відображає безпосередні зміни у довкіллі та масштаби скорочення парникових викидів.

Екологічний індекс низьковуглецевого розвитку економіки України, згідно з обґрунтованою методикою (див. підпункт 1.3), розраховується на основі двох індикаторів. Першим є індекс вуглецевого балансу землекористування, що відображає співвідношення між обсягами викидів та поглинання парникових газів у секторі земельних ресурсів. Другим є індекс низьковуглецевості енергоспоживання, який характеризує частку споживання відновлюваних та низьковуглецевих джерел енергії в загальній структурі енергетичного балансу країни. Поєднання цих показників відображає екологічну ефективність декарбонізації як з боку функціонування природних поглиначів, так і з боку трансформації енергетичних систем.

Для оцінки першого складового показника екологічного індексу – індексу вуглецевого балансу землекористування – використано офіційні дані щодо поглинання та викидів двоокису вуглецю різними типами земель. У розрахунок включено основні категорії земель: ліси, рілля, пасовища, водно-болотні угіддя

та населені пункти. Показник розраховано як різницю між загальним обсягом поглинання і викидів CO₂ у межах зазначених категорій земель. Вихідні статистичні дані для розрахунку індексу вуглецевого балансу земель України наведено у таблиці 2.35.

Таблиця 2.35

**Вихідні дані для розрахунку індексу вуглецевого балансу
землекористування**

Роки	Ліси	Рілля	Пасовища	Водно-болотні угіддя	Населенні пункти	Емісія / поглинання CO ₂ , всього по Україні, т CO ₂
2010	-31896696,10	20570439,30	-2542852,82	232228,04	836324,48	-12800557,09
2011	-29504252,67	35605751,06	-2509387,96	268399,10	859476,39	4719985,91
2012	-28702464,73	31012780,53	-2484105,22	265898,04	1008953,36	1101061,98
2013	-27336145,52	42965870,51	-1380865,32	230293,57	811583,70	15290736,94
2014	-28701440,21	44723918,50	-1275085,33	234842,71	682619,63	15664855,30
2015	-24961623,76	40046704,81	-1343473,74	165150,20	676090,61	14582848,13
2016	-49432420,59	67869595,68	-954498,54	221313,01	1082014,52	18786004,09
2017	-55870650,24	58841569,65	-485520,20	159450,84	1378066,55	4022916,59
2018	-48944385,94	72912594,20	-271151,90	218227,05	8039554,98	31954838,40
2019	-52432580,06	76429864,39	22187,49	206025,91	2490526,79	26716024,53
2020	-62505743,60	42609470,02	61833,64	185231,32	2328373,10	-17320835,52
2021	-69660773,50	72792714,73	97206,56	228670,72	2440500,60	5898319,11

**Розраховано дисертанткою за даними Dynatic World V1, Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру та Національного кадастру антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів.*

Як свідчать дані таблиці, вуглецевий баланс землекористування України протягом 2010–2021 років був нестабільним і в окремі періоди мав негативний характер. У 2010 році сектор землекористування поглинув 12,8 млн тонн CO₂. Починаючи з 2011 року баланс поступово погіршувався: вже у 2012 році показник знизився до 1,1 млн тонн, а у 2014 році перетворився на джерело викидів у розмірі 15,7 млн тонн CO₂. Пікового негативного значення досягнуто у 2019 році: 26,7 млн тонн додаткових викидів. У 2020 році сектор знову

перейшов до поглинання – 17,3 млн тонн CO₂, однак у 2021 році спостерігалось нове погіршення: баланс становив лише 5,9 млн тонн емісії. Тобто роль земель як природного поглинача вуглецю в Україні поступово слабшає. Скорочення поглинальної здатності земель обумовлене зменшенням площі лісів та деградацією природних поглиначів.

Нормування показників поглинання та викидів за основними категоріями землекористування здійснено із врахуванням внеску лісів, ріллі, пасовищ, водно-болотних угідь та населених пунктів у формування загального балансу вуглецю в межах території України. Отримані нормовані значення стандартизують внесок кожної категорії, забезпечуючи коректність інтегральної оцінки (табл. 2.36).

Таблиця 2.36

**Нормовані дані та розрахований індекс вуглецевого балансу
землекористування**

Роки	Ліси	Рілля	Пасовища	Водно-болотні угіддя	Населенні пункти	Індекс вуглецевого балансу землекор.
2010	0,845	0,000	0,000	0,668	0,022	0,384
2011	0,898	0,269	0,013	1,000	0,025	0,551
2012	0,916	0,187	0,022	0,977	0,045	0,537
2013	0,947	0,401	0,440	0,650	0,018	0,614
2014	0,916	0,432	0,480	0,692	0,001	0,630
2015	1,000	0,349	0,454	0,052	0,000	0,464
2016	0,453	0,847	0,602	0,568	0,055	0,631
2017	0,309	0,685	0,779	0,000	0,095	0,467
2018	0,463	0,937	0,860	0,539	1,000	0,950
2019	0,385	1,000	0,972	0,427	0,246	0,758
2020	0,160	0,395	0,987	0,237	0,224	0,501
2021	0,000	0,935	1,000	0,635	0,240	0,702

**Розраховано дисертанткою.*

Аналіз таблиці 2.36 показує нестабільну динаміку індексу вуглецевого балансу землекористування. У 2010 році показник становив 0,092, досягнув максимуму у 2018 році – 1,000, після чого різко знизився до нуля у 2020 році. У 2021 році зафіксовано часткове відновлення до 0,471. Відтак, спостерігаємо поступове виснаження природних поглиначів вуглецю в Україні на фоні періодичних відновлювальних процесів.

Індекс низьковуглецевості енергоспоживання характеризує структурно-технологічні передумови зниження викидів парникових газів через трансформацію енергетичного балансу. Показник враховує частку енергії, виробленої з відновлюваних джерел, а також загальне споживання такої енергії, що прямо впливає на скорочення вуглецевого навантаження енергетичного сектору. Зростання частки відновлюваних джерел енергії та зниження енергоємності економіки сприяють скороченню викидів CO₂ та зменшенню вуглецевого сліду. Показник фіксує внесок енергетики у зниження антропогенного навантаження на довкілля, що обґрунтовує його віднесення до екологічної складової (табл. 2.37).

Таблиця 2.37

Фактичні та прогнозні показники відновлюваної енергетики й енергоємності економіки України у 2010–2021 роках

Роки	Загальне постачання енергії від відновлюваних джерел, тис. т н.е.	Частка постачання енергії від відновлюваних джерел, %	Енергоємність, т н.е. / тис. міжнародних доларів
2010	2611	0,020	0,245
2011	2514	0,020	0,222
2012	2476	0,020	0,214
2013	3166	0,027	0,203
2014	2797	0,026	0,198
2015	2700	0,030	0,187
2016	3616	0,038	0,192
2017	3907	0,044	0,177
2018	4303	0,046	0,179
2019	4335	0,049	0,166
2020	5687	0,066	0,167
2021**	6093	0,073	0,167

**Побудовано дисертанткою на основі даних Державної служби статистики України;*

***Розрахункові дані.*

Зауважимо, що в Україні відбувалось поступове зростання використання відновлюваних джерел енергії: обсяги енергії від ВДЕ зросли з 2611 тис. т н.е. у 2010 році до 6093 тис. т н.е. у 2021 році, а їх частка у загальному

енергопостачанні збільшилася з 2% до 7,3% відповідно. Водночас енергоемність економіки демонструвала тенденцію підвищення енергоефективності виробництва: показник знизився з 0,245 т н.е. на 1000 міжнародних доларів ВВП у 2010 році до 0,167 т н.е. у 2021 році. Таким чином, на тлі активного розвитку відновлюваної енергетики спостерігається поступова оптимізація енергоспоживання в національній економіці.

Для оцінки залучення відновлюваних джерел енергії враховано нормовані значення їх загального постачання та частки у структурі енергопостачання, а також показник енергоемності економіки. Інтегральний індекс формується як середнє зважене зазначених показників та відображає ступінь екологізації енергоспоживання національної економіки в контексті переходу до низьковуглецевої моделі розвитку (табл. 2.38).

Таблиця 2.38

**Нормовані дані та розрахований індекс
низьковуглецевості енергоспоживання**

Роки	Загальне постачання енергії від відновлюваних джерел	Частка постачання енергії від відновлюваних джерел	Енергоемність	Індекс низьковуглецевості енергоспоживання
2010	0,037	0,000	0,000	0,012
2011	0,011	0,003	0,291	0,101
2012	0,000	0,009	0,392	0,134
2013	0,191	0,141	0,532	0,288
2014	0,089	0,125	0,595	0,270
2015	0,062	0,191	0,734	0,329
2016	0,315	0,346	0,671	0,444
2017	0,396	0,446	0,861	0,567
2018	0,505	0,489	0,835	0,610
2019	0,514	0,545	1,000	0,686
2020	0,888	0,862	0,987	0,912
2021**	1,000	1,000	0,987	0,996

**Розраховано автором на основі даних Державної служби статистики України;*

***розрахункові дані.*

Індекс низьковуглецевості енергоспоживання прогнозовано на основі поліноміальної регресії, що враховує наростаючий характер технологічних змін та поступовий перехід до відновлюваних джерел енергії (рис. 2.27).

Як видно з рисунка 2.27, індекс низьковуглецевості енергоспоживання показує стійке зростання протягом 2010–2021 років. У 2021 році його значення становило близько 0,99. Розрахункові значення на 2022–2024 роки підтверджують продовження зростаючої тенденції: до 1,13 у 2022 році, 1,27 у 2023 році та 1,42 у 2024 році. Це свідчить про стабільне зростання частки відновлюваних та низьковуглецевих джерел у структурі енергоспоживання України.

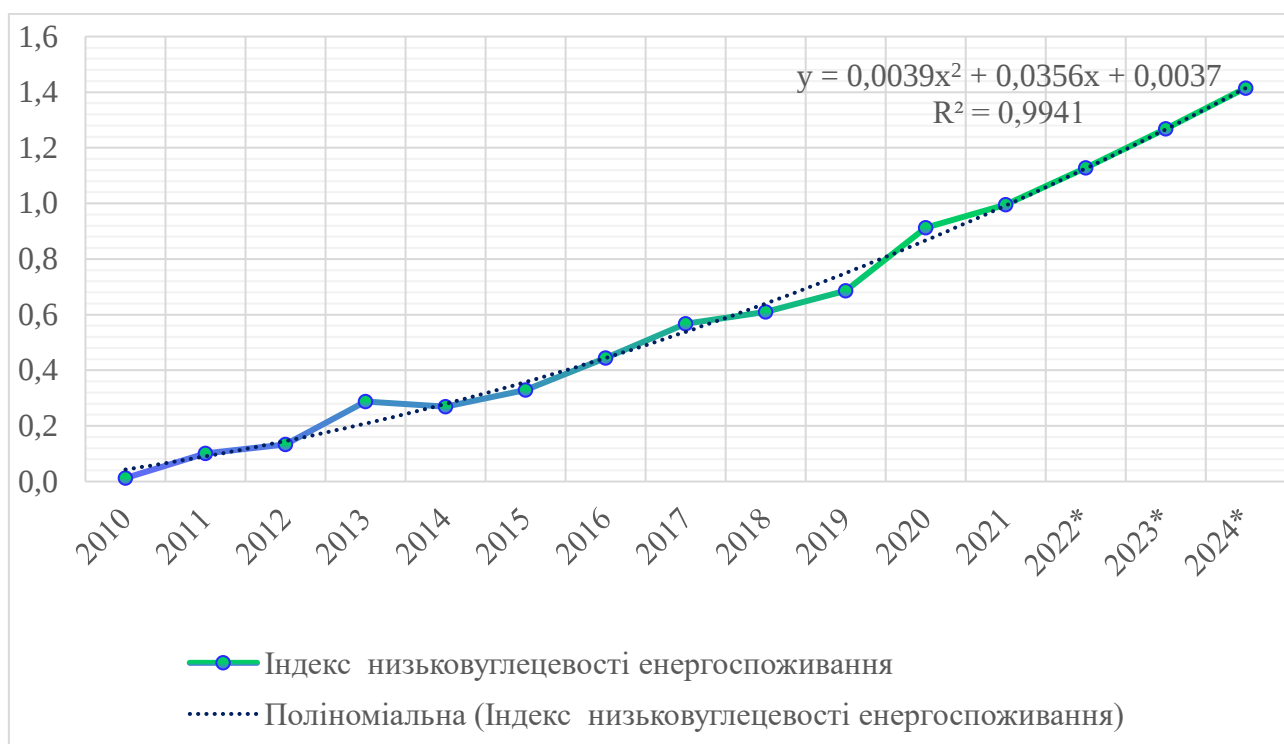


Рис. 2.27. Динаміка індексу низьковуглецевості енергоспоживання

*Розраховано дисертанткою.

Екологічний аспект низьковуглецевого розвитку економіки у даному дослідженні представлений інтегральним екологічним індексом, побудованим на основі двох складових: індексу вуглецевого балансу землекористування та індексу низьковуглецевості енергоспоживання, зведені розраховані значення

яких подано в таблиці 2.39. В комплексі вони відображають динаміку екологізації економіки в контексті зниження викидів парникових газів і раціоналізації використання природних ресурсів.

Таблиця 2.39

**Екологічний індекс розвитку
низьковуглецевої економіки та його складові**

Інтегральні індекси	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Індекс вуглецевого балансу земель	0,384	0,551	0,537	0,614	0,630	0,464	0,631	0,467	0,950	0,758	0,501	0,702
Індекс низьковуглецевості енергоспоживання	0,012	0,101	0,134	0,288	0,270	0,329	0,444	0,567	0,610	0,686	0,912	0,996
<i>Екологічний індекс низьковуглецевого розвитку економіки України</i>	0,052	0,274	0,254	0,475	0,470	0,488	0,588	0,500	0,805	0,790	0,456	0,733

**Розраховано дисертанткою.*

Аналіз таблиці 2.39 демонструє поступове покращення значень індексу вуглецевого балансу землекористування та індексу низьковуглецевості енергоспоживання впродовж 2010–2021 років. Це свідчить про позитивні зрушення у сфері управління земельними ресурсами та впровадження енергоощадних технологій. В результаті формування інтегрального екологічного індексу показує нерівномірне, але загалом позитивне зростання: від 0,052 у 2010 році до 0,733 у 2021 році, з максимальними значеннями у 2018–2019 роках (0,805 та 0,790 відповідно).

Такі результати свідчать про поступову екологізацію економіки України, незважаючи на періодичні спади, зокрема у 2020 році, коли індекс впав до 0,456. що вказує на поступову стабілізацію екологічної компоненти розвитку низьковуглецевої економіки України (рис. 2.28).

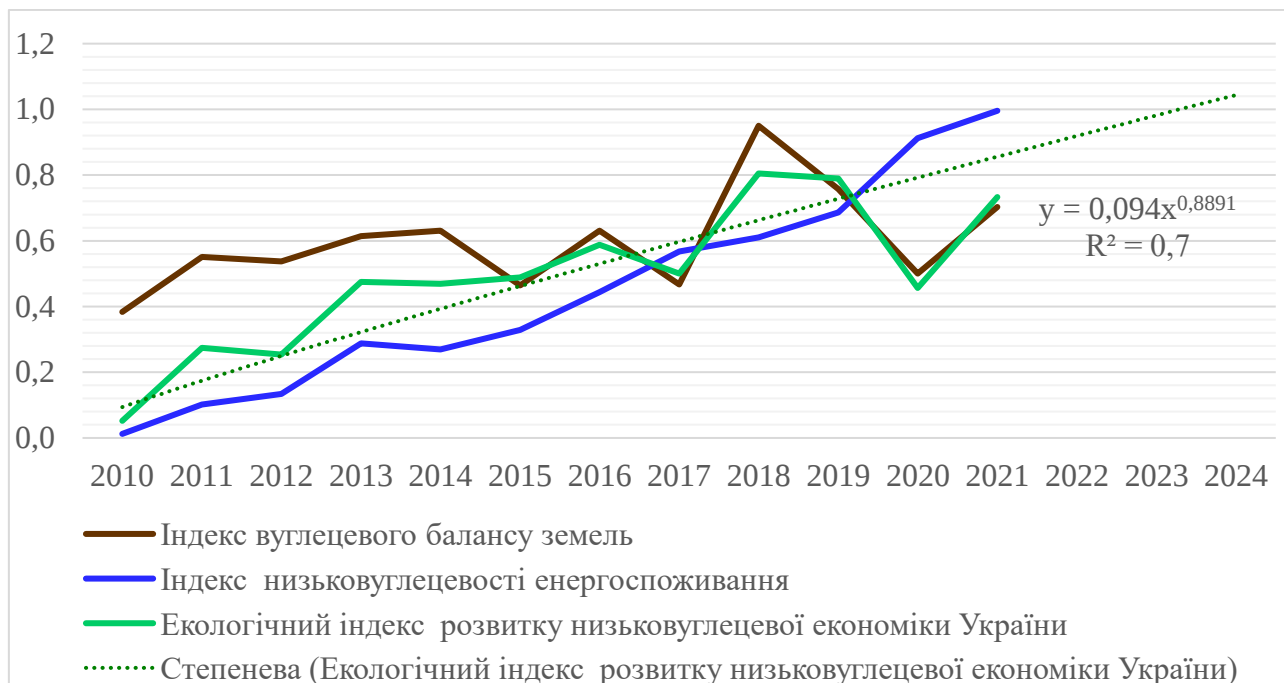


Рис. 2.28. Динаміка екологічного індексу розвитку низьковуглецевої економіки та його складових

**Розраховано дисертанткою.*

Отже, сформована екологічна складова низьковуглецевого розвитку економіки України відображає поступову стабілізацію та покращення екологічних параметрів економіки. Прогнозоване перевищення індексом рівня 1,0 у 2024 році вказує на досягнення умов ефективного функціонування екологічної підсистеми в структурі низьковуглецевої економіки. Це підтверджує важливість екологічних показників як орієнтирів для подальшого стратегічного планування і контролю за вуглецевими потоками на рівні національної економіки.

Інтегральний індекс розвитку низьковуглецевої економіки України є узагальнюючим показником, що комплексно відображає стан економічної, екологічної та соціальної складових декарбонізаційних процесів. Він формується

шляхом агрегування відповідних часткових індикаторів і характеризує загальний рівень просування країни до низьковуглецевої економіки. Його прогнозування дає можливість визначити очікувану траєкторію розвитку України в контексті кліматичних цілей та зеленого переходу (рис. 2.29).

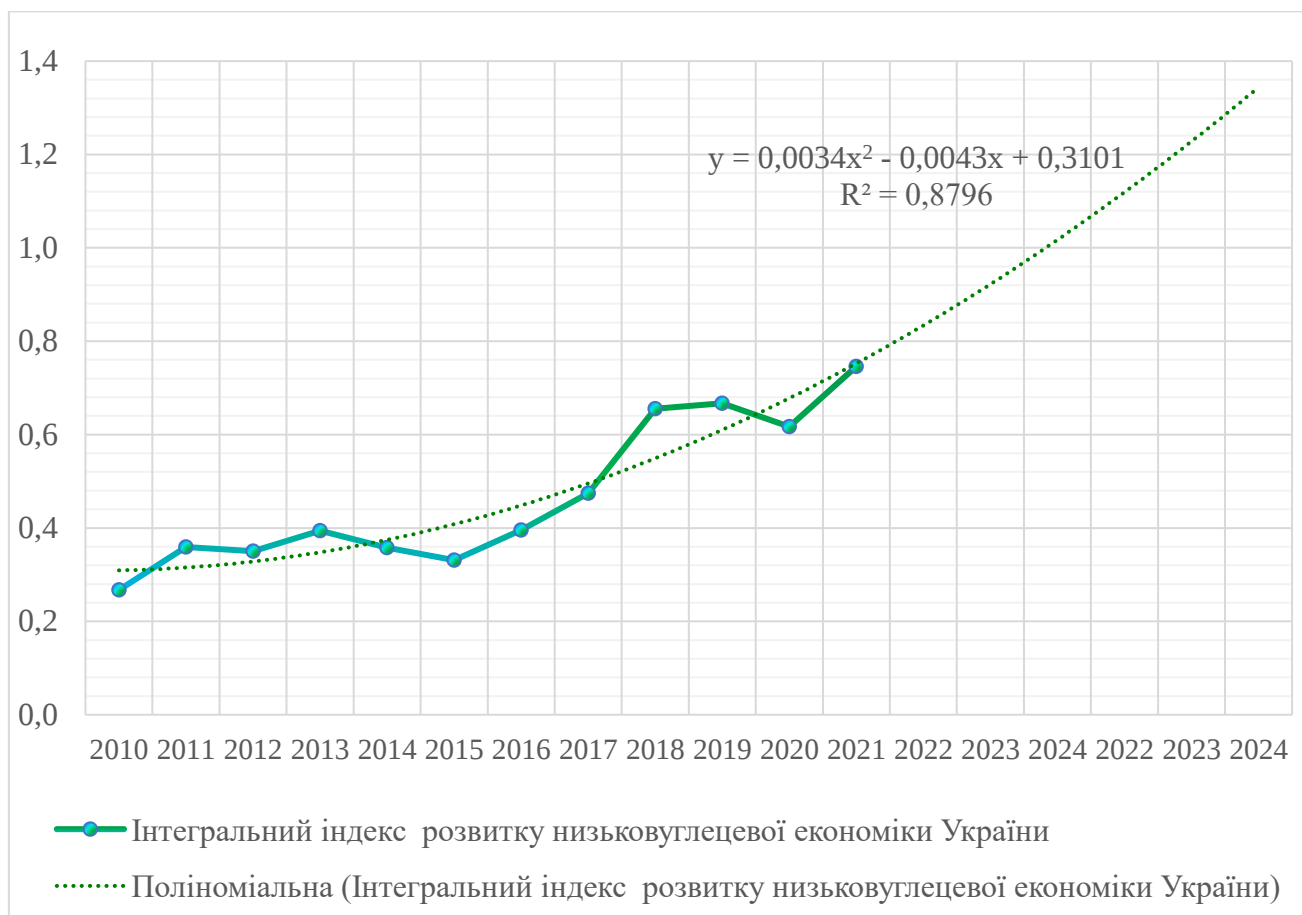


Рис. 2.29. Динаміка інтегрального індексу розвитку низьковуглецевої економіки України

**Розраховано дисертанткою.*

Аналіз динаміки інтегрального індексу розвитку низьковуглецевої економіки України свідчить про поступове зростання показника. Побудований прогноз на основі квадратичної моделі ($R^2 = 0,88$) демонструє прискорення темпів розвитку, що свідчить про наближення України до цільових параметрів низьковуглецевої економіки та формування основ сталого зеленого зростання.

Таблиця 2.40 містить як фактичні значення часткових індексів та інтегрального показника за 2010–2021 роки, так і прогнозовані дані на 2022–

2024 роки, отримані шляхом екстраполяції на основі побудованих моделей трендів. Представлені у таблиці результати дають змогу проаналізувати структурні зрушення та окреслити подальші перспективи розвитку низьковуглецевої економіки України.

Таблиця 2.40

**Фактичні та розрахункові значення інтегрального індексу розвитку
низьковуглецевої економіки України та його складових**

Роки	Економічний індекс розвитку низьковуглецевої економіки	Соціальний індекс розвитку низьковуглецевої економіки	Екологічний індекс низьковуглецевого розвитку економіки України	Інтегральний індекс низьковуглецевого розвитку економіки України
2010	0,341	0,409	0,052	0,267
2011	0,507	0,296	0,274	0,359
2012	0,514	0,284	0,254	0,350
2013	0,535	0,173	0,475	0,394
2014	0,301	0,303	0,470	0,358
2015	0,040	0,466	0,488	0,331
2016	0,047	0,552	0,588	0,396
2017	0,251	0,673	0,500	0,475
2018	0,385	0,777	0,805	0,655
2019	0,526	0,685	0,790	0,667
2020	0,614	0,781	0,456	0,617
2021	0,739	0,765	0,733	0,746
2022*	0,873	0,7239	0,926	0,748
2023*	0,998	0,6633	0,978	0,829
2024*	1,123	0,5781	1,026	0,916

*Розраховано дисертантом на основі прогнозних даних.

Аналіз таблиці 2.40 підтверджує загальну тенденцію поступового зростання інтегрального індексу розвитку низьковуглецевої економіки України: від 0,267 у 2010 році до 0,746 у 2021 році. Відповідно, за шкалою якісної оцінки, низьковуглецевий розвиток економіки України протягом 2010–2016 рр. відповідав недостатньому рівню, у 2017 р. – середньому рівню; протягом 2018–2021 рр. – достатньому рівню. У прогнозованому періоді очікується подальше нарощування індексу до 0,748 (достатній рівень) у 2022 році, 0,829 (високий рівень) у 2023 році та 0,916 (високий рівень) у 2024 році, що свідчить про наближення до умов сталого низьковуглецевого розвитку. Зростання

інтегрального індексу забезпечується переважно за рахунок покращення економічної та екологічної складових, тоді як соціальний індекс демонструє спад у прогнозовані роки, що вказує на необхідність посилення уваги до соціальних аспектів у стратегіях декарбонізації.

Висновки до розділу 2

1. Встановлено, що в Україні склалися сприятливі нормативно-правові, інституційні, економічні та соціальні передумови кліматично нейтрального розвитку. Окрім того, багаторічні зміни температурного режиму свідчать про необхідність вжиття заходів для зменшення антропогенних викидів парникових газів та адаптації до змін клімату. Систематизовано нормативно-правове забезпечення, яке представлено низкою національних законів та підзаконних актів та ратифікованих міжнародних угод, основними серед них є: ЗУ «Про охорону атмосферного повітря», ЗУ «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів», РКЗК ООН, Кіотський протокол та Паризька угода. Визначено інституційну структуру впровадження державної концепції низьковуглецевої економіки, яка включає: ВРУ, КМУ, Міндовкілля, Міненерго, Мінрозвитку, Держенергоефективності, місцеві державні (у воєнний стан – військові) адміністрації та органи місцевого самоврядування.

2. Серед економічних передумов виокремлено заходи стримування викидів парникових газів (оподаткування викидів CO₂) та заходи стимулювання низьковуглецевого розвитку економіки та населення (встановлення «зеленого» тарифу на закупівлю електроенергії з ВДЕ, субсидіювання та пільгове кредитування відновлюваної енергетики та енергоощадних технологій). До соціальних чинників віднесено заходи формування низьковуглецевої культури в суспільстві, до яких належить включення тематики проблеми зміни клімату в навчальний процес закладів освіти та здійснення просвітницької діяльності серед громадськості, яка реалізовується шляхом популяризації тематики у ЗМІ та соціальних мережах, залучення до діяльності відповідних громадських об'єднань, відзначення днів боротьби зі змінами клімату тощо. Окрім того,

проблема інтегрується у робоче середовище організацій різних напрямів діяльності завдяки участі співробітників таких організацій у акціях та ініціативах, а також проходженню відповідних курсів підвищення кваліфікації.

3. Потепління клімату в Україні протягом 1891–2022 рр. на 4,6 °С, зумовлює низку негативних зрушень у кліматичній системі та природно-територіальних комплексах різного таксономічного рівня і є основною екологічною передумовою низьковуглецевого розвитку економіки. Однак, існує низка чинників, які гальмують розвиток концепції зростання на засадах чистого нуля, до таких варто віднести: неефективні економічні методи стимулювання (низька ставка податку на викиди CO₂), стихійність та несистематичність формування низьковуглецевої культури у суспільстві.

4. У межах факторно-показникового аналізу низьковуглецевої економіки України встановлено, що зниження загальних обсягів викидів парникових газів у 1990–2021 рр. на понад 70 % зумовлено не модернізацією економіки, а структурними спадами та зовнішніми шоками. Водночас у галузевому та регіональному розрізі простежується висока концентрація вуглецемістких виробництв у східних та центральних областях, що обумовлює диспропорції в інтенсивності викидів та вуглецевій продуктивності. Показники інтенсивності парникових газів та продуктивності CO₂ засвідчують поступове зростання екологічної ефективності економіки, однак темпи таких зрушень залишаються недостатніми для досягнення стійкого низьковуглецевого переходу.

5. Соціальний аспект низьковуглецевого розвитку економіки проявляється у зменшенні вуглецевого сліду населення, зростанні попиту на електромобілі та стабільній присутності електротранспорту у міських перевезеннях, проте ці тенденції обмежені як масштабом, так і швидкістю поширення. Екологічні параметри, зокрема вуглецевий баланс землекористування та частка відновлюваної енергії, вказують на збереження переважання джерел емісій над поглиначами та лише початкову фазу енергетичної трансформації. У цілому, отримані результати вказують на переважання фрагментарних зрушень над системними процесами, що актуалізує

потребу у кількісному узагальненні рівня розвитку низьковуглецевої економіки за допомогою інтегральної оцінки.

6. Інтегральна оцінка розвитку низьковуглецевої економіки України засвідчила нерівномірність прогресу за її основними складовими. Економічний індекс демонструє стабільне зростання, що обумовлено зменшенням вуглецевої інтенсивності виробництва та підвищенням ефективності використання енергетичних ресурсів. Екологічна складова поступово посилюється завдяки розвитку відновлюваної енергетики та частковому відновленню природних поглиначів вуглецю. Водночас соціальна складова відзначається тенденціями уповільнення, що свідчить про потребу у посиленні державної підтримки побутового сектору, стимулювання електротранспорту та формування низьковуглецевої культури серед населення.

7. Комплексна побудова та аналіз інтегрального індексу розвитку низьковуглецевої економіки України дозволили об'єктивно оцінити масштаби та результати декарбонізаційних процесів у національній економіці. Загальний індекс зростає з 0,267 у 2010 році до 0,746 у 2021 році, прогнозовано досягнувши 0,916 у 2024 році, що вказує на поступове наближення України до кліматично нейтральної моделі розвитку. Отримані результати є аналітичною основою для формування ефективної кліматичної політики, пріоритезації інвестицій у ключові сфери та розроблення організаційно-економічних механізму прискорення низьковуглецевої трансформації.

Основні положення другого розділу дисертаційної роботи апробовано у працях [23, 29, 20, 18, 17, 15, 27, 26].

РОЗДІЛ 3.

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ

3.1. Обґрунтування організаційно-економічних заходів розвитку низьковуглецевої економіки за результатами регресійного моделювання

Пошук ефективних інструментів управління низьковуглецевим розвитком вимагає не лише якісної аналітики на основі інтегральних показників, а й встановлення причинно-наслідкових зв'язків між складовими цього процесу. У зв'язку з цим особливого значення набуває застосування економіко-математичних методів, що дають можливість оцінити силу та напрям впливу окремих детермінант на загальний рівень низьковуглецевого розвитку економіки. Одним із таких інструментів є модель множинної лінійної регресії. Її побудова забезпечує виявлення залежності між інтегральним індексом низьковуглецевого розвитку та його економічною, соціальною й екологічною складовими.

Застосування регресійного аналізу дозволяє здійснити перехід від констатації динаміки часткових індикаторів до побудови управлінських рішень, заснованих на кількісному аналізі впливу кожного із напрямів. У контексті розроблення організаційно-економічних засад низьковуглецевого розвитку це відкриває можливості для формування диференційованої стратегії впровадження цільових заходів з урахуванням сили їхнього впливу на інтегральний результат.

Для виявлення характеру впливу часткових складових (економічної, соціальної та екологічної) на інтегральний індекс низьковуглецевого розвитку економіки України було побудовано модель множинної лінійної регресії. Залежною змінною (Y) виступає інтегральний індекс, а незалежними – економічний (X_1), соціальний (X_2) та екологічний (X_3) індекси відповідного

розвитку. Розрахунки здійснено на основі даних за 2010–2024 роки. У результаті було отримано наступне рівняння регресії:

$$Y=0,061+0,257 \cdot X_1+0,308 \cdot X_2+0,281 \cdot X_3 \tag{3.1}$$

Усі коефіцієнти моделі є статистично значущими на рівні значущості 0,01 ($p < 0,01$), що підтверджує доцільність включення кожної зі змінних у модель.

Результати проведення регресійного аналізу:

Таблиця 3.1

Регресійна статистика

Показник	Значення
Множинний коефіцієнт кореляції (R)	0,9914
Коефіцієнт детермінації (R ²)	0,9829
Нормований R ²	0,9783
Стандартна помилка	0,0308
Кількість спостережень	15

**Розраховано дисертанткою.*

Представлені показники свідчать про високу якість побудованої регресійної моделі. Значення $R^2 = 0,9829$ підтверджує, що понад 98% варіації інтегрального індексу пояснюється незалежними змінними. Невелика стандартна помилка (0,0308) вказує на точність прогнозів, а нормований $R^2 = 0,9783$ враховує кількість факторів і кількість спостережень, підтверджуючи стабільність моделі.

Результати дисперсійного аналізу підтверджують статистичну значущість моделі: F-критерій дорівнює 211,1 при надзвичайно низькому р-значенні ($5,31 \cdot 10^{-10}$), що вказує на те, що модель суттєво відрізняється від нульової і має високу пояснювальну здатність (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Дисперсійний аналіз (ANOVA)

Джерело варіації	Ступені свободи (df)	Сума квадратів (SS)	Середній квадрат (MS)	F-статистика	Значущість (p-value)
Регресія	3	0,6017	0,2006	211,1	$5,31 \cdot 10^{-10}$
Залишки	11	0,0105	0,00095	—	—
Разом	14	0,6121	—	—	—

**Розраховано дисертанткою.*

Усі коефіцієнти моделі є статистично значущими ($p < 0,05$), а їхні t -статистики перевищують критичні значення. Найвищий вплив на інтегральний індекс мають соціальний та екологічний компоненти, проте економічний також робить істотний внесок. Вузькі довірчі інтервали свідчать про точність оцінок (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Параметри регресійної моделі

Параметр	Коефіцієнт	Ст. помилка	t-статистика	p-значення	95% довірчий інтервал (нижня)	95% довірчий інтервал (верхня)
Константа (перетин)	0,0616	0,0207	2,97	0,0127	0,016	0,1073
Економічний індекс X_1	0,2576	0,0364	7,09	0,00002	0,1776	0,3376
Соціальний індекс X_2	0,3076	0,0542	5,67	0,00014	0,1883	0,427
Екологічний індекс X_3	0,2808	0,0515	5,45	0,0002	0,1674	0,3943

**Розраховано дисертанткою.*

За результатами множинного регресійного аналізу можемо оцінити ступінь впливу кожної з трьох блокових складових на рівень інтегрального індексу низьковуглецевого розвитку економіки України.

Інтерпретація коефіцієнтів свідчить про наступне:

– *соціальний індекс (X_2)* має найвищий вплив на інтегральний показник (коефіцієнт 0,308), що вказує на суттєвий вплив соціального виміру на загальну динаміку декарбонізаційного прогресу. Ураховуючи склад соціального індексу (вуглецевий слід населення, структура транспорту, екологічна поведінка), можна стверджувати, що соціальні практики та трансформації у споживанні відіграють визначальну роль у переході до низьковуглецевої моделі. Зростання частки електротранспорту, зміна громадського ставлення до кліматичних проблем, зменшення енергетичних потреб домогосподарств – усе це чинники, що формують вагомий внесок у загальний індекс;

– *екологічний індекс (X_3)* також має вагомий вплив (0,281), що підтверджує високий рівень залежності комплексного прогресу від екосистемних параметрів – секвестрації вуглецю, структури енергоспоживання та відновлюваних джерел енергії. Високе значення коефіцієнта при X_3 свідчить про пряму залежність інтегрального індексу від ефективності екологічної політики, управління земельними ресурсами та прогресу у впровадженні ВДЕ. Зміна вуглецевого балансу на користь поглинання, зростання частки «зеленої» енергії у національному балансі посилюють інтегральний ефект трансформації;

– *економічний індекс (X_1)* має найменший, але все ще істотний вплив (0,257), що вказує на значущість економічних стимулів, проте їх вага поступається соціальним і екологічним детермінантам. Цей блок охоплює такі показники, як вуглецева інтенсивність ВВП, продуктивність викидів CO_2 , інвестиції у низьковуглецеві технології. Порівняно нижча величина коефіцієнта свідчить про складність забезпечення сталого економічного ефекту у короткостроковій перспективі без відповідної інституційної підтримки. Водночас значущість впливу X_1 вказує на необхідність збереження економічної компоненти як структуроутворюючої частини низьковуглецевого розвитку економіки (рис. 3.1).

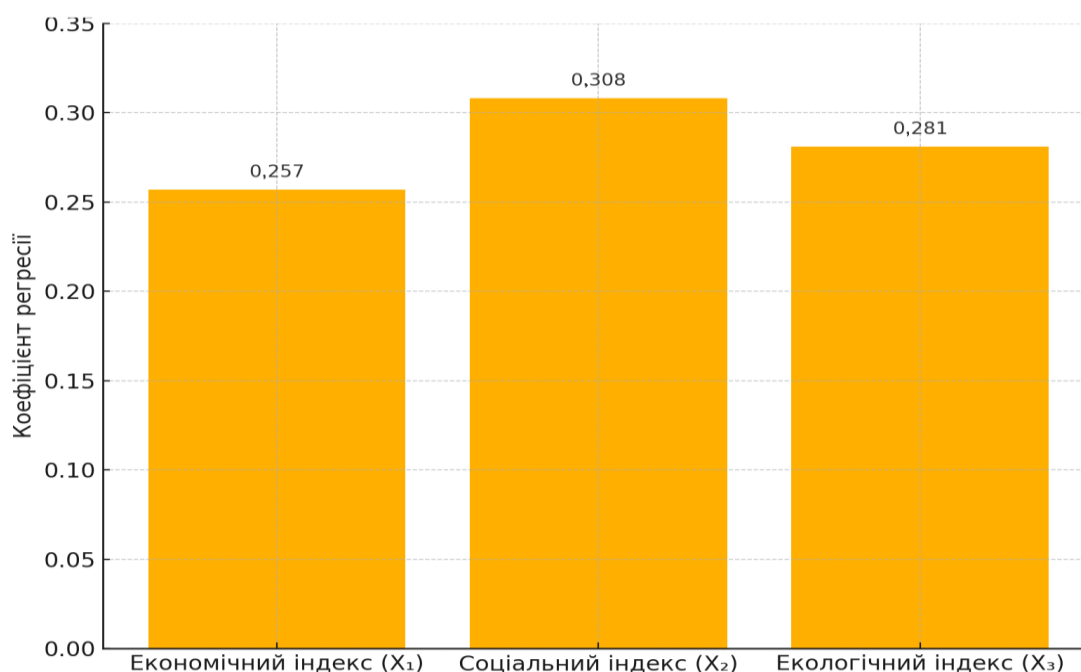


Рис. 3.1. Вплив індексів на інтегральний показник

*Побудовано дисертанткою.

Зміщення пріоритетів у бік соціальної та екологічної складової свідчить про поступовий перехід національної економіки від індустріально орієнтованої парадигми до моделі сталого розвитку, де провідне місце займають людський капітал, природні ресурси та міждисциплінарні інновації. Виявлена модель також має практичне значення — вона дозволяє здійснювати прогноз інтегрального рівня розвитку залежно від планованих змін у політиках за кожним із трьох напрямів (рис. 3.2).

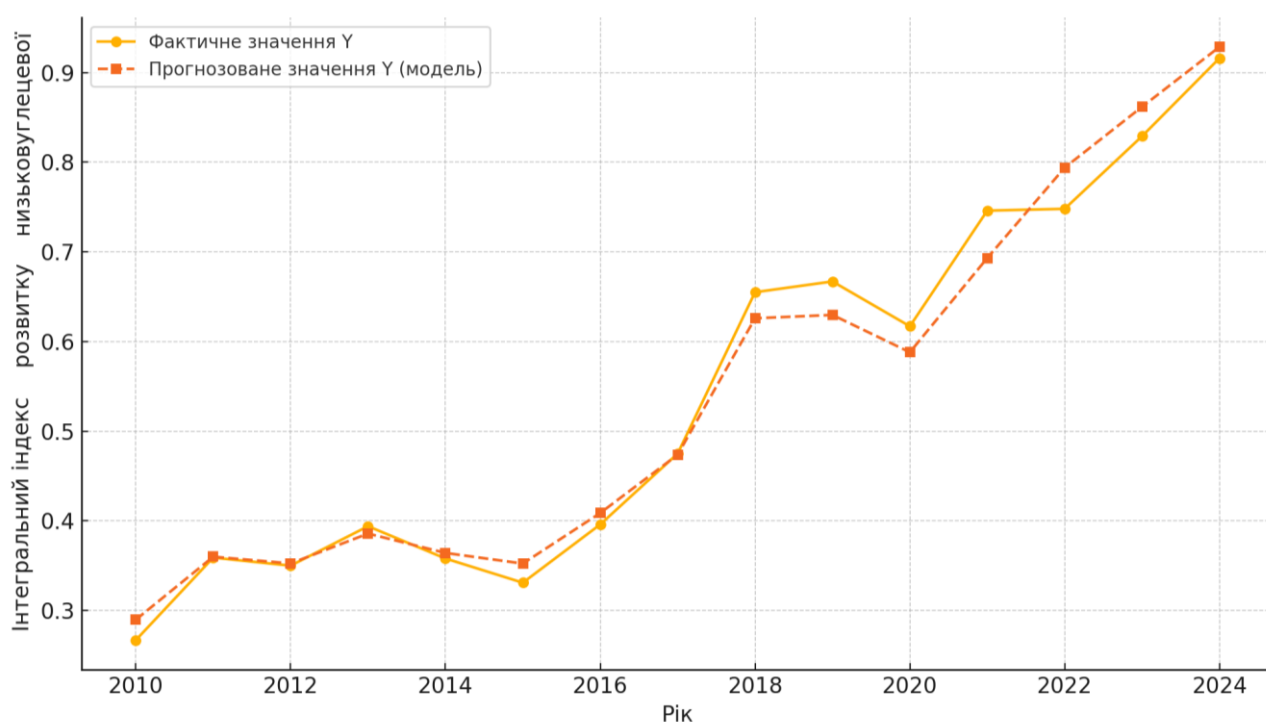


Рис. 3.2. Фактичні та прогнозовані значення інтегрального індексу розвитку низьковуглецевої економіки

**Побудовано дисертанткою.*

На графіку зображено порівняння фактичних значень інтегрального індексу низьковуглецевого розвитку економіки з розрахованими модельними значеннями на основі соціального, економічного та екологічного індексів. Спостерігається висока відповідність моделі емпіричним даним, що підтверджує її адекватність та пояснювальну силу.

Перевірка адекватності побудованої регресійної моделі

Задля підтвердження обґрунтованості отриманих результатів і можливості використання моделі множинної регресії для наукових й практичних висновків, необхідно здійснити її перевірку на адекватність. Така перевірка показує наскільки побудована модель узгоджується з реальними статистичними даними, чи виконуються базові припущення класичної регресійної моделі, а також виявити можливі проблеми мультиколінеарності, автокореляції залишків чи ненормальності розподілу похибок.

Першим кроком у перевірці адекватності моделі є оцінка її пояснювальної здатності за допомогою *коефіцієнта детермінації* (R^2). Цей показник характеризує частку варіації залежної змінної, що пояснюється варіацією незалежних змінних у моделі. Формально коефіцієнт детермінації визначається як:

$$R^2 = 1 - \frac{RSS}{TSS}, \quad (3.2)$$

де:

- $RSS = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$ – сума квадратів залишків;
- $TSS = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2$ – загальна сума квадратів;
- y_i – фактичне значення залежної змінної;
- $\hat{y}_i$ – прогнозоване значення залежної змінної;
- $\bar{y}_i$ – середнє значення залежної змінної;
- n – кількість спостережень.

У побудованій моделі множинної регресії для інтегрального індексу низьковуглецевого розвитку коефіцієнт детермінації становить:

$$R^2=0,983$$

Це означає, що 98,3% дисперсії інтегрального індексу низьковуглецевого розвитку економіки України пояснюється варіаціями в незалежних змінних: економічному (X_1), соціальному (X_2) та екологічному (X_3) індексах. Високий рівень R^2 вказує на відмінну відповідність моделі емпіричним даним, що, своєю чергою, свідчить про її високу прогностичну здатність. З огляду на це модель

може використовуватись як науково обґрунтований інструмент для подальших розрахунків і прогнозування інтегрального рівня розвитку низьковуглецевої економіки в Україні.

Аналіз автокореляції залишків за критерієм Дарбіна-Уотсона

Наступним етапом є перевірка наявності автокореляції залишків, яка може свідчити про систематичні похибки у моделі. Для цього застосовується статистика Дарбіна–Уотсона, яка розраховується за формулою:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2}, \quad (3.3)$$

де:

- e_t – залишки моделі на момент часу t ,
- n – кількість спостережень.

Значення DW варіюється від 0 до 4:

- $DW \approx 2$ – відсутність автокореляції,
- $DW < 2$ – позитивна автокореляція,
- $DW > 2$ – негативна автокореляція.

У побудованій моделі значення критерію Дарбіна–Уотсона становить:

$$DW=1,25$$

Це може свідчити про наявність помірної позитивної автокореляції. Однак, за умов невеликої вибірки та високого значення коефіцієнта детермінації ($R^2 > 0.9$), таке відхилення не є критичним, особливо за відсутності тренду в залишках. Тим не менш, цей фактор слід враховувати при формуванні прогнозів на довгострокову перспективу.

Перевірка нормальності розподілу залишків (тест Шапіро–Уїлка)

Одним із припущень класичної регресії є нормальний розподіл залишків. Для перевірки цього використовується тест Шапіро–Уїлка, де нульова гіпотеза передбачає нормальність розподілу. Якщо p -значення $> 0,05$, підстав для її відхилення немає.

У нашій моделі результат тесту:

$$p=0,847$$

Оскільки значення p значно перевищує 0,05, розподіл залишків визнається нормальним, що забезпечує статистичну коректність оцінок та дозволяє використовувати t - і F -критерії для перевірки гіпотез щодо параметрів моделі.

Оцінка мультиколінеарності

Мультиколінеарність – це лінійна залежність між незалежними змінними, яка може спотворювати значення коефіцієнтів регресії. Для її виявлення розраховується індекс інфляції дисперсії:

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2}, \quad (3.4)$$

де R_j^2 – коефіцієнт детермінації регресії змінної X_j на решту незалежних змінних.

У нашій моделі отримані такі значення:

- X_1 (економічний) = 1,57;
- X_2 (соціальний) = 3,17;
- X_3 (екологічний) = 3,12.

Згідно з науковими рекомендаціями, $VIF < 5$ свідчить про відсутність серйозної мультиколінеарності. Таким чином, незалежні змінні у моделі не мають надмірної кореляції між собою, що гарантує стійкість і надійність оцінених коефіцієнтів.

Проведена перевірка підтвердила статистичну надійність і обґрунтованість побудованої моделі множинної регресії. Високе значення коефіцієнта детермінації ($R^2 = 0,983$) свідчить про здатність моделі точно відображати зв'язок між інтегральним індексом низьковуглецевого розвитку економіки та його складовими. Незначна автокореляція залишків ($DW = 1,25$) не є критичною за умов обмеженого обсягу вибірки та підтвердженої нормальності їх розподілу ($p = 0,847$). Відсутність мультиколінеарності між незалежними змінними ($VIF < 5$) додатково засвідчує стабільність моделі.

Розрахована модель відповідає основним критеріям адекватності, що дозволяє застосовувати її як дієвий інструмент оцінювання й прогнозування рівня низьковуглецевого розвитку економіки на макрорівні, а також для

подальшого формування сценаріїв сталого розвитку на основі міждисциплінарного аналізу соціально-еколого-економічної динаміки.

Побудована регресійна модель створює концептуальне підґрунтя для формування практичних інструментів управління відповідними процесами на макрорівні. Отримані коефіцієнти еластичності в моделі регресії свідчать про різну силу впливу кожної складової – економічної, соціальної та екологічної – на інтегральний індекс, що, у свою чергу, дає змогу сформулювати диференційовані підходи до розроблення політики низьковуглецевого розвитку економіки.

Доцільність використання побудованої регресійної моделі для формування практичних рекомендацій підтверджується сучасними дослідженнями. Зокрема, китайські вчені Даймен Лі, Цзяхе Сюй, Жуйфей Ма, Сюань Чжан, Цюей Ву [203] довели, що регресійне моделювання із залученням структурних індикаторів дозволяє не лише виявити ключові детермінанти низьковуглецевого розвитку, а й обґрунтувати оптимальні напрями політики з урахуванням економічних, соціальних та екологічних чинників. Запропонована ними система прогностного управління демонструє приклад успішного поєднання кількісного аналізу з адаптивним стратегічним плануванням, що підтверджує релевантність обраного підходу в нашому дослідженні.

У дослідженнях Цзівея Яна, Цзінлі Лю, Ціньфена Сіна (2022) показано, що синергійна взаємодія ресурсних, енергетичних, економічних та соціальних підсистем створює основу для стійкого низьковуглецевого розвитку [260]. Наприклад, Емануель Кольшен, Ріхільд Мьоснер, Елод Такач (2024) через панельний регресійний аналіз підтвердили: підвищення викидів вуглецю скорочується завдяки запровадженню карбонового податку та систем ETS (ринку торгівлі викидами) [199].

В умовах України така модель дозволяє не лише оцінити поточний стан, але й слугує основою для побудови управлінської системи, в якій кожна із складових впливає на кінцевий результат через визначені важелі впливу. Таким чином, результати регресійного моделювання мають бути покладені в основу розроблення цільових рекомендацій за трьома ключовими напрямками

низьковуглецевого розвитку економіки. Оскільки модель підтвердила провідний вплив соціального та екологічного індексів при збереженні значущої ролі економічної складової, доцільно виокремити такі стратегічні напрями практичного застосування результатів дослідження:

- реалізація соціальних інструментів впливу (через зміну поведінки, інститути освіти, громадську участь);
- екологічна політика управління територіями, природними ресурсами та викидами;
- економічні інструменти стимулювання декарбонізації виробництва, інновацій та інвестицій.

З урахуванням результатів регресійного моделювання, *соціальний компонент* має найвищий рівень впливу на інтегральний індекс низьковуглецевого розвитку економіки. Отримані результати підтверджують необхідність концентрації зусиль на формуванні нових моделей поведінки населення, посиленні кліматичної відповідальності, а також залученні громадськості до процесів декарбонізації. Як засвідчують дослідження Піана Ченя та Янці Ченя [158], саме соціальні трансформації, включно з урбаністичними змінами, просвітництвом і формуванням культури низьковуглецевого способу життя є тими чинниками, що забезпечують стале зниження викидів в умовах урбанізованих територій.

Сфера освіти є одним із інструментів реалізації соціального впливу, що відіграє стратегічну роль у формуванні довгострокових установок, екологічної етики та громадянської кліматичної відповідальності. Її завданням є формування у суспільстві сталого переконання щодо необхідності переходу до способу життя з мінімальними викидами парникових газів. Це переконання має вибудовуватися поетапно: через шкільну освіту – шляхом включення відповідних знань до природничих і суспільних дисциплін, і подальше поглиблення в межах закладів вищої освіти.

Головною метою інтеграції тематики низьковуглецевого розвитку економіки в систему вищої освіти є підвищення рівня кліматичної обізнаності,

формування ціннісних орієнтирів, відповідної моделі поведінки та розвиток культури енергоефективного і відповідального споживання. Як зазначено у працях Г. Чайковської [142], І.М. Кореневої [52] та О.Є. Висоцької [9], досягнення цього вимагає міждисциплінарного підходу, врахування специфіки освітніх програм за галузями знань та впровадження наскрізних компетентностей сталого розвитку. Складність полягає у фрагментованості освітнього простору в межах спеціальностей, що перешкоджає уніфікованому включенню тематики низьковуглецевої економіки у зміст навчання.

Механізм впровадження ідей низьковуглецевого розвитку економіки в освітній процес ЗВО вітчизняними вченими не досліджувався, проте маємо деякий досвід щодо впровадження сталого розвитку як складової освітньої діяльності. Освіта сталого розвитку – значно ширше поняття та включає низьковуглецеву економіку. Так, відповідно до Стратегії ЄЕК ООН для освіти в інтересах сталого розвитку, освіта сталого розвитку розширює концепцію екологічної освіти та охоплює різноманітні елементи освіти з проблем розвитку й елементи інших тематичних форм освіти [244, с. 4].

О.Є. Висоцька зазначає, що сталий розвиток потребує концепції освіти, спрямованої на комплексний і динамічний підхід, який враховує важливість критичного мислення, соціального навчання й участь у житті суспільства, тому в освіті для сталого розвитку переплітаються економічні, соціальні й екологічні аспекти [9, с. 45]. Важливі ідеї щодо розвитку освіти сталого розвитку висловила Г. Чайковська, яка пропонує при вивченні сталого розвитку використовувати міждисциплінарний підхід та включати цілі сталого розвитку в усі курси бакалаврату та магістратури, а також підготовки здобувачів освітнього рівня доктора філософії; проведення тренінгів із питань освіти сталого розвитку для гарантів освітніх програм тощо [142, с. 127]. І.М. Коренева, на основі світового досвіду, визначає провідним фактором успіху впровадження освіти сталого розвитку політичну волю та підтримку з боку керівних органів країни [52, с. 21]. Отримані висновки вчених доцільно використовувати не лише при

трансформації вищої освіти до засад сталого розвитку, а й при впровадженні ідей низьковуглецевого розвитку економіки, як складової сталого розвитку.

Тому, концепція низьковуглецевої економіки повинна вивчатися у взаємозв'язку із іншими ідеями сталого розвитку та органічно поєднуватися з основним навчальним матеріалом. Під час провадження навчальної діяльності викладачеві доцільно акцентувати увагу на принципах системності, систематичності та зв'язку теорії з практикою.

Впровадження ідей низьковуглецевої економіки передбачає зміни у освітніх програмах, навчальних планах, навчально-методичних матеріалах тощо. Низьковуглецева складова освіти важлива для здобувачів усіх освітніх програм. Проте, залежно від галузі знань та спеціальності зміст навчання може розширюватися або звужуватися. Поглиблено концепцію низьковуглецевої економіки необхідно розглядати при підготовці здобувачів природничих, економічних, юридичних та педагогічних спеціальностей.

Ідеї низьковуглецевої економіки можуть бути донесені до здобувачів трьома основними шляхами:

- введення до освітніх програм нових обов'язкових та вибіркового освітніх компонентів, що стосуються питань сталого розвитку і низьковуглецевої економіки зокрема;
- включення питань низьковуглецевої розвитку до передбачених освітніх компонентів;
- робота над проблемами низьковуглецевої економіки у проблемних групах та наукових гуртках.

Слід зазначити, що з метою охоплення якнайбільшої кількості здобувачів, питання низьковуглецевої економіки мають бути розглянуті під час викладання освітніх компонентів із можливістю подальшого поглиблення знань у процесі роботи у наукових гуртках та/або проблемних групах. Окрім того, з метою популяризації тематики важливим є проведення різноманітних позанавчальних заходів. Наприклад, відкритих лекцій, тренінгів, семінарів із залученням

експертів у галузі, відзначення Міжнародного дня захисту клімату, Дня нульових викидів тощо.

При викладанні матеріалу, що стосується низьковуглецевого розвитку економіки, важливо визначити його зміст. Матеріал повинен бути чітко структурованим, логічно і послідовно викладеним та мати прикладний характер. На нашу думку, його можна поділити на три основні блоки (рис 3.3).

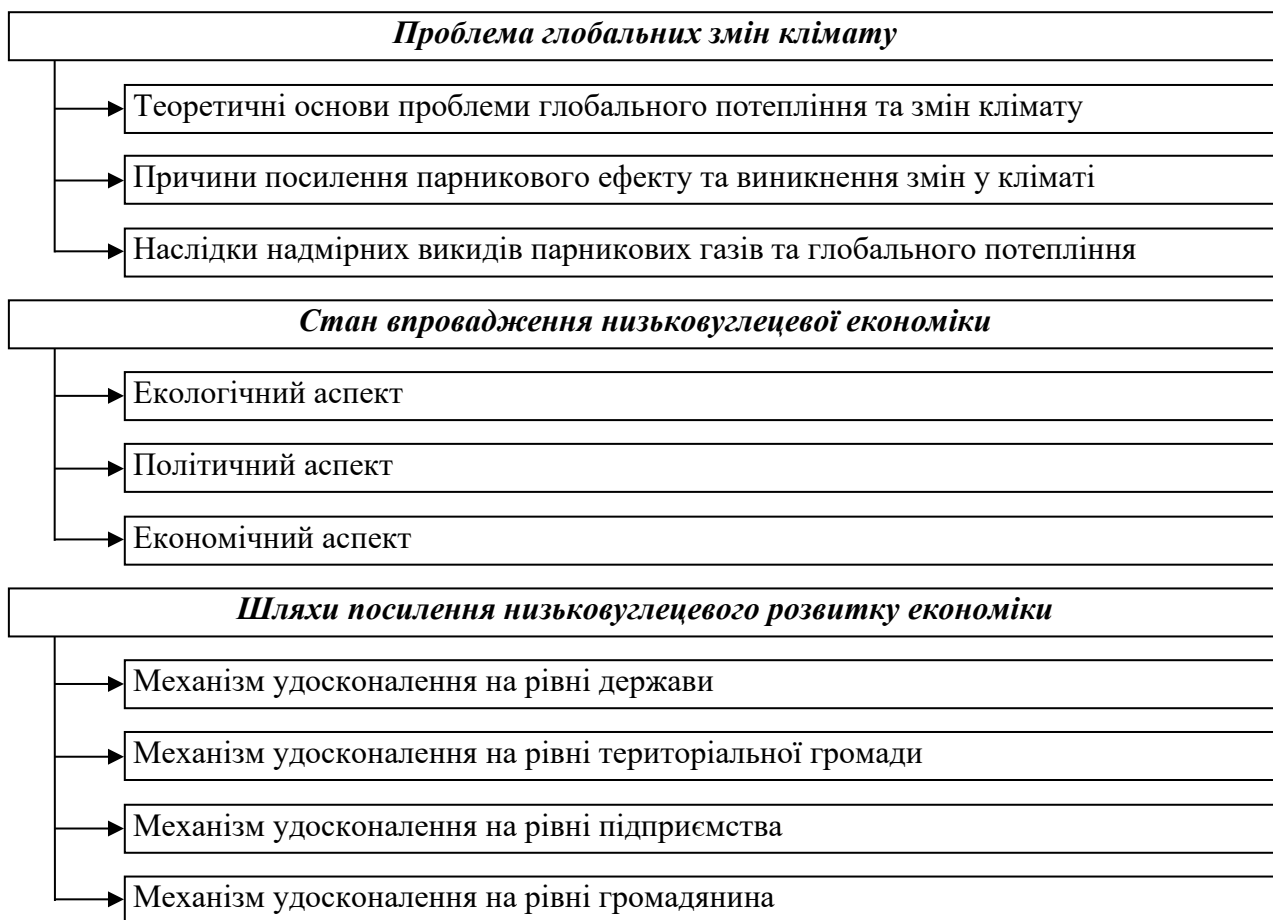


Рис. 3.3. Орієнтовна структура змісту низьковуглецевої освіти

**Розроблено дисертанткою.*

Основою для формування переконання про необхідність запровадження низьковуглецевого розвитку у всі сфери суспільного життя є знання про зміни клімату під впливом антропогенних чинників. Тому, у першому блоці доцільно поглибити знання про причини виникнення парникового ефекту та зміни клімату, природу парникових газів, основні джерела їх викидів та поглинання тощо. Окрім того, важливо проаналізувати причинно-наслідкові зв'язки змін

клімату, виокремити головні та другорядні чинники посилення парникового ефекту. Також доцільно дослідити вплив кліматичних змін на природні комплекси та процеси, суспільно-економічну сферу тощо, виділити первинні та вторинні наслідки.

До другого блоку доцільно помістити інформацію про сучасний стан розвитку низьковуглецевої економіки. Для цього необхідно розглянути структуру викидів парникових газів в атмосферу за галузями виробництва та сферами суспільного життя, простежити динаміку таких викидів, переважаючі парникові гази тощо. Важливим є матеріал про державну політику в сфері низьковуглецевого розвитку економіки: зовнішню та внутрішню політику в галузі, рівень розвитку законодавчої бази, наявність стратегій скорочення викидів парникових газів та ін. Також доцільно донести інформацію про заходи впровадження низьковуглецевого розвитку в державному та приватному секторі економіки, ініціативи та проекти безвуглецевого виробництва, досвід окремих підприємств щодо скорочення викидів парникових газів.

Третій блок варто присвятити вивченню шляхів посилення розвитку низьковуглецевої економіки. Для цього необхідно розглянути можливості мінімізації у всіх сферах суспільного життя, від державного рівня до рівня кожного окремого громадянина. При цьому важливо дотримуватися принципу зв'язку теорії з практикою для формування не лише ґрунтовних теоретичних знань, а й зміну поведінки здобувача в напрямку низьковуглецевого стилю життя. Під час вивчення матеріалу третього блоку особливо важливо використовувати інтерактивні технології навчання з метою розвитку вмінь критичного аналізу та креативного мислення при вирішенні проблеми.

Отже, важливим соціальним аспектом формування низьковуглецевої культури є впровадження ідей низьковуглецевого розвитку у навчальний процес закладів вищої освіти. Низьковуглецева складова освіти необхідна при опануванні всіх освітніх програм, проте залежно від напрямку підготовки здобувачів доцільно диференціювати рівень поглибленості вивчення тематики. Зміст низьковуглецевої освіти повинен складатися із трьох основних блоків:

причини необхідності розвитку низьковуглецевої економіки, сучасний стан впровадження у різних сферах суспільного життя, шляхи посилення низьковуглецевого розвитку. При цьому необхідно дотримуватися принципів системності та зв'язку теорії з практикою [22].

За результатами регресійного моделювання *екологічна складова* є другим за силою впливу чинником на інтегральний індекс низьковуглецевого розвитку економіки. Зміни в екологічному блоці – зокрема щодо поглиначів CO₂, структури енергоспоживання та відновлюваних джерел енергії – мають потенціал забезпечити відчутне зниження вуглецевого навантаження на економіку. Це повністю узгоджується з висновками дослідження Ян Цзивей, Лю Цзінлі, Сін Цінфен, які доводять необхідність гармонізації цілей екологічної стабільності та соціально-економічного розвитку в межах композитної політики сталого розвитку [260].

Як показано у дослідженні Дун Цзінжун, Чжан Хайтао, Чжан Веньцін, Ло Цзяхуей, Ян Ї, Ту Яцін, розвиток низьковуглецевої економіки потребує розробки інституційних механізмів підтримки природних поглиначів, заходів з управління інструментами регулювання (командно-адміністративного, інвестиційного, плати), що забезпечують синергію екологічних регуляторних інструментів [168].

З огляду на це, пріоритетними напрямками впливу в межах екологічної складової є:

- *підвищення ефективності функціонування природних поглиначів вуглецю*, передусім лісових екосистем, водно-болотних угідь, багаторічних насаджень, ґрунтів. Необхідно реалізовувати проєкти рекультивації деградованих земель, лісовідновлення, відновлення гідрологічного режиму болотних систем;

- *зміна структури землекористування на користь екологічно збалансованого просторового розвитку*. Важливо посилити функції екосистемних послуг у національному плануванні та просторових стратегіях, з урахуванням вуглецевої ефективності землекористування;

– *моніторинг вуглецевого балансу територій*. Доцільно запровадити систему регулярної оцінки та публічного звітування щодо секвестрації вуглецю різними типами ландшафтів, адаптовану до європейських підходів (ЗЗЗЛГ – землекористування, змін у землекористуванні та лісового господарства);

– *інституціоналізація екологічного компоненту в управлінських рішеннях*. Розробка стандартів «зеленої сертифікації» для муніципальних і регіональних проєктів, запровадження екологічних критеріїв у публічних закупівлях та оцінці інвестицій.

Особливої уваги потребує розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) задля заміщення вуглецево-інтенсивної генерації. І.А. Вакуленко виділяє два ключових чинники розвитку альтернативної енергетики в державі: усвідомлена необхідність підтримки виробників та споживачів альтернативної енергії (основоположний) та можливості держави у сфері матеріального та нематеріального стимулювання галузі альтернативної енергетики [5, с. 26]. Підтвердження ефективності такого напрямку декарбонізації наведено у дослідженні Лі Даймен, Сюй Цзяхе, Ма Жуйфей, Чжан Сюань, У Цювей, де на основі моделювання розвитку Китаю продемонстровано, що впровадження нових енергетичних технологій (електромобілі, сонячна та вітрова енергетика) дає змогу ефективно роз'єднати зростання ВВП та викиди CO₂ [203].

Крім того, важливим інструментом посилення екологічного впливу є система оцінки викидів на рівні суб'єктів господарювання та громад. Доцільно розробити локальні вуглецеві бюджети для територіальних громад, передбачити обов'язкову звітність щодо вуглецевого сліду підприємств та організацій, уможливити функціонування механізмів екологічної відповідальності на локальному рівні.

Додатковим напрямом підвищення ефективності екологічної складової є впровадження принципів циркулярної економіки, що передбачає мінімізацію утворення відходів, повторне використання ресурсів і замикання матеріальних потоків у межах локальних економік. Як обґрунтовують Н.В. Павліха та О.А. Корнелюк [68], циркулярна модель може стати ключовим чинником

підвищення екологічної та економічної стійкості регіонів, зокрема в умовах воєнного та повоєнного відновлення, через розвиток локальних кластерів переробки, оптимізацію систем управління відходами та посилення інституційної відповідальності виробника. Включення елементів циркулярного підходу до екологічної політики сприятиме не лише скороченню викидів парникових газів, а й підвищенню ресурсоефективності, створенню нових робочих місць і зміцненню інноваційного потенціалу територіальних громад.

У середньостроковій перспективі досягнення ефекту від екологічної складової можливе лише за умови посилення науково обґрунтованого просторового планування, екологізації державної політики та впровадження вуглецевих стандартів у земельне, енергетичне та інвестиційне законодавство. Екологічна політика має стати не обтяженням, а рушієм розвитку завдяки створенню екосистемних переваг, довгострокової продуктивності земель та стабільності природних регуляторів клімату.

Економічна складова низьковуглецевого розвитку економіки, хоча й виявилася найменш впливовою серед трьох згідно з результатами регресійного аналізу, залишається базовим структуроутворюючим елементом трансформації економіки у напрямі декарбонізації. Саме через економічні інструменти – фінансові стимули, інституційні регулятори, систему оподаткування та інвестиційне планування – відбувається формування умов для переходу до низьковуглецевої моделі на мікро- та макрорівні.

Емпіричне дослідження Е. Кольшена, Р. Мьоснер, Е. Такача (2024), проведене на основі даних 121 країни, підтверджує, що впровадження карбонових податків і систем торгівлі викидами призводить до статистично значущого скорочення викидів CO₂ як у короткостроковій (–1,3 % на \$10/т), так і в довгостроковій перспективі (–4,6%), що свідчить про високу ефективність цінових інструментів у внутрішній корекції кліматичних екстерналій [199].

На підставі цього, в межах економічної складової доцільно передбачити реалізацію *трьох взаємопов'язаних векторів дії*:

1. Цінове регулювання вуглецевих зовнішніх ефектів, передбачас:

- запровадження карбонового податку як фіскального інструменту, що внутрішньо інтегрує вартість викидів у виробничі витрати;
- поступове створення системи торгівлі викидами (ETS) з урахуванням особливостей української економіки та її енергоємності;
- формування прогностичного цільового діапазону «соціальної вартості вуглецю» для внутрішньої оцінки інвестицій і проєктів у державному секторі.

2. Стимулювання інвестицій у низьковуглецеві технології та інфраструктуру:

- створення фінансових інструментів підтримки інновацій у сферах відновлюваної енергетики, енергоефективного будівництва, електротранспорту;
- розвиток інститутів «зеленого банкінгу», що забезпечують доступ до пільгового фінансування для суб'єктів господарювання, які реалізують проєкти декарбонізації;
- запровадження податкових преференцій (наприклад, прискорена амортизація, пільгове ПДВ) для підприємств, що впроваджують сертифіковані технології із зменшенням вуглецевого сліду.

3. Інституційно-економічне забезпечення кліматично відповідального управління:

- впровадження внутрішнього корпоративного ціноутворення на вуглець у компаніях державного та приватного секторів;
- обов'язкове розкриття інформації про вуглецеву інтенсивність діяльності в рамках ESG-звітності та фінансових документів;
- розвиток механізмів оцінки вуглецевого ризику інвестицій, з урахуванням цілей кліматичної нейтральності до 2050 р.

Додаткову увагу слід приділити мобілізації державних і донорських ресурсів на підтримку структурної перебудови енергоємних галузей. Як зазначають Лі Даймен, Сюй Цзяхе, Ма Жуйфей, Чжан Сюань, У Цювей, адаптивні стратегії економічного управління повинні включати механізми оптимізації з урахуванням зворотних зв'язків між енергоспоживанням, технологічним розвитком та соціальними змінами. У моделі авторів зафіксовано,

що раціональна координація інвестицій у нові енергетичні технології, електротранспорт та інновації у сфері енергоефективності дозволяє ефективно роз'єднати зростання ВВП і рівень викидів CO₂ [203].

Для України це означає необхідність переходу до структурної трансформації економіки, де ресурси спрямовуються у галузі з високим потенціалом декарбонізації (ВДЕ, інтелектуальні мережі, електротранспорт, циркулярна економіка). Надзвичайно важливо при цьому враховувати доступність фінансування, ризики недоінвестування, а також наявність інституційної спроможності до супроводу та моніторингу реалізації кліматичних цілей.

Загалом, економічний напрям низьковуглецевої політики повинен забезпечувати баланс між фіскальною відповідальністю, інвестиційною привабливістю та вуглецевою результативністю. Його практична реалізація можлива за умови високої координації між органами державного управління, фінансовими установами, бізнесом і громадянським суспільством. Впровадження цінових і нецінових стимулів має не лише сприяти зниженню викидів, а й стимулювати загальну модернізацію економіки, формуючи нові ринки, професії й технології.

Узагальнені пропозиції щодо практичних заходів за кожним із трьох напрямів низьковуглецевого розвитку – соціальним, екологічним та економічним – сформовані на основі висновків регресійного моделювання та охоплюють інституційні, освітні, регуляторні й інвестиційні інструменти, що можуть бути використані для розроблення комплексної політики декарбонізації (табл. 3.4).

Запропоновані заходи окреслюють можливості цільового втручання у кожен зі складових інтегрального індексу низьковуглецевого розвитку економіки з урахуванням їхньої реальної впливовості, підтвердженої результатами моделювання. Комплексність запропонованих рішень полягає у поєднанні освітніх, екологічних та економічних інструментів, що в перспективі дозволить досягти стійкого зниження викидів без втрат для соціально-економічної динаміки.

Таблиця 3.4

Стратегічні пропозиції за напрямками розвитку низьковуглецевої економіки України на основі результатів регресійного моделювання

Складова індексу	Коефіцієнт β	Характеристика впливу	Пропозиції за результатами моделювання
Соціальна	0,308	Найсильніший позитивний вплив. Визначальна роль соціальних трансформацій, кліматичної культури, поведінкових змін	– впровадження низьковуглецевої тематики в освітні програми всіх рівнів, зокрема через міждисциплінарний підхід; – формування кліматичної відповідальності та культури низьковуглецевого стилю життя через шкільну і вищу освіту; – організація наукових гуртків, тренінгів, відкритих лекцій, публічних заходів з питань клімату; – стимулювання поведінкових змін через освіту, просвіту та залучення громадськості; – диференціація рівня занурення у тематику відповідно до галузей підготовки (природничі, економічні, педагогічні, правничі спеціальності).
Екологічна	0,281	Високий вплив через вуглецевий баланс, ВДЕ, структуру енергоспоживання	– розвиток природних поглиначів CO₂: лісів, боліт, багаторічних насаджень, ґрунтів; – рекультивація деградованих земель, відновлення гідрологічного режиму болотних систем; – систематичний моніторинг вуглецевого балансу територій, запровадження LULUCF-звітності; – розвиток ВДЕ, підтримка інновацій у «зеленій» енергетиці; – екологічна сертифікація муніципальних і регіональних проєктів, зелені критерії у закупівлях; – розробка локальних вуглецевих бюджетів, обов'язкова звітність для підприємств; – поширення практик циркулярної економіки та екологічної відповідальності бізнесу.
Економічна	0,257	Найменший, але значущий внесок. Формує умови для декарбонізації через інвестиції, регулювання, інновації	– впровадження карбонового податку та системи торгівлі викидами; – формування соціальної вартості вуглецю для оцінки державних інвестицій і проєктів; – створення інститутів «зеленого банкінгу» та фінансової підтримки інноваційних проєктів – запровадження податкових пільг для підприємств, що впроваджують низьковуглецеві технології – розвиток корпоративного внутрішнього ціноутворення на вуглець, ESG-звітності та оцінки вуглецевого ризику – залучення державних і донорських ресурсів на структурну перебудову енергоємних галузей – орієнтація на підтримку ВДЕ, електротранспорту, інтелектуальних мереж, циркулярної економіки

**Сформовано дисертанткою.*

Отже, регресійна модель не лише підтверджує взаємозв'язок між інтегральним індексом низьковуглецевого розвитку економіки та його

складовими, а й створює аналітичну основу для стратегічного управління трансформаційними процесами в економіці. Її застосування дозволяє здійснювати оцінювання сценаріїв політики за напрямками, що виявили найбільший вплив – передусім соціальним і екологічним, не нівелюючи при цьому значущість економічної мотивації декарбонізації.

Подальша розробка інструментарію реалізації таких пріоритетів передбачає визначення конкретних управлінських заходів, інституційних механізмів та індикаторів моніторингу ефективності відповідної політики. Для забезпечення ефективної реалізації потенціалу низьковуглецевого розвитку економіки важливо узгодити політику в усіх сферах – від стимулювання інвестицій до підтримки суспільних змін – через створення адаптивного організаційно-економічного механізму, спроможного забезпечити стабільність і сталість трансформаційних зрушень.

3.2. Удосконалення організаційно-економічного механізму розвитку низьковуглецевої економіки в Україні

Успішна реалізація цілей низьковуглецевого розвитку потребує не лише формального прийняття стратегій чи задекларованих цілей декарбонізації, а й функціонування дієвого організаційно-економічного механізму, який забезпечує перехід від стратегічних пріоритетів до конкретних управлінських рішень, інституційних змін та ресурсного забезпечення. З огляду на міжсекторальний характер викликів, пов'язаних із кліматичними трансформаціями, саме організаційно-економічний механізм виступає інтегрувальною ланкою між публічною політикою, ринковими імпульсами, громадянською активністю та технологічними змінами.

В умовах України, де кліматична політика фрагментована, фінансові ресурси обмежені, а горизонт планування залишається короткотерміновим, питання формування узгодженого, багаторівневого й адаптивного організаційно-економічного механізму набуває критичної ваги. Такий механізм має не лише

забезпечити реалізацію державної кліматичної політики на різних рівнях управління, а й слугувати платформою для мобілізації локальних ініціатив, координації дій бізнесу, органів місцевого самоврядування та громадянського суспільства. Крім того, він повинен виступати інструментом впровадження інновацій, фінансування трансформаційних проєктів та моніторингу ефективності впливу вуглецево-нейтральних стратегій.

Результати моделювання, проведеного у параграфі 3.1, доводять необхідність переорієнтації управлінських стратегій із суто економічного фокусу на більш комплексну парадигму, де соціальні трансформації (зміна поведінкових моделей, формування екологічної свідомості, інклюзивність доступу до екологічних благ) і екологічні параметри (санація довкілля, декарбонізація виробництва, баланс емісії та поглинання вуглецю) відіграють визначальну роль.

Відтак, удосконалення організаційно-економічного механізму постає як логічний крок до формування інституційної відповіді – системи рішень, інструментів і взаємодій, спроможної реалізувати виявлені пріоритети на практиці. Він виконує роль інфраструктури впровадження виявлених пріоритетів, трансформуючи модельні чинники (X_1 – економічний, X_2 – соціальний, X_3 – екологічний індекси) в операційні управлінські дії.

Як слушно зазначають Н.Л. Шлафман і В.Ф. Горячук, О.В. Бондаренко в умовах трансформаційної економіки саме організаційно-економічний механізм є каркасом системної дії, що поєднує просторову політику, екологічну безпеку та соціальні детермінанти з інструментами управлінського впливу. Такий механізм, за їхнім підходом, не є лише технократичною надбудовою – він передбачає координацію дій національного та регіонального рівнів, багатосуб'єктну участь, інституційний плюралізм і екосистемну відповідальність. На концептуальному рівні науковці визначають організаційно-економічний механізм реалізації стратегічних трансформацій як цілеорієнтовану систему взаємодіючих і взаємозалежних засобів, методів, технологій, процесів та інструментів, що забезпечує ефективне впровадження змін, структурну адаптацію та інституційне

закріплення стратегічних зрушень. Умови війни та повоєнного відновлення, на думку дослідників, вимагають зосередженості на високотехнологічному розвитку, безпекових складових і балансі державного та приватного впливу [145].

Фундаментальне методологічне обґрунтування сутності механізму надають О.С. Хринюк та М.О. Дергалю, які трактують організаційно-економічний механізм як гнучку систему взаємопов'язаних елементів – суб'єктів, цілей, методів, важелів – що функціонує у постійній динаміці й змінюється відповідно до еволюції суспільних потреб. Ця система має властивість не лише відтворювати наявні зв'язки, а й формувати відсутні, тобто є адаптивною, відкритою і динамічною [139].

Вважаємо, що організаційно-економічний механізм у сфері розвитку низьковуглецевої економіки слід розглядати як *систему адаптивного управління*, що дозволяє інституціоналізувати результати кількісного аналізу та здійснювати стратегічно орієнтований, соціально-чутливий і екологічно відповідальний вплив на трансформаційні процеси в економіці. У сфері декарбонізації така система має бути здатною:

- трансформувати виявлені соціально-екологічні пріоритети у відповідну політику;
- інтегрувати багаторівневі інтереси (держави, бізнесу, громад) у спільне управління кліматичною трансформацією;
- формувати передумови для зміни споживчих і виробничих моделей.

Особливої уваги заслуговує тлумачення основної функції організаційно-економічного механізму, запропоноване О.М. Могильним. Він визначає її як подолання суперечностей між стихійною дією ринкових імпульсів і цілеспрямованими державними заходами регулювання. Водночас механізм покликаний не лише координувати взаємодію між державою та ринком, а й коригувати як ринкову, так і неринкову поведінку економічних агентів, зокрема в частині розподілу ресурсів, з урахуванням обмежень і викликів, що постають перед соціально-еколого-економічною системою в цілому [61, с. 26]. Таке

трактування дозволяє розглядати організаційно-економічний механізм як *інструмент динамічного узгодження короткострокових економічних імпульсів із довгостроковими соціальними та екологічними цілями.*

У сфері низьковуглецевої економіки, де переважають зовнішні ефекти, інформаційна асиметрія, високий рівень ризиків та недостатній розвиток відповідальних інституцій, саме така координувальна функція механізму є визначальною. Механізм має бути не просто посередником між державою і бізнесом, а інструментом узгодження їхніх пріоритетів у довгостроковій перспективі, забезпечуючи інституційну та фінансову сталість кліматичних рішень. Його завдання – створити систему стимулів і обмежень, які забезпечать перехід від фрагментарних ініціатив до системної зміни траєкторії розвитку. Саме тому в умовах низьковуглецевого переходу функції організаційно-економічного механізму істотно розширюються. Йдеться вже не тільки про оптимізацію розподілу ресурсів, а й про закладання основ для соціальної трансформації, екологічної модернізації та зміни логіки економічного зростання.

Організаційно-економічний механізм, з цієї позиції, постає як *структурована адаптивна система*, яка не лише фіксує наявні пріоритети, а й формує передумови для розвитку нових, стійкіших форм взаємодії. Такий механізм має працювати в умовах постійної зміни – і нормативної, і екологічної, і геополітичної.

У сфері впровадження низьковуглецевої економіки організаційно-економічний механізм передбачає комплексну трансформацію економіки та соціальної сфери відповідно до принципів кліматичної нейтральності. Досягнення цього рівня можливе лише за умови *синергії зусиль держави, бізнесу, органів місцевого самоврядування, громадянського суспільства та громадян*, кожен із яких виконує свою функцію в системі переходу – від формування мотивації до практичної реалізації змін.

Слід зазначити, що пошук шляхів протидії змінам клімату та переходу до кліматично нейтрального розвитку викликає інтерес науковців у всьому світі. Так, огляд літературних джерел у наукометричній базі даних Scopus свідчить про

зростання кількості публікацій, присвячених дослідженню вуглецево-нейтральної економіки як енергетичної, екологічної та соціально-економічної проблеми [248, с. 141], а також праць, що стосуються зеленого брендингу, впливу корпоративної і соціальної відповідальності, розвитку відновлюваної енергетики на зелений бренд у межах Цілей сталого розвитку [246].

Окрім того, для України трансформація соціально-економічної системи на засади низьковуглецевого розвитку є одним із основних елементів євроінтеграційного процесу. Так, впровадження засад низьковуглецевого розвитку забезпечує виконання міжнародних кліматичних зобов'язань, гармонізацію національного законодавства щодо боротьби зі змінами клімату із законодавством ЄС, підвищення конкурентоспроможності національних виробників на європейському ринку шляхом дотримання вимог Механізму вуглецевого коригування імпорту (Carbon Border Adjustment Mechanism – CBAM) тощо. Відповідно, державна кліматична політика України повинна бути конвергентною із відповідною політикою ЄС. Результати дослідження Є. Зябіни, А. Квілінського, О. Люльова, Т. Пімоненко, Я. Ус, свідчать про середній рівень інтегрованого індексу енергоефективності національної економіки України порівняно з 27-ма країнами ЄС протягом 2000–2020 рр., із найвищим значенням показника у 2008 р та його різким зниженням протягом 2014–2016 рр. у зв'язку з військово-політичним конфліктом [261].

Необхідність удосконалення *організаційно-економічного механізму декарбонізації* обумовлена тим, що наявна в Україні система організаційно-економічного забезпечення низьковуглецевого розвитку економіки не виконує функцій, достатніх для досягнення помітної динаміки декарбонізації. Згідно з результатами аналізу, викладеними у параграфі 2.1, поточна модель управління характеризується *фрагментарністю інституційної архітектури*, коли відповідальність за кліматичну політику розподілена між багатьма органами без чіткого механізму координації. *Відсутність сталої взаємодії між рівнями управління* – від державного до місцевого – знижує ефективність впровадження стратегічних документів і зводить до мінімуму можливість реалізації

комплексного підходу. Як наслідок, навіть наявні адміністративні чи фінансові інструменти не забезпечують системного впливу на основні параметри низьковуглецевого розвитку економіки.

У параграфі 2.2 доведено, що *структура економіки України залишається переважно вуглецемісткою*, з високою залежністю від енерго- та ресурсоемних галузей. Водночас соціальні аспекти трансформації (поведінкові зміни, громадська участь, інклюзивність доступу до зелених технологій) залишаються поза сферою уваги механізму. На основі цього робимо висновки про обмеженість його здатності охопити всі ключові напрями, що забезпечують стійке скорочення викидів.

Позицію щодо причин низької результативності чинного організаційно-економічного механізму поділяють і представники наукової та експертної спільноти. Так, С. Давимука на основі узагальнених думок українських підприємців окреслює коло структурних бар'єрів, що стримують імплементацію політики декарбонізації в національну економічну систему. До них, зокрема, належать: низька інституційна компетентність центральних органів виконавчої влади, високий рівень недовіри до судової системи, дефіцит професійних кадрів та інноваційних технологій, незавершеність законодавчих змін у сфері клімату та низька поінформованість на регіональному рівні щодо потенційних вигод від низьковуглецевого розвитку. Водночас він звертає увагу на ризик екологічного погіршення в разі відбудови інфраструктури без дотримання принципів декарбонізації. При цьому показовим є запуск Фонду декарбонізації та енергоефективної трансформації, який має забезпечити цільове фінансування через податок на викиди CO₂. Однак визначення параметрів цього податку, його функціональне навантаження та механізми реалізації ще перебувають на етапі дискусії, що підтверджує *інституційну незрілість і фрагментарність механізму управління кліматичними трансформаціями в Україні* [32].

Подібну оцінку надають і українські дослідники. Зокрема, О.С. Хринюк та М.О. Дергалюк наголошують, що *організаційно-економічний механізм не повинен обмежуватись наявністю формальних інструментів*, а має формувати

динамічну систему, здатну адаптуватись до змін середовища, створювати відсутні зв'язки, інституції й стимули. За їхнім визначенням, механізм повинен мати гнучкі внутрішні та зовнішні зв'язки на всіх рівнях управління – від макро- до мікроекономічного – й змінюватися відповідно до суспільних потреб [139, с. 272].

Узагальнення стратегічних орієнтирів, сформульоване Н.Л. Шлафман, В.Ф. Горячуком і О.В. Бондаренко, також засвідчує *обмеженість традиційних форм організаційно-економічного регулювання в умовах глибокої структурної перебудови*. Автори підкреслюють, що інерційні моделі управління виявляються неефективними в повоєнних умовах, які вимагають швидкої перебудови інституцій, переорієнтації на високотехнологічний розвиток і посилення взаємодії між суб'єктами різного рівня [145].

На основі цього можемо стверджувати, що *основні причини неефективності чинного організаційно-економічного механізму* пов'язані з: фрагментарністю інституційної архітектури; відсутністю горизонтальної та вертикальної координації дій; обмеженим охопленням соціальних і поведінкових факторів у реалізації декарбонізаційних заходів; низькою інституційною спроможністю національного та регіонального рівнів; нормативною неузгодженістю; нестачею професійних компетенцій у сфері управління зміною клімату; а також із домінуванням інерційних, неадаптивних управлінських підходів, не здатних відповідати на виклики воєнного та повоєнного періоду.

З огляду на виявлені недоліки, нами запропоновано цілісну архітектуру організаційно-економічного механізму розвитку низьковуглецевої економіки, що усуває розпорошеність функцій і забезпечує інтегровану координацію між усіма рівнями управління та групами стейкхолдерів. Запропонована структура формалізує зв'язки між цільовими орієнтирами, суб'єктами та об'єктами впливу, принципами функціонування, функціональними блоками й інструментальним наповненням, що в сукупності формують операційну модель досягнення кліматичної нейтральності. Рисунок 3.4 візуалізує цей механізм як адаптивну,

багаторівневу систему, здатну забезпечити поведінкову, технологічну й інституційну трансформацію відповідно до виявлених пріоритетів.



Рис. 3.4. Організаційно-економічний механізм розвитку низьковуглецевої економіки України

*Побудовано дисертанткою.

Запропонована схема цілісно подає організаційно-економічний механізм розвитку низьковуглецевої економіки як багатокомпонентну систему, в якій кожен елемент виконує взаємопов'язану функцію у досягненні стратегічної мети – кліматичної нейтральності. Вона відображає внутрішню логіку механізму: від формулювання цілей і залучення відповідних суб'єктів – до застосування інструментів, взаємодії на різних рівнях управління та досягнення вимірюваних результатів. Така структура забезпечує не лише послідовність реалізації рішень, а й можливість коригування механізму відповідно до змін середовища та виявлених пріоритетів.

Цільова основа організаційно-економічного механізму розвитку низьковуглецевої економіки ґрунтується на стратегічній меті досягнення кліматичної нейтральності, яка конкретизується через вісім взаємопов'язаних цілей. Насамперед ідеться про *скорочення викидів парникових газів*, що залишається пріоритетом кліматичної політики України згідно із міжнародними зобов'язаннями та передбачає впровадження обов'язкових інструментів моніторингу, обліку й звітності щодо викидів на всіх рівнях управління, а також коригування енергетичного балансу країни. Як наслідок логічно виділяється друга ціль – *декарбонізація енергетики та промисловості*, зумовлена високою вуглецевою інтенсивністю виробництва, що неодноразово підкреслювалося у вітчизняних наукових дослідженнях [12].

Окрема увага має бути приділена забезпеченню *справедливого соціального переходу*, оскільки кліматична політика має потенціал посилення соціальних диспропорцій без належних компенсаторних механізмів. Формування програм перепідготовки, підтримки вразливих груп і розширення участі громад є ключовими в цьому напрямі [50]. Водночас реалізація кліматичних цілей неможлива без *відновлення екосистемних послуг* – насамперед через охорону природних територій, збереження вуглецевих поглиначів та розвиток природоорієнтованих рішень [43].

Досягнення вищезазначених цілей вимагає *стимулювання «зелених» інвестицій*, що передбачає розвиток кліматичних фінансових інструментів і

створення умов для залучення приватного капіталу. Як зазначають М. Волосюк, Т. Степаненко та І. Максимова, позитивна динаміка індексу «зеленого» майбутнього України у 2023 році вказує на активізацію екологічної політики, яка потенційно може стати важелем економічного зростання. Особливе значення в цьому процесі має впровадження ринку «зелених» облігацій – цільових фінансових інструментів, що передбачають використання коштів винятково на фінансування екологічних проєктів. Ухвалення Кабінетом Міністрів України концепції розвитку цього ринку на 2022–2023 роки є свідченням політичної волі до посилення інституційної підтримки зеленої трансформації економіки. До основних економічних механізмів стимулювання екологічно орієнтованої інвестиційної діяльності належать фінансові стимули, стандартизація екологічних вимог, торговельні механізми викидів, екологічні критерії у публічних закупівлях, а також консультаційна підтримка для бізнесу [11]. При цьому післявоєнна відбудова потребуватиме урахування асиметричного відновлення секторів економіки, оскільки економічний спад справляє складні довгострокові наслідки для динаміки парникових викидів.

Наступною інтегральною ціллю є *розвиток кліматичної культури та зміна поведінкових моделей*, яка має забезпечити суспільну підтримку трансформацій шляхом просвітництва та формування відповідальних споживчих практик. Початок зміни кліматичної поведінки суспільства безпосередньо пов'язаний із трансформацією системи цінностей та етичних орієнтирів, які визначають ставлення до природи та ресурсів. Як зазначає С.С. Орденов, становлення екологічної свідомості вимагає подолання антропоцентричної парадигми мислення та переходу до екоцентричних засад, що відкриває можливість досягнення нової гармонії між людиною і біосферою в процесі суспільного розвитку [65, с. 46].

Разом з тим, *посилення інституційної спроможності управління* – це чи не основна передумова ефективності декарбонізаційної політики. Йдеться про створення системи координуючих органів, підвищення кваліфікації персоналу в органах влади, посилення взаємодії між рівнями управління. Нарешті,

забезпечення адаптивності й гнучкості механізму передбачає здатність до ревізії політик, врахування нових ризиків та змін середовища, що особливо актуально в умовах воєнного й поствоєнного періодів.

Виокремлені цілі механізму деталізують стратегічне бачення кліматично нейтральної економіки, окреслюючи логіку взаємодії її підсистем – соціальної, економічної, екологічної та інституційної.

Система реалізації механізму низьковуглецевого розвитку економіки спирається на чітке визначення *суб'єктів* – активних агентів управлінського впливу – та *об'єктів*, на які спрямована політика. Як зазначає В. Богун у контексті формування кліматичної політики, суб'єктами є різнорівневі установи державної влади та господарюючі суб'єкти, котрі мають законодавчо закріплені повноваження щодо реалізації заходів кліматичних трансформацій [3, с. 69].

Зокрема, Верховна Рада України, Кабінет Міністрів України, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Міністерство енергетики України, Міністерство розвитку громад та територій України формують інституційно-правову основу, адже встановлюють стратегічні цілі та координують міжвідомчу діяльність. Місцеві органи самоврядування – сільські, селищні, міські, районні та обласні ради – виступають виконавчими агентами впровадження політик у громадах, забезпечуючи територіальну адаптацію кліматичних рішень.

Інші галузеві органи управління – агенції, інспекції, служби – відповідальні за застосування норм у сферах екології, енергетики, будівництва, транспорту тощо. Бізнес-сектор – великі компанії, малі та середні підприємства (МСП), галузеві асоціації – сприяє забезпеченню реалізації інвестиційних та технологічних заходів. Громадські організації та активісти підтримують контроль, просвіту, мобілізацію суспільної активності, що підтверджується у звітах про участь громадськості в кліматичній політиці [10]. Наукові та освітні установи (університети, НАН, аналітичні центри) забезпечують наукове обґрунтування та аналітику.

Варто окремо виділити міжнародні організації, донори та технічні партнери, які надають фінансову і технологічну підтримку, зокрема за рекомендаціями ECF, ERAIU, Шведською агенцією розвитку [64].

Об'єкти впливу охоплюють основні сфери: секторальна економіка (енергетика, транспорт, промисловість, агросектор), поведінка домогосподарств та споживачів, екосистеми та природні території, програми просторового планування та нормативна регуляція. Такі компоненти є цільовими зонами впливу для відповідних груп інструментів механізму, згідно з ієрархією цілей і функціональних блоків.

Ефективність організаційно-економічного механізму розвитку низьковуглецевої економіки визначається не лише наявністю впливових суб'єктів і чітко окреслених об'єктів, а й здатністю інституційної структури забезпечити зв'язки між ними, координувати дії, акумулювати ресурси та підтримувати адаптивність системи. Так, Елінор Остром наголошує на необхідності використання поліцентричного підходу до управління кліматом, перевага якого полягає у заохоченні експериментальних зусиль на різних рівнях, а також сприяє розробленню методів оцінки вигод і витрат окремих стратегій, які впроваджуються в певних типах екосистем, із можливістю порівнювати ці результати з даними, отриманими в інших екосистемах [214, с. 39]. Саме тому важливо розглянути наявні та потенційні інституції, які відіграють ключову роль у реалізації кліматичної політики.

Станом на 2024 рік реально функціонує лише *Фонд декарбонізації України*, що офіційно розпочав роботу під керівництвом Держенергоефективності із січня 2024 року та здійснює перші пілотні фінансування кліматичних проєктів за рахунок податку на викиди CO₂. Згідно з урядовими повідомленнями, фонд працює як окремий інструмент із цільовим призначенням, проте потребує подальшого нормативного деталювання – зокрема, щодо ставок оподаткування, критеріїв розподілу коштів та незалежного моніторингу ефективності [1].

Натомість інші інституційні елементи перебувають переважно на етапі концептуального обговорення або розробки. Зокрема, *Міжвідомча*

координаційна рада з декарбонізації наразі не створена, хоча її функція узгодження політик між Міндовкіллям, Мінекономіки, Міненерго та Мінфіном вкрай необхідна. Доцільним є створення цього органу як постійної міжвідомчої платформи з дорадчими та координуючими повноваженнями при КМУ. *Кліматичні офіси при ОДА (у воєнний стан – ОВА)* – лише ініціатива, яка обговорюється в контексті регіональної відбудови, але досі не має організаційного оформлення; доцільно – запровадити їх на базі департаментів екології або економіки обласних державних (у воєнний стан – військових) адміністрацій із фінансуванням через спецсубвенції. *Національний оператор кліматичних даних*, хоча не створений офіційно, передбачається як складова частина інтегрованої системи моніторингу відповідно до оновленого законодавства про охорону клімату – його запуск можливий на базі Укргідрометцентру або у взаємодії з Держстатом.

Центри кліматичних інновацій наразі діють у вигляді окремих проєктів на базі вишів або громадських організацій, проте відсутня національна політика щодо їх підтримки. Пропонується створити мережу таких центрів у партнерстві з науковими установами, із грантовим фінансуванням через ERAIU або Фонд енергоефективності. Так само платформи громадського моніторингу політик мають фрагментарний і переважно неформалізований характер (наприклад, у межах діяльності Ekoltava, Ecoaction чи Cedoss), тому рекомендовано надати їм інституційний статус шляхом включення до складу дорадчих рад при відповідних міністерствах або створення загальнодержавного кліматичного громадського порталу з функціями моніторингу, звітності та зворотного зв'язку.

Загалом, недостатній розвиток інституційної структури зумовлює фрагментарність кліматичного управління, обмежує можливості інтеграції регіонального та національного рівнів, знижує прозорість політики та стримує розвиток кліматичних інновацій. Для подолання цих обмежень необхідно розробити національну рамку інституційної архітектури кліматичної політики, у якій буде чітко розмежовано функції, відповідальність і повноваження кожного суб'єкта реалізації організаційно-економічного механізму.

У Законі України «Про основні засади державної кліматичної політики» (№ 3991-IX від 08 жовт. 2024 р) визначено низку принципів формування та реалізації державної кліматичної політики, зокрема: гендерна рівність у процесі формування та реалізації державної кліматичної політики, досягнення кліматичної нейтральності, економічна ефективність, енергоефективність, «забруднювач платить», звітність, інноваційна спрямованість, природоорієнтованість, інтеграція державної кліматичної політики в усі сектори економіки та в усі сфери державної політики, міжнародне співробітництво, наукова обґрунтованість, перегляд та оновлення, послідовність, превентивність, прозорість та відкритість, справедлива трансформація, справедливість між поколіннями, сталий розвиток, зниження вразливості до зміни клімату, фінансова підтримка [101].

Водночас, для характеристики організаційно-економічного механізму розвитку низьковуглецевої економіки доцільним є виокремлення специфічних принципів його функціонування, які відображають не лише загальні засади політики, а й логіку реалізації управлінських рішень, їхню внутрішню взаємодію та зв'язок між суб'єктами, інструментами й об'єктами впливу. *Принципи функціонування механізму* відображають його фундаментальні орієнтири та лежать в основі вибору інструментів і процедур реалізації кліматичної політики.

Ідея системності та комплексності полягає в інтеграції кліматичних цілей у всі сектори державної політики й економіки – від енергетики до транспорту й агросектору, забезпечуючи узгоджену дію інструментів різних рівнів і функцій.

Інституційна узгодженість передбачає координацію діяльності між державними органами, органами місцевого самоврядування та секторальними структурами, що вже реалізується у формі міжвідомчих нарад та горизонтальних консультаційних платформ.

Пріоритетність соціальних та екологічних чинників стає критичною через зростання уваги до кліматичної справедливості, несправедливості та нерівного впливу змін клімату на різні групи населення.

Адаптивність механізму передбачає здатність швидко реагувати на внутрішні й зовнішні виклики – наприклад, інтеграція кліматичних заходів у міські плани адаптації чи адаптивне бюджетування.

Науково-обґрунтованість і доказовість – це принцип, який вимагає, щоб управлінські рішення та політичні заходи ґрунтувалися на результатах емпіричних досліджень, системному зборі та аналізі даних, а також на регулярному моніторингу впливу прийнятих рішень.

Орієнтація на довгострокову сталість підкреслена положеннями щодо кліматичної нейтральності до 2050 року та скорочення викидів на 65% до 2030 року, що є інтегральною складовою як національних, так і європейських стандартів кліматичної політики.

Територіальна диференціація та регіоналізація рішень передбачає врахування особливостей обласного та міського розвитку, зон ризику, локальних природних ресурсів і можливостей, що підтверджено аналізом адаптаційних моделей на місцевому рівні й потребою регіонального планування кліматичних заходів.

Інклюзивність означає необхідність залучення громад, бізнесу, громадянського суспільства до розробки та реалізації політики – що відповідає підходам сталого розвитку, котрі орієнтовані на недискримінацію й відкритість до участі широких груп населення.

Запропоновані у дослідженні принципи не суперечать законодавчо визначеним засадам, а розширюють їх у прикладному вимірі, створюючи методологічне підґрунтя для подальшої деталізації інструментів і форм управлінського впливу. Ґрунтуючись на них, результати регресійного моделювання ідентифікують пріоритетні напрями впливу при формуванні організаційно-економічного механізму розвитку низьковуглецевої економіки.

З огляду на домінантну роль соціального та екологічного індексів, доцільно акцентувати державну політику на стимулюванні громадського екологічного усвідомлення, розвитку низьковуглецевої інфраструктури, трансформації поведінкових моделей споживання та підтримці екосистемних

функцій. Водночас, значущість економічного індексу свідчить про необхідність збереження стимулюючих інструментів для активізації інвестицій у декарбонізаційні технології. Виявлена модель може бути використана як аналітична база для формування сценаріїв політики у сфері низьковуглецевого розвитку економіки, а також для моніторингу ефективності реалізованих заходів у трьох вимірах – соціальному, екологічному й економічному.

Практична реалізація механізму розвитку низьковуглецевої економіки передбачає виокремлення трьох функціональних блоків:

- *соціального*, що охоплює інструменти підвищення екологічної обізнаності населення, розвиток кліматичної освіти, підтримку суспільної участі та просування практик відповідального споживання;

- *екологічного*, який забезпечує формування просторової політики на засадах збереження екосистемних послуг, створення зеленої інфраструктури поглинання вуглецю, запровадження систем локального моніторингу викидів і стимулювання природоорієнтованих рішень;

- *економічного*, що передбачає механізми прямої та непрямої фінансової підтримки декарбонізаційних інвестицій, розвиток ринку кліматичних фінансів, формування «зеленого» бюджетування та податкового стимулювання низьковуглецевих практик.

Системне поєднання цих блоків забезпечує інтегровану реалізацію пріоритетів моделі, що ґрунтується на емпірично підтверджених взаємозв'язках. У результаті механізм набуває здатності не лише відтворювати політико-економічні пріоритети, а й трансформувати поведінку суб'єктів через вплив на їхні інституційні межі, очікування та доступ до ресурсів.

До основних інструментів реалізації кліматично нейтральної стратегії доцільно віднести: нормативно-правові, економічно-фінансові, наглядово-контролюючі, техніко-технологічні та освітньо-просвітницькі.

Нормативно-правові інструменти включають закони, стратегії, національні плани, дорожні карти, систему квотування, дозвоільні процедури, механізми відповідальності, стандарти та технічні регламенти. Вони

забезпечують правову визначеність і формування узгодженої на всіх рівнях кліматичної політики. Згідно з аналітичними матеріалами Міндовкілля, особливу роль відіграють положення Закону України «Про основні засади державної кліматичної політики» [101] та Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року, схвалена КМУ у 2021 році [130], які закладають основу для розроблення відповідних нормативних актів та секторальних стратегій.

До економічно-фінансових інструментів належать податок на викиди CO₂, субсидії, пільги, гранти, «зелена» іпотека, податкові преференції для інвестицій у ВДЕ, платформи зеленого фінансування, механізми ринку викидів тощо. Розробка збалансованої системи економічних механізмів має не лише стимулювати екологічну трансформацію, але й обмежувати економічно неефективні форми діяльності з високими викидами. Є. Зябіна, Т. Пімоненко, Л. Старченко та інші автори підкреслюють важливість прямих і непрямих інструментів стимулювання, таких як субсидії на термомодернізацію, стимулювання з боку держави через зелені інвестиції підприємств, що впроваджують ВДЕ та енергозберігаючі технології; заміна традиційних джерел енергії на відновлювані; підтримка державою підприємств із переробки вторинної сировини та провадження замкнутих циклів; поширення використання електромобілів у громадському транспорті та перехід на екологічні види вантажоперевезень [262, с. 170–171].

Наглядово-контролюючі інструменти забезпечують прозорість і підзвітність реалізації кліматичної політики. До них належать системи моніторингу викидів (у тому числі на локальному рівні), екологічне ліцензування, аудит, сертифікація, ведення кліматичної звітності відповідно до стандартів ООН і ЄС. Документ Міндовкілля щодо адаптаційної політики акцентує на необхідності гармонізації наглядових процедур із міжнародними вимогами та створення інтегрованої цифрової системи екологічного моніторингу [44].

Техніко-технологічні інструменти охоплюють увесь спектр інноваційних рішень – від розвитку відновлюваної енергетики, впровадження смарт-мереж, технологій уловлювання вуглецю (CCS), утилізації відходів, систем збереження енергії до використання екологічних матеріалів і автоматизованого управління енергоефективністю. Саме ці інструменти дозволяють перевести низьковуглецеві стратегії в реальні зміни у виробничих процесах, інфраструктурі та побуті.

Освітньо-просвітницькі інструменти відіграють центральну роль у трансформації поведінкових моделей, формуванні кліматичної культури, інформуванні громадян та бізнесу про цілі й можливості декарбонізації. Це включає екологічну освіту в школах і ЗВО, інформаційні кампанії, професійну перепідготовку кадрів у сфері кліматичного управління, спеціальні програми для громад і підприємств. Як зазначають Т. Пімоненко, О. Люльов, Я. Ус, Я. Самусевич, Т. Васирина, підвищення екологічної свідомості є однією з умов реалізації Європейського зеленого курсу в Україні [222, с. 29].

Для забезпечення системності, узгодженості та орієнтації на досягнення конкретних результатів організаційно-економічний механізм розвитку низьковуглецевої економіки повинен містити чітку відповідність між стратегічними цілями, інструментами впливу та очікуваними ефектами (табл. 3.5).

Очікувані результати реалізації організаційно-економічного механізму розвитку низьковуглецевої економіки мають комплексний характер і охоплюють основні напрями трансформації соціально-еколого-економічної системи країни. У центрі таких очікувань – *системне скорочення викидів парникових газів*, яке має відбуватись як результат цілеспрямованої державної політики, впровадження технологій ВДЕ, модернізації промисловості та зміни споживчих практик.

Таблиця 3.5

Відповідність цілей, інструментів та очікуваних ефектів організаційно-економічного механізму розвитку низьковуглецевої економіки

Ціль	Відповідні інструменти	Очікувані ефекти
1. Скорочення викидів парникових газів	– податок на CO₂; – нормування викидів; – технології уловлювання і зберігання вуглецю (CCS); – ліцензування; – екоаудит	– зменшення обсягів викидів; – досягнення кліматичних цілей згідно NDC
2. Декарбонізація енергетики та промисловості	– субсидії на ВДЕ; – пільгове кредитування; – стандарти енергоефективності; – підтримка енергоаудиту; – інвестпрограми через Фонд декарбонізації	– зростання частки ВДЕ; – модернізація виробництва; – зниження вуглецевої інтенсивності ВВП
3. Справедливий соціальний перехід	– освітні програми; – кліматична просвіта; – участь громад у плануванні; – інструменти публічного обговорення; – програми підтримки вразливих груп	– зменшення соціального опору; – посилення кліматичної відповідальності; – інклюзивність політик
4. Збереження та відновлення екосистемних послуг	– просторове планування; – природоорієнтовані рішення (NbS); – державна підтримка заліснення; – захист торфовищ; – екологічні зони та буфери	– збільшення здатності до поглинання вуглецю; – зменшення втрат біорізноманіття
5. Стимулювання «зелених» інвестицій	– зелене бюджетування; – гарантії для інвесторів; – грантові програми; – регуляторне сприяння; – податкові пільги для низьковуглецевих проєктів	– активізація приватного капіталу; – розвиток внутрішнього ринку зелених технологій
6. Розвиток кліматичної культури та зміна поведінки	– кліматична освіта; – інформаційні кампанії; – навчання для підприємців та ОМС; – просвітницькі заходи	– трансформація моделей споживання; – зростання підтримки декарбонізації з боку населення
7. Посилення інституційної спроможності управління	– координаційні ради; – регіональні кліматичні офіси; – автоматизовані системи моніторингу; – цифрові платформи звітності та оцінки політик	– підвищення керованості процесів; – оперативна адаптація політик до змін середовища
8. Забезпечення адаптивності і гнучкості механізму	– зворотній зв'язок через моніторинг; – ревізія регуляторної бази; – індикативне планування; – механізми адаптивного управління	– стійкість механізму до невизначеностей; – ефективне реагування на зовнішні шоки

**Систематизовано дисертанткою.*

Одним із показових індикаторів таких змін є *зростання частки відновлюваних джерел енергії в структурі енергоспоживання*. Згідно з оновленим Національним внеском України до Паризької угоди, до 2030 року Україна планує досягти частки ВДЕ не менше 25 % в кінцевому енергоспоживанні, що узгоджується з орієнтирами Європейського зеленого курсу.

Важливим макроекономічним результатом має стати *зниження вуглецевої інтенсивності ВВП* та зменшення залежності економічного зростання від викидів, що досягається через підвищення енергоефективності, декарбонізацію виробництва та оптимізацію логістики.

Окрему увагу слід приділити *забезпеченню справедливого соціального переходу*, який передбачає пом'якшення наслідків трансформації для вразливих груп, створення нових робочих місць у «зелених» секторах, доступність нових технологій та енергетичних послуг. Цей підхід відповідає рекомендаціям ЄС щодо врахування соціальних аспектів кліматичної політики.

Водночас реалізація механізму повинна забезпечити *зміцнення інституційної спроможності територіальних громад*, включаючи здатність до кліматичного планування, залучення фінансування, реалізації інфраструктурних проєктів, а також участі у прийнятті рішень на засадах партнерства.

Зрештою, цільовим результатом функціонування механізму виступає *формування кліматично стійкої економіки*, здатної зберігати темпи розвитку в умовах зовнішніх ризиків, забезпечувати збалансовану взаємодію між соціальними, екологічними та економічними чинниками, а також відповідати вимогам інтеграції України до Європейського Союзу.

Отже, *організаційно-економічний механізм розвитку низьковуглецевої економіки*, запропонований у межах даного дослідження, формує цілісну систему управлінських рішень, адаптовану до виявленої структури детермінант декарбонізації. Його змістове наповнення – цілі, принципи, функціональні блоки, інституційна архітектура та інструменти – узгоджено з емпіричними результатами моделювання, сучасними нормативними межами та потребами

практичної реалізації кліматичної політики. Особливістю механізму є акцент на соціальних і екологічних пріоритетах, інтегрованість на всіх рівнях управління, а також поєднання регулювання, стимулювання, участі й освіти як ключових засобів впливу. Запропонована конструкція є не статичною моделлю, а адаптивною структурою, здатною до самовідтворення, зворотного зв'язку та коригування – з метою забезпечення поступового і системного переходу до кліматично нейтральної моделі розвитку.

3.3. Формування стратегічних пріоритетів розвитку низьковуглецевої економіки України з урахуванням міжнародних практик

Подальший розвиток низьковуглецевої концепції потребує консолідованої оцінки сучасного її стану, аналізу сильних і слабких сторін та виявлення напрямків вдосконалення. Інтегральна оцінка розвитку низьковуглецевої економіки України та її окремих регіонів дозволила виявити сильні та слабкі сторони та сприяє розробці стратегії подальшого розвитку. Така оцінка надає можливість визначити пріоритетні напрямки розвитку низьковуглецевої економіки. Вона необхідна для ефективного впровадження низьковуглецевої концепції суспільного розвитку.

Узагальнюючи результати, варто наголосити на низці перешкод провадження ідей низьковуглецевого розвитку у економіку та суспільне життя України. До найважливіших доцільно віднести:

- недосконала нормативно-правова база для сприяння скороченню викидів парникових газів та стимулювання розвитку низьковуглецевих технологій [15];
- низька зацікавленість приватного сектору економіки в скороченні викидів парникових газів у зв'язку з відсутністю ефективних економічних стимулів;
- слабка обізнаність суспільства у проблемі глобального потепління та можливостях її вирішення на індивідуальному рівні.

Загалом, доцільно виділити сильні та слабкі сторони впровадження концепції низьковуглецевої економіки, а також можливості та загрози її імплементації. Поєднання SWOT- та TOWS-аналізу дозволяє не лише визначити сильні та слабкі сторони впровадження низьковуглецевої економіки, а й співвіднести їх із зовнішніми можливостями та загрозами, що забезпечує комплексний аналіз чинників, які впливають на трансформацію економіко-соціальної системи України на засадах кліматичної нейтральності з метою формування цілісного стратегічного підходу до імплементації низьковуглецевих ідей, враховуючи сучасні виклики та перспективи розвитку (табл. 3.6).

TOWS-аналіз імплементації низьковуглецевої економіки в Україні показує, що поєднання внутрішніх сильних сторін із зовнішніми можливостями формує основу для проактивних стратегій розвитку. Підвищення енергоефективності, зменшення залежності від викопного палива та інтеграція до європейського ринку відкривають шлях до інвестицій, інновацій і створення «зелених» робочих місць, забезпечуючи підвищення конкурентоспроможності України та зростання без додаткових викидів парникових газів.

Водночас поєднання сильних сторін із загрозами потребує адаптивних стратегій. Зовнішній тиск у вигляді СВМ чи інших регуляторів може стати поштовхом для сертифікації та модернізації експорту, а програми справедливого переходу допоможуть зменшити соціальні ризики й втрати робочих місць, перетворюючи виклики на можливості.

Слабкі сторони, зокрема недосконала нормативно-правова база та низька обізнаність населення, можуть бути компенсовані зовнішніми ресурсами. Гармонізація законодавства з нормами ЄС, грантові програми та зелені фінансові інструменти посилять ефективність кліматичної політики, а освітні кампанії сприятимуть формуванню кліматичної свідомості й підтримці реформ.

Поєднання слабких сторін із зовнішніми загрозами вимагає превентивних заходів. Створення координаційної ради, розвиток державно-приватного партнерства та поступовий перехід підприємств до кліматичної нейтральності сприятимуть уникненню грінвошингу, фінансових втрат і соціальної напруги.

Таблиця 3.6

**SWOT- та TOWS-аналіз імплементації концепції
низьковуглецевої економіки в Україні**

О – МОЖЛИВОСТІ		Т – ЗАГРОЗИ	
1. Зростання ВВП без збільшення викидів парникових газів. 2. Широке впровадження технологічних інновацій. 3. Отримання міжнародної фінансової допомоги, участь у грантових проєктах. 4. Збільшення кількості «зелених» робочих місць та підвищення зайнятості. 5. Покращення умов для ведення бізнесу. 6. Покращення якості атмосферного повітря.		1. Значні початкові інвестиції у впровадження низьковуглецевих технологій. 2. Зовнішній тиск на економічний розвиток зі сторони кліматичних регуляторів. 3. Втрата робочих місць у галузях виробництва з високим вуглецевим слідом. 4. Низька залученість до кліматичних зобов'язань. 5. Короткострокова збитковість підприємств. 6. Ризик грінвошингу.	
S – СИЛЬНІ СТОРОНИ	SO-СТРАТЕГІЇ	ST-СТРАТЕГІЇ	
1. Гармонізація взаємовідносин суспільства із кліматичною системою. 2. Підвищення міжнародної конкурентоспроможності, інтеграція до ЄС. 3. Зменшення залежності від викопних джерел енергії. 4. Підвищення енергоефективності та енергетичної безпеки держави. 5. Зростання ефективності підприємницької діяльності 6. Підвищення добробуту населення.	1. Використання євроінтеграції для залучення інновацій та інвестицій. 2. Розвиток енергоефективності для створення «зелених» робочих місць. 3. Залучення міжнародної допомоги для підвищення конкурентоспроможності підприємств. 4. Просування ВДЕ для покращення якості повітря та добробуту населення.	1. Використання енергетичної безпеки як аргументу для залучення інвестицій. 2. Перетворення зовнішнього тиску (СВАМ та ін.) на драйвер «зеленої» сертифікації експортерів. 3. Реалізація програми справедливого переходу (Just Transition) для запобігання втрат робочих місць. 4. Компенсація збитковості підприємств через енергозбереження й інновації. 5. Запровадження прозорого MRV-контролю з метою уникнення грінвошингу.	
W – СЛАБКІ СТОРОНИ	WO-СТРАТЕГІЇ	WT-СТРАТЕГІЇ	
1. Недосконала нормативно-правова база у сфері низьковуглецевої економіки. 2. Слабка узгодженість інституційної структури впровадження низьковуглецевої економіки. 3. Низька ефективність економічно-фінансових інструментів. 4. Відсутність достатнього підтримки та фінансування. 5. Недостатня обізнаність суспільства у проблемі змін клімату та шляхів її вирішення. 6. Повільна трансформація підприємств на засади кліматичної нейтральності.	1. Гармонізація законодавства з нормами ЄС у сфері клімату та енергетики. 2. Використання грантових програм для формування узгодженої інституційної структури. 3. Впровадження зелених фінансових інструментів (облігації, кліматичні фонди). 4. Запуск освітніх кампаній та демонстраційних проєктів для підвищення обізнаності населення. 5. Стимулювання модернізації підприємств через податкові пільги та зелені тендери.	1. Прийняття кліматичної стратегії й рамкових законів для мінімізації впливу зовнішніх регуляторів. 2. Створення єдиної кліматичної координаційної ради для узгодженості дій і запобігання грінвошингу. 3. Розвиток державно-приватного партнерства для мобілізації фінансових ресурсів. 4. Проведення перекваліфікації та просвітницьких програм, щоб пом'якшити соціальні ризики. 5. Запровадження поетапного переходу підприємств на засади кліматичної нейтральності із механізмами підтримки.	

*Складено дисертанткою.

Результати SWOT- та TOWS-аналізу створюють підґрунтя для визначення стратегічних пріоритетів низьковуглецевого розвитку соціально-економічної системи України. Відповідно, до стратегічних пріоритетів низьковуглецевого розвитку соціально-економічної системи України доцільно віднести: трансформацію енергетичного сектору на засади кліматичної нейтральності; мінімізацію викидів парникових газів промисловістю; досягнення нульових викидів парникових газів та підвищення кліматичної стійкості у сільському господарстві; управління відходами на засадах замкненого циклу; розвиток зеленого низьковуглецевого транспорту; підвищення екологічної відповідальності підприємств; формування кліматично відповідального та енергоефективного житлового та нежитлового фонду; розвиток зеленої інфраструктури; формування низьковуглецевих компетентностей у суспільстві; кліматичне врядування та фінансування.

Трансформація енергетичного сектору на засади кліматичної нейтральності є одним із пріоритетів, оскільки саме енергетичний сектор здійснює найбільше викидів діоксиду вуглецю. Скорочення викидів передбачає комплексну перебудову системи виробництва, розподілу та споживання енергії. Досягнення такого ефекту вимагає поступового переходу від використання викопного палива для виробництва енергії до відновлюваних джерел, а також впровадження розумних енергетичних мереж та зменшення енерговитрат за рахунок підвищення енергоефективності.

Декарбонізація енергетики передбачає не лише заміну викопних джерел енергії на відновлювані, а й комплексне удосконалення всієї енергетичної системи. При цьому важливою є оцінка розвитку енергетики, оскільки вона дає змогу визначити рівень збалансованості між економічними, соціальними та екологічними пріоритетами. Світова рада з енергетики оцінює рівень енергетичного розвитку країн за індексом енергетичної трилеми. Індекс включає три складові: енергетична безпека (управління первинним енергопостачанням з внутрішніх і зовнішніх джерел, надійність енергетичної інфраструктури), енергетична справедливість (доступність енергопостачання для всього

населення) та екологічна стійкість (зниження енергоємності та інтенсивності викидів CO₂, перехід на поновлювані і низьковуглецеві джерела енергії) [37, с. 29]. На наш погляд, такий підхід є комплексним та дозволяє визначити пріоритетні напрями розвитку енергетичного сектору на засадах кліматичної нейтральності, з урахуванням енергетичної безпеки.

Позитивним прикладом у сфері трансформації електроенергетики є досвід Європейського Союзу, структура потужностей для виробництва електроенергії якого за останні десятиліття різко змінилася завдяки інноваціям у вітровій та сонячній енергетиці, що зумовило зменшення частки атомної електроенергетики у структурі виробництва електроенергетики та збільшення потужностей для виробництва електроенергії з відновлюваних джерел [200, с. 157]. У 2024 р частка електроенергії, виробленої з відновлюваних джерел у ЄС складала 46,9 %, найбільшу частку ВДЕ мала Данія (88,4 %), Португалія (87,5 %) та Хорватія (73,7 %) [170]. Відповідно, більшість європейських держав за індексом енергетичної трилеми у 2023 р входили у 25% найкращих держав, зокрема і за показником екологічної стійкості [172]. Для України такий індекс не розраховується, а частка ВДЕ у структурі виробництва електроенергії залишається незначною, однак, перспективними для подальшого розвитку є вітрова, сонячна, а також біоенергетика. Пріоритетність біоенергетики зумовлюється тим, що під час спалювання біопалива виділяється вуглець, який раніше був поглинутий рослинами в процесі фотосинтезу, що забезпечує відносну вуглецеву нейтральність і дає змогу зменшити антропогенні викиди парникових газів порівняно з викопними енергоносіями. Згідно з результатами дослідження І. Григорук, В. Якубів Ю. Сидорика Ю. Максимів, Н. Попадинець, виробництво біопалива активізується за умови зростання ціни на газ для підприємств та дії «зеленого» тарифу, тоді як нижче податкове навантаження додатково стимулює розвиток цієї стратегічно важливої для національної безпеки галузі [193, с. 34].

Для підвищення стійкості доречним є поєднання централізованої та децентралізованої генерації електроенергії. Така трансформація не лише

скорочує негативний вплив на кліматичну систему, а й сприяє підвищенню енергетичної незалежності та безпеки держави.

Водночас важливою є модернізація мережевої інфраструктури, зокрема шляхом цифровізації та впровадження розумних мереж (smart grids). До активних учасників процесу побудови розумної мережі належать органи влади, виконавці проєктів, фінансово-кредитні організації, регулятори ринку, замовники або замовники проєктів, енергогенеруючі, транспортні та розподільчі компанії, допоміжні організації та підприємства (постачальники товарів та послуг), кінцеві споживачі енергоресурсів [247, с. 157]. Розумні мережі за рахунок використання цифрових технологій дозволяють інтегрувати ВДЕ та ефективно розподіляти електроенергію, забезпечують двосторонній зв'язок між виробниками та споживачами, автоматизують управління мережею, надають можливість оптимізувати навантаження, уникати надлишкової генерації та забезпечити сталість роботи енергетичної системи. Окрім того, підвищення енергоефективності споживачами скорочує попит на генерацію енергії та дозволяє зменшити витрати на енергетичні ресурси.

Разом із трансформацією власне електроенергетики, важливою складовою переходу до засад низьковуглецевого розвитку є модернізація системи теплопостачання. І.А. Вакуленко та С.І. Колосок пропонують використовувати розумні енергомережі в теплоенергетиці у двох аспектах: з метою підвищення ефективності системи теплопостачання у межах наявної моделі теплогенерації та теплопостачання або для заміни традиційної моделі системи теплопостачання із застосуванням системних техніко-технологічних та організаційних інновацій [6, с. 15].

При впровадженні розглянутих інноваційних технологій саме підприємства енергетичного сектору, як основні реалізатори та драйвери енергетичної трансформації, зіштовхуються з низкою проблем, що зумовлені як внутрішніми обмеженнями, так і зовнішніми викликами ринку. Ці труднощі пов'язані з необхідністю одночасно забезпечувати економічну ефективність та стабільність енергопостачання, відповідати екологічним стандартам та

реагувати на швидкі технологічні зміни в галузі. Так, Ю.Т. Матвєєва та І.А. Вакуленко виокремлюють наступні ключові проблеми для підприємств щодо втілення інновацій в енергетичному секторі: відкриття інноваційних технологій для розширення кола нових джерел доходу; додержання підвищених екологічних нормативних обмежень; пошук диференціації на висококонкурентному однорідному ринку; оцифрування послуг і процесів з метою більшої орієнтованості на клієнта [104, с. 50].

Для ефективного виконання своєї трансформаційної ролі енергетичним підприємствам необхідно розробляти стратегії, що поєднують технологічні інновації з екологічною відповідальністю та орієнтацією на споживача. А.М. Корнієнко, Л.Т. Гораль, Л.С. Войтків виокремлюють наступні рекомендації щодо стратегічного девелопменту енергетичних підприємств: фокус таких підприємств на відновлюваних джерелах енергії (диверсифікація джерел генерації та інтеграція відновлюваних ресурсів у енергосистему); цифровізація процесів (використання автоматизованих систем для моніторингу та управління споживанням енергії); розвиток персоналу (підготовка фахівців до роботи з новими технологіями); гнучке стратегічне планування (швидка адаптація до змін у регуляторному середовищі та ринковій кон'юнктурі) та підвищення енергоефективності (впровадження програм архітекτονіки та модернізації мереж, що дозволяє скоротити втрати енергії) [54, с. 153]. Комплексна реалізація таких заходів не лише підвищує конкурентоспроможність підприємств, а й створює основу для системної декарбонізації енергетики, при цьому потребуючи значних інвестицій у «зелені» технології та інфраструктуру. Як доводять С. Леонов, Т. Пімоненко, Ю. Білан, Д. Штреймікене, Гж. Ментел, аналізуючи приклади країн ЄС, саме масштабні зелені інвестиції ведуть до зростання частки ВДЕ в енергоспоживанні та скорочення викидів парникових газів [207]. Таким чином, інвестиційна підтримка стає ключовим чинником успішного впровадження стратегічних змін в енергетиці та досягнення довгострокових кліматичних цілей.

Мінімізація викидів парникових газів промисловістю передбачає включення до промислової політики принципів низьковуглецевого розвитку, комплексну модернізацію підприємств виробничої сфери на засади кліматичної нейтральності. Основними напрямками є використання низьковуглецевих технологій у виробничих процесах, впровадження технологій вловлювання мінімізованих викидів парникових газів та підвищення ефективності використання енергії. Особливості трансформації залежать від сфери виробництва, пріоритетними є найбільші емітенти парникових газів – металургія, хімічна та цементна промисловість, машинобудування. Відповідно, стратегічним вектором є перехід від використання викопного палива у виробничих процесах до електрифікації виробничих процесів, а також використання зеленого водню. Вловлювання парникових газів дозволяє забезпечити кліматично нейтральний розвиток тих галузей і виробничих процесів, в яких повна абсолютне скорочення викидів неможливе. Впровадження енергоефективних технологій у виробництво передбачає модернізацію технічного обладнання та перехід до інноваційних технологій виробництва підприємств-споживачів енергії. Окрім того, для реалізації ідеї виробництва з нульовими викидами доцільно імплементувати принципи циркулярної економіки, тобто максимально використовувати ресурси та мінімізувати відходи, повторно використовувати вторинну сировину, що дозволяє зменшити матеріаломісткість виробництва та викиди парникових газів протягом життєвого циклу готового продукту.

Потреба у досягненні нульових викидів парникових газів та підвищення кліматичної стійкості у сільському господарстві зумовлена значними викидами метану та закису азоту унаслідок утворення та зберігання гною, ентеральної ферментації у жуйних тварин та надмірного удобрення азотним добривом ґрунту. Тому, перехід до кліматично нейтрального сільського господарства включає впровадження технологій анаеробного зброджування гною з утворенням біогазу й органічного добрива та оптимізацію харчування жуйних тварин. О.С. Павленко основними напрямками інноваційного розвитку

тваринництва на засадах кліматичної нейтральності виокремлює збирання метану з гною та виробництво з нього біоенергії, використання кормових добавок та пробіотиків при годуванні худоби, а також перехід до виробництва культивованого м'яса [67, с. 68]. Також реалізація принципів точного землеробства дозволяє раціонально використовувати азотні та інші мінеральні добрива. Окрім того, ґрунт є важливим акумулятором вуглецю, адже містить органічний вуглець, що утворюється внаслідок розкладання рослинних та тваринних решток. Тому, доцільним є забезпечення позитивного балансу між абсорбцією та витратами вуглецю в ґрунтах сільськогосподарського призначення. Для досягнення такого результату необхідним є впровадження практик сталого землекористування у сільському господарстві, шляхом використання технологій нульового обробітку ґрунту (no-till технологій), вирощування покривних культур, впровадження практик органічного землеробства та агролісівництва тощо. Для підвищення ефективності таких практик доцільним є їхнє поєднання з інноваційними підходами стратегічного планування розвитку агросфери. Так, Л.М. Черчик, О.А. Караїм та В.П. Караїм із метою забезпечення кліматично нейтрального розвитку агровиробництва пропонують використовувати прийом смарт-спеціалізації в агросфері, що в контексті екосистемного підходу полягає у інтегрованому стратегічному розвитку на основі природної логіки функціонування агроєкосистем, орієнтованої на сталість, інноваційність розвитку та забезпечення конкурентоспроможності, поєднуючи екологічні процеси, технологічні рішення, локальні знання та соціальні інтереси в єдину систему, що створює довгострокову додану вартість [143, с. 38]. Комплексне впровадження вищеперелічених управлінських та технологічних рішень дозволить не лише скоротити викиди, а й перетворити агросектор на дієвий інструмент досягнення кліматичної нейтральності.

Окрім того, наслідки зміни клімату безпосередньо впливають на стан та стабільність аграрного виробництва, що зумовлює необхідність підвищення стійкості до кліматичних змін. Зміни температурного режиму, режиму опадів,

частоти екстремальних погодних явищ та деградації ґрунтів можуть призводити до зниження врожайності, зростання виробничих ризиків і фінансової нестабільності сільськогосподарських виробників [14, с. 214]. У зв'язку з цим особливого значення набуває розроблення та впровадження адаптаційних заходів, спрямованих на мінімізацію негативних впливів кліматичних змін і забезпечення стійкості аграрних систем. До таких заходів належать: упровадження кліматично орієнтованих технологій землеробства, зокрема застосування адаптованих до нових кліматичних умов сортів і гібридів сільськогосподарських культур, оптимізація сівозмін та агротехнічних прийомів, підвищення ефективності управління водними ресурсами, розвиток систем зрошення та дренажу, впровадження практик збереження і відновлення родючості ґрунтів, а також використання цифрових інструментів моніторингу кліматичних ризиків і прогнозування врожайності. Важливим є також удосконалення інституційної та фінансової підтримки фермерських господарств для підвищення їхньої спроможності адаптації до кліматичних змін. Згідно з дослідженням І.О. Цимбалюк, Н.Л. Хомюк, В.О. Козлюк, В.М. Кулій, основним джерелом фінансування аграрних підприємств залишаються власні кошти (складають понад дві третини загальних інвестицій), що обмежує можливості підприємств у впровадженні інноваційних технологій та модернізації виробничих процесів, відповідно виникає необхідність розробки комплексної державної політики, спрямованої на створення сприятливого інвестиційного клімату, забезпечення правової стабільності та підтримки аграрних підприємств у залученні фінансування для відновлення та збереження родючості ґрунтів [141, с. 18]. Слід зазначити, що відновлення ґрунтів не лише забезпечує стійкість агровиробництва, а й посилює їх функцію як природних поглиначів вуглецю, що безпосередньо наближає аграрний сектор до досягнення кліматичної нейтральності.

Пріоритет *управління відходами на засадах замкненого циклу* зумовлений викидами метану на полігонах твердих побутових відходів діоксиду вуглецю під час спалювання відходів та закису азоту із стічних вод тощо. Недосконалий

розвиток технології переробки відходів та безвідповідальне ставлення до проблем захоронення сміття не лише спричиняють засмічення значних площ земель, а й посилюють утворення парникових газів, що підкреслює необхідність впровадження сучасних підходів до поводження з відходами [30]. Саме тому європейські міста відмовляються від традиційного спалювання сміття та працюють над досягненням нульових відходів та отриманням сертифікації «Zero Waste Cities». Зокрема, у м. Мілані (Італія) переробляється 87 % усіх кухонних відходів [189], а на о. Сардинії рівень роздільного збору сягає 60 % [240]. Реалізація виокремленого пріоритету вимагає комплексного управління відходами на засадах циркулярної економіки на різних етапах, що включає запобігання утворенню відходів, підготовку до повторного використання, рециклінг, утилізацію та захоронення. Відповідно, виникає необхідність розвитку інфраструктури для роздільного сортування, промисловості вторинної сировини, утилізації органічних відходів шляхом компостування. Важливим вектором є стимулювання повторного використання продукції, що зумовлює не лише зменшення відходів, а й зниження потреб у виробництві нової продукції. Окрім того, парникові гази із стічних вод слід вилучати в процесі їх очищення шляхом модернізації технологій очищення.

Розвиток зеленого низьковуглецевого транспорту охоплює перехід до екологічно чистих транспортних засобів особистого користування, комерційного призначення, а також у громадському транспорті. Така трансформація особливо актуальна в умовах високої концентрації транспортних засобів на відносно обмежених територіях урбосистем, що призводить до суттєвого збільшення надходження парникових газів до їхнього повітряного басейну порівняно з прилеглими територіями та створює підвищене антропогенне навантаження на повітряний басейн міст, формуючи ефект острова тепла [191, с. 220]. Пріоритетним є розвиток електричного транспорту, що передбачає створення відповідної інфраструктури (мережі зарядних станцій) та стимулювання його використання населенням та організаціями. Використання зеленого водню та біопалива як палива для автомобільного, залізничного та водного транспорту

також сприяє скороченню негативного впливу транспортної системи на клімат. Трансформація громадського транспорту на засади кліматичної нейтральності передбачає заміну автопарку на електроавтобуси, автобуси, що працюють на біопаливі та зеленому водні, тролейбуси та трамваї; впровадження мультимодальної транспортної системи, а також, мікромобільності (м'якої мобільності). З метою мотивації користувачів особистих автомобілів та комерційних організацій до використання зеленого транспорту необхідним є поступове обмеження експлуатації автомобілів із двигуном внутрішнього згорання, які не відповідають екологічним стандартам, впровадження пільг при використанні транспорту з нульовими викидами. Особливу увагу варто зосередити та декарбонізації вантажних перевезень за рахунок екологізації логістики: переорієнтації таких перевезень із автомобільного транспорту на залізничний та водний, що має значно менше викидів на тонно-кілометр та використання транспортних засобів, що працюють на відновлюваних джерелах енергії, а також оптимізації маршрутів та впровадження мультимодальних перевезень. Окрім того, доцільним є екологічне зонування населених пунктів із обмеженням в'їзду автомобілів, що не відповідають екологічним стандартам, на вулиці з найбільш завантаженим трафіком із метою пом'якшення ефекту міського острова тепла та стимулювання використання екологічного транспорту.

Підвищення екологічної відповідальності підприємств в контексті низьковуглецевого розвитку передбачає інтеграцію екологічних пріоритетів у систему корпоративного управління – від визначення стратегії та довгострокових цілей до вибору інноваційних технологій, організації виробничих процесів і побудови ефективної взаємодії із зацікавленими сторонами. Економічна доцільність таких заходів для підприємства ґрунтується на принципі оптимізації витрат і вигод. Так, Вільям Нордгауз на основі статистичних розрахунків доводить, що оптимальний ступінь скорочення викидів парникових газів досягається тоді, коли поточні витрати на скорочення викидів парникових газів дорівнюють теперішній вартості збитків від вищих концентрацій [213, с. 926]. Отже, стратегія скорочення вуглецевого сліду для

бізнесу виступає не лише проявом екологічної відповідальності, але й інструментом підвищення економічної ефективності у довгостроковому періоді.

На рівні окремого підприємства для переходу до засад низьковуглецевого розвитку важливо запроваджувати концепцію «зеленого бренду», тобто систему позиціонування компанії як такої, що впроваджує екологічно дружні технології, продукти та процеси, і відкрито демонструє свою прихильність до принципів сталого розвитку. Водночас, як зазначають Т. Пімоненко, О. Люльов та О. Чигрин до перешкод, які обмежують ефективне використання компаніями зеленого бренду, відносять: відсутність єдиного підходу до визначення поняття «зелений бренд»; непорозуміння між зацікавленими сторонами щодо основного значення, особливостей та параметрів зеленого бренду; широке коло зацікавлених сторін, які мають власні різні інтереси та ролі, що необхідно враховувати під час розробки та просування зеленого бренду; найнижчий рівень довіри до зеленого бренду серед зацікавлених сторін; відсутність нефінансової звітності компаній, які позиціонують себе як зелені компанії, у відкритому доступі; недостатня кількість систем сертифікації та ліцензування зелених продуктів чи послуг тощо [221, с. 149]. Відповідно, виникає необхідність формувати комплексну стратегію розвитку «зеленого бренду», що включатиме: запровадження стандартизованих підходів до його визначення та оцінювання; підвищення прозорості нефінансової звітності; впровадження незалежних механізмів верифікації та сертифікації; активну комунікацію зі споживачами та іншими зацікавленими сторонами; а також інтеграцію брендингової стратегії у загальну систему управління низьковуглецевим розвитком підприємства. Такий підхід дозволить підвищити довіру до зеленого бренду, забезпечити конкурентоспроможність компаній, зробити їх більш стійкими до кліматичних викликів та сприяти досягненню кліматичної нейтральності.

Формування кліматично відповідального та енергоефективного житлового та нежитлового фонду передбачає масштабну енергомодернізацію будівель, імплементацію відновлюваних джерел енергії у будівлі, розвиток сучасних систем централізованого теплопостачання, а також відновлення

інфраструктури, що постраждала внаслідок воєнних дій, із використанням зелених технологій. Важливим напрямом підвищення енергоефективності будівель є їх термомодернізація, що передбачає комплекс ремонтно-будівельних робіт із підвищення теплотехнічних характеристик.

Розвиток зеленої інфраструктури є одним із напрямів, що поєднує цілі декарбонізації з покращенням просторової якості середовища. На відміну від технологічних рішень, зелена інфраструктура виконує функції природного поглинача вуглецю, підвищує стійкість до кліматичних ризиків і має тривалий мультиплікативний ефект. Наприклад, Європейський Союз запровадив практику скорочення використання власних лісів, які є найбільшим природним поглиначами діоксиду вуглецю в регіоні та відіграють ключову роль у регулюванні вуглецевого балансу [16]. Серед пріоритетних кроків для розвитку зеленої інфраструктури варто виокремити збереження та відновлення лісових масивів, розширення площ водно-болотних угідь, створення захисних прибережних смуг, відновлення лугових екосистем і впровадження комплексних програм управління природними територіями, спрямованих на підвищення їхнього потенціалу як довготривалих поглиначів вуглецю.

Особливо доцільним є розвиток зеленої інфраструктури в урбосистемах – насамперед у районах з інтенсивними транспортними потоками, де спостерігається найвища концентрація викидів CO₂. В умовах ущільненої забудови зелені насадження, сквери, озеленення дахів і вулиць суттєво зменшують вуглецеве навантаження, стабілізують мікроклімат, знижують температуру повітря. Розвиток зеленої інфраструктури у міському просторі потребує координації дій різних зацікавлених сторін, включно з органами влади та приватними підприємствами. Л.М. Черчик зазначає, що ефективне управління зеленою інфраструктурою міської екосистеми передбачає розробку відповідних механізмів державного та місцевого регулювання; побудову взаємовідносин між суб'єктами господарювання, органами місцевого самоврядування, відповідними структурами контролю на основі застосування комплексу регуляторних інструментів, що мають стимулюючий вплив на екологічно орієнтовану

діяльність, забезпечуючи високу якість міського середовища; впровадження системи дозволів, лімітів, процедур та правил, що ґрунтується на нормах міжнародних стандартів якості довкілля та якості життя; використання сучасних територіальних форм організації міського простору [159, с. 150]. Окрім того, на нашу думку, для ефективного управління зеленою інфраструктурою доцільно запровадити інтегроване планування міських зелених зон із залученням цифрових систем моніторингу та аналізу стану рослинності, встановленням показників екологічної ефективності, регулярним контролем дотримання норм та стимулюванням участі громадськості через освітні та волонтерські програми, що дозволить забезпечити системний розвиток зеленої інфраструктури та підвищити якість міського середовища.

Формування низьковуглецевих компетентностей у суспільстві шляхом розвитку екологічної обізнаності, знань про вуглецевий слід, навичок енергоефективної поведінки, розуміння механізмів «зеленого» фінансування, участі в кліматичному плануванні, – є передумовою успішної реалізації кліматичної політики. Трансформаційні процеси потребують не лише технічних рішень, а й глибокого розуміння суті та наслідків декарбонізації з боку всіх учасників – від державних службовців і бізнесу до громадян. Особливо важливо інтегрувати відповідні теми в освітні програми різних рівнів, систему професійної перепідготовки та громадські інформаційні кампанії.

Кліматичне врядування і фінансування, здатність приймати послідовні рішення, залучати ресурси й забезпечувати сталість кліматичних зусиль. Йдеться про необхідність прозорих управлінських процесів, чітких зон відповідальності, відкритого доступу до інформації та можливостей для участі. На практиці це означає наявність дієвих механізмів розробки, координації та реалізації кліматичної політики на всіх рівнях. Фінансова складова не має обмежуватися державним фінансуванням – важливо створити умови, за яких інвестування у відновлювану енергетику, енергоефективність чи «зелені» технології стане економічно привабливим. Зокрема у фінансуванні процесів декарбонізації важливу роль відіграють зелені облігації та ESG-інвестиції, ефективно

впровадження яких відкриває можливості для екологічного та економічного зростання, особливо в умовах сучасних глобальних викликів [29].

Інституційні засади імплементації стратегічних пріоритетів розвитку низьковуглецевої економіки України

Реалізація стратегічних пріоритетів розвитку низьковуглецевої економіки України потребує ефективної інституційної архітектури, здатної забезпечити координацію дій на національному, регіональному та місцевому рівнях. Інституційна спроможність є основою для інтеграції кліматичних цілей у політики секторів економіки, мобілізації фінансування, забезпечення звітності та участі зацікавлених сторін. Наявні диспропорції між амбіційними стратегічними цілями та обмеженою інституційною реалізацією, окреслені в SWOT- та TOWS-аналізі (табл. 3.6), зумовлюють необхідність формування цілісної системи кліматичного врядування.

На рівні центральної влади доцільною є консолідація повноважень у сфері кліматичної політики в межах міжвідомчої координаційної платформи. До її складу мають входити представники Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, Міністерства економіки України, Міністерства енергетики України, Міністерства розвитку громад та територій України, Міністерства аграрної політики та продовольства України, Національного банку України та Державної податкової служби України. Створення міжвідомчої координаційної платформи також підтримують у своїх працях І. Гарасимчук, В. Кочі, О. Ципліцька, В. Венгер, О. Кушніренко, Н. Гахович, звертаючи увагу на потребу підвищення інституційної спроможності для реалізації політик декарбонізації [186]. Така міжвідомча структура має формувати єдину політику декарбонізації, узгоджуючи регуляторні, фінансові та галузеві інструменти. Практика Європейського Союзу, зокрема функціонування Європейського кліматичного пакту, демонструє ефективність міжсекторального підходу до кліматичного врядування.

На регіональному рівні ключовими є функції органів місцевого самоврядування, які згідно з чинним законодавством визначають пріоритети

соціально-економічного розвитку територій. Однак, на практиці більшість стратегій розвитку громад досі слабо інтегрують кліматичний компонент. У цьому контексті актуальним є створення в структурі обласних державних адміністрацій або їхніх правонаступників спеціалізованих підрозділів із питань клімату та енергетичного переходу – так званих «регіональних кліматичних офісів». Їхні функції повинні охоплювати розробку планів скорочення викидів на рівні територіальних громад, залучення міжнародного фінансування, моніторинг та комунікацію з бізнесом і населенням.

На місцевому рівні доцільним є розвиток спроможності громад формувати і реалізовувати «дорожні карти кліматичної нейтральності». Практика участі українських громад у європейській ініціативі «Угода мерів щодо клімату та енергії» демонструє наявність позитивного досвіду, який можна масштабувати. Водночас бракує підтримки у вигляді методичного супроводу, програм навчання та грантового фінансування. Потребує формалізації й створення інституційного каналу між громадою та національними структурами у вигляді платформи низхідного/висхідного узгодження цілей і заходів.

Окремого значення набуває *участь громадських організацій та експертного середовища*. Важливість залучення неурядових організацій (НУО) і наукової спільноти до кліматичного аудиту, оцінки впливу декарбонізації, моніторингу й прозорості фінансування підтримує позиція Дарини Кулаги (Київська школа економіки) про ролі науковців у формуванні кліматичної політики та залученні фінансування [112]. В умовах повоєнної реконструкції вони можуть забезпечувати функцію екологічного аудиту, оцінки вуглецевого сліду інфраструктурних проєктів, сприяти прозорості витрачання кліматичного фінансування. Така модель реалізується у скандинавських країнах, де НУО беруть участь у розробці стратегій на етапі їх планування, а також у моніторингу реалізації.

Важливим напрямом посилення інституційної основи є *формування системи навчання та підвищення кваліфікації кадрів у сфері декарбонізації*. Йдеться про підготовку управлінців, фахівців у сфері зеленої енергетики,

цифрової звітності, систем енергоменеджменту. На думку дослідників, одним із бар'єрів у досягненні кліматичних цілей у країнах Центрально-Східної Європи є саме інституційна неспроможність і відсутність кадрів із мультисекторальними компетенціями. Згідно з Green Agenda Report, у процесі зеленої трансформації ключовим бар'єром є дефіцит кваліфікованих фахівців у сфері зеленої енергетики, цифрової звітності, енергоменеджменту – що вимагає розвитку освітніх програм і навчання кадрів на всіх рівнях [212].

Таким чином, для забезпечення реалізації стратегічних пріоритетів розвитку низьковуглецевої економіки необхідна багаторівнева інституційна система, що передбачає:

- координацію політики на міжвідомчому рівні;
- регіональну реалізацію через кліматичні офіси;
- локальну імплементацію через громади;
- участь недержавних гравців у забезпеченні прозорості та підзвітності.

Забезпечення ефективної дії цієї системи потребує нормативного закріплення, фінансової підтримки, кадрового забезпечення та цифровізації управлінських процесів.

Повоєнна відбудова на засадах кліматичної нейтральності

Війна завдала Україні безпрецедентної шкоди: загальні викиди парникових газів унаслідок бойових дій, пожеж, переміщень населення, руйнування та часткової відбудови цивільної інфраструктури оцінюються на рівні понад 119 млн т eCO_2 лише за перший рік (2022–2023 рр.). За оцінками Українського екологічного агентства та НДО, загальні викиди через бойові дії та наслідки пожеж у 2022–2024 рр. сягнули приблизно 175 млн т CO_2 , що еквівалентно щорічним викидам Нідерландів [195]; лише пожежі лісів у 2024 році залишили понад 49 млн т eCO_2 [181]. Найбільшу частку викидів сформувало саме відновлення інфраструктури – 50,2 млн т eCO_2 , що свідчить про високий ризик «рекарбонізації» економіки у післявоєнний період [34].

Враховуючи масштаби зруйнованої інфраструктури – будівель, промислових об'єктів, транспортних мереж – важливою є імплементація

концепції «зеленої реконструкції» як невід’ємної складової стратегії низьковуглецевого розвитку. Українські науковці трактують «зелене» *відновлення* як можливість виконати повоєнну реконструкцію не шляхом реплікації старої моделі, а через інтеграцію принципів енергоефективності, циркулярної економіки, відновлювальної енергетики та цифровізації [40]. Так, у роботі З. Поплавської й С. Комаринець обґрунтовано роль зеленої та соціальної економіки як рушія післявоєнного розвитку – акцентовано інструменти державної підтримки, публічних закупівель та стимулів для бізнесу [225]; А. Андрусевич підкреслює, що Україна має використати момент повоєнної відбудови як точку «скачка» до кліматично нейтральної моделі економіки та енергетичної безпеки в майбутньому [150]. Водночас, серед основних викликів можемо назвати:

- ризик відтворення старих вуглецемістких технологій через обмеження у часі та ресурсах;
- домінування економічних критеріїв відбудови над екологічними;
- обмежена спроможність місцевих громад до планування реконструкції з урахуванням кліматичних цілей.

Згідно з даними дослідження, реконструкція житлового та промислового фонду є найбільш вуглецемісткою складовою, оскільки виробництво цементу, сталі, бетону та інших будматеріалів формує значний вуглецевий слід (від 0,4 до 0,9 т CO₂ на 1 м³ залізобетону) [34]. Тому важливо закласти *в основу повоєнної відбудови такі принципи*:

- перевага енергоефективних технологій у проєктуванні нових будівель;
- використання екологічних сертифікацій (BREEAM, LEED, DGNB) як обов’язкової умови для об’єктів, що фінансуються з державного чи міжнародного бюджету;
- застосування циркулярного підходу – переробка будівельних відходів, використання вторинної сировини. Так, до прикладу, консорціум S3RoU (британсько-голландсько-український) тестує технологію переробки щебеню й бетону із руїн для повторного використання як будівельного матеріалу. Це

дозволяє знизити вуглецевий слід при виробництві цементу та транспортуванні нових матеріалів [2].

Одним із інструментів забезпечення кліматичної нейтральності у відбудові має стати впровадження *вуглецевої оцінки інфраструктурних проєктів (carbon impact assessment)* на етапі проєктування. Таким чином можна враховувати вуглецевий слід кожного об'єкта – від видобутку ресурсів до утилізації – і сприяти вибору більш сталих рішень. Відповідні приклади є в практиці ЄС, зокрема у межах Програми Horizon Europe, де індикатори екологічної ефективності включено до методик оцінки життєвого циклу інфраструктури.

Важливо також зауважити, що внаслідок зруйнування значної кількості об'єктів енергетичної інфраструктури, постає потреба *створення нової архітектури енергозабезпечення*: від децентралізованих енергоефективних мікромереж до будівель із позитивним енергетичним балансом. На цьому етапі доцільним є застосування сучасних рішень: теплових насосів, дахових сонячних панелей, систем накопичення енергії, мікрокогенераційних установок. У довгостроковій перспективі це сприятиме не лише зменшенню викидів, а й зміцненню енергетичної безпеки та адаптації до кліматичних ризиків.

Досвід інших країн, які пережили конфлікти (наприклад, Руанди чи Косово), свідчить, що *планування відбудови* має інтегруватися в національні стратегії сталого розвитку. У випадку України йдеться про узгодження з Національним планом енергетики та клімату (NECP), оновленими NDC (національно визначеними внесками), а також рамкою зеленого фінансування.

Нарешті, повоєнна реконструкція потребує активної участі громад, бізнесу та міжнародних партнерів. Доцільним є впровадження *системи багаторівневої оцінки проєктів* за принципами ESG (екологічного, соціального та управлінського впливу) та забезпечення прозорого доступу до кліматичного фінансування. Це дозволить створити механізми управління відбудовою, які відповідатимуть цілям декарбонізації, кліматичної адаптації та соціальної справедливості.

Відтак, повоєнна реконструкція – це історичний шанс реконструювати країну за принципами кліматичної нейтральності. При цьому важливе значення мають практичні ініціативи (рециклювання руїн, масштабна ВДЕ, цифрові інструменти), що вже тестуються чи впроваджуються. Важливо також не тільки зменшити викиди, а й створити «зелені» робочі місця та цифрову інфраструктуру процесу.

Просторова диференціація стратегій низьковуглецевого розвитку економіки

Для забезпечення ефективності реалізації стратегічних пріоритетів розвитку низьковуглецевої економіки критично важливим є урахування просторових відмінностей у рівні досягнення кліматичних цілей, потенціалу та обмежень регіонів. Узагальнені підходи, засновані на уніфікованому наборі інструментів, не відповідають структурній складності української економіки та гетерогенності її регіонів. У зв'язку з цим за результатами аналізу, проведеного у другому розділі дисертації можемо здійснити кластеризацію регіонів.

Результати просторового аналізу показників середньої ефективності викидів парникових газів, продуктивності діоксиду вуглецю та витрат на охорону атмосферного повітря протягом 2010–2021 рр. свідчать про значну неоднорідність регіонів за рівнем вуглецевого навантаження, еколого-економічної результативності й зусиллями щодо запобігання зміні клімату. Узагальнення цих даних дозволяє здійснити типологізацію регіонів України, яка слугує основою для просторово орієнтованого впровадження стратегічних пріоритетів низьковуглецевого розвитку економіки.

На основі результатів статистичних розрахунків, що відображені на графіку динаміки викидів CO₂ стаціонарними джерелами у розрізі адміністративних областей та м. Києва (рис. 2.8), картодіаграмі інтенсивності економіки (рис. 2.10), картограмі продуктивності діоксиду вуглецю (рис. 2.12), а також картодіаграмі витрат на охорону атмосферного повітря та зміни клімату (рис. 2.14), можна виокремити чотири типи регіонів із відповідними політичними орієнтирами:

Кластер А: Регіони з високим потенціалом низьковуглецевого розвитку – характеризуються низькою або нульовою вуглецевою інтенсивністю (0,0–0,4 т/тис. дол.), наявністю природних поглиначів вуглецю, незначним техногенним навантаженням, відносно високою продуктивністю CO₂ та обмеженими витратами на охорону повітря. До цієї групи належать Івано-Франківська, Чернівецька, Закарпатська, Львівська, Волинська області.

Кластер В: Регіони з помірним і збалансованим рівнем розвитку – охоплює області зі середньою вуглецевою інтенсивністю (0,5–1,0 т/тис. дол.), стабільною продуктивністю CO₂ та відносно помірними кліматичними витратами. Характерними є різномірність економічної структури, наявність потенціалу для розвитку ВДЕ, зростаючі темпи урбанізації. Типові представники: Полтавська, Вінницька, Київська (без м. Києва), Хмельницька, Черкаська, Житомирська області.

Кластер С: Регіони з високим вуглецевим навантаженням – включає найбільш індустріалізовані області, які мають вуглецеву інтенсивність понад 2 т/тис. дол., низьку продуктивність CO₂, найвищі рівні витрат на охорону повітря (зокрема Дніпропетровська – понад 60 тис. грн у середньому, Запорізька – понад 22 тис. грн). До цієї категорії належать Донецька, Луганська, Дніпропетровська, Запорізька області.

Кластер D: Урбанізовані регіони з високим рівнем кінцевого споживання – мають специфічний профіль, де основним джерелом викидів виступають сектор житла, транспорту й торгівлі. Місто Київ, Одеська, частково Харківська області мають середні показники продуктивності викидів і помірно високі витрати на кліматичну політику.

Типологізація регіонів за показниками вуглецевої ефективності, продуктивності та витрат на клімат дає змогу сформувати просторово релевантну політику низьковуглецевого розвитку. Кожен кластер вимагає відмінних організаційно-економічних механізмів, які враховують не лише технічний, а й соціальний, екосистемний і бюджетний потенціал. У результаті, просторове планування кліматичних заходів має здійснюватися з урахуванням

цієї класифікації, що підвищить ефективність та результативність національної кліматичної стратегії в цілому (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

**Кластери регіонів України з урахуванням інтенсивності викидів,
продуктивності CO₂ та кліматичних інвестицій**

Кластер	Стратегічні орієнтири	Рекомендовані заходи
Кластер А. Регіони з високим потенціалом низьковуглецевого розвитку (Івано-Франківська, Чернівецька, Закарпатська, Львівська, Волинська)	Збереження екосистемних поглиначів, стимулювання природної секвестрації, розвиток вуглецево-негативної економіки	– підтримка сталого лісокористування та екосистемних послуг; – компенсаційні механізми за секвестрацію CO₂; – розвиток біоенергетики на основі відходів; – підтримка «зеленого» туризму.
Кластер В. Збалансовані регіони зі середньою інтенсивністю (Полтавська, Вінницька, Хмельницька, Київська (без м. Київ), Черкаська, Житомирська)	Енергомодернізація економіки, розвиток місцевих ВДЕ, екологізація агросектору	– підтримка громадських ВДЕ-проектів; – розвиток біогазу та точного землеробства; – стимулювання ESCO-механізмів у ЖКГ; – електрифікація транспорту та розвиток велоінфраструктури.
Кластер С. Регіони з високим вуглецевим навантаженням (Дніпропетровська, Запорізька, Донецька, Луганська)	Глибока промислова трансформація, справедливий перехід для вугільних регіонів, масштабне кліматичне інвестування	– модернізація підприємств із високими викидами (металургія, ТЕС); – запуск водневих кластерів; – впровадження CCS-технологій; – трансформація вугільних громад; – MRV-системи та екоаудит.
Кластер D. Урбанізовані регіони з високим споживанням енергії (м. Київ, Одеська, частково Харківська)	Зелена урбанізація, декарбонізація транспорту та житла, цифрове управління	– розвиток електротранспорту, зарядної інфраструктури; – енергоефективна реновація житлового фонду; – запровадження муніципальних зелених облігацій; – smart city рішення для управління енергоспоживанням.

**Розроблено дисертанткою.*

Проведене кластерне групування регіонів України формує обґрунтовані просторові межі для реалізації кліматичної політики. Диференціація територій за вуглецевим навантаженням, структурою економіки та екологічним потенціалом дає підстави не лише для адаптації національних пріоритетів, а й для визначення конкретних точок впливу на регіональному рівні. Це відкриває можливість застосовувати гнучкі інструменти – від індустріальної модернізації до підтримки природних поглиначів – відповідно до властивостей кожного типу регіонів.

Органи місцевого самоврядування ухвалюють рішення, що безпосередньо формують траєкторію розвитку громади. Задля досягнення цілей кліматичної трансформації саме вони мають визначити, які технології, форми енергоспоживання чи земельного користування домінуватимуть у межах їхньої території. Від них залежить, чи зберігається локальна ресурсна база, чи зростає вразливість до зовнішніх шоків, і чи буде перехід до низьковуглецевої моделі поверхневими або структурним. У цьому розрізі важливо перейти від формального стратегування до дій, що змінюють правила господарювання та способи взаємодії з довкіллям.

Спроможність органів місцевого самоврядування впливати на рівень викидів парникових газів значною мірою визначається тим, наскільки активно вони включаються в розробку й реалізацію стратегій просторового розвитку, програм реконструкції інфраструктури, планів енергозабезпечення та земельного управління. Як зазначає Л.Т. Гораль, питання енергоефективності та декарбонізації є комплексним і його вирішення в територіальних громадах повинно опиратися на довготермінові плани, тобто слід оцінити потенціал громади, як суспільну та соціально-економічну категорію, з точки зору ефективності споживання енергетичних ресурсів та з метою прийняття адекватних і ефективних управлінських рішень [13, с. 52–53]. Проте у багатьох громадах дотепер бракує практики розрахунку вуглецевого сліду, оцінки потенціалу поглинання, інтеграції екологічних параметрів у бюджетне планування. Без цього жодна стратегія не набуває реального змісту.

Саме на цьому рівні можна забезпечити зв'язок між регіональною специфікою та вимогами національних кліматичних орієнтирів. Йдеться про

розробку планів адаптації до змін клімату, карт вразливості територій, програм енергоефективності для житлового фонду, підтримки локальних проєктів із виробництва відновлюваної енергії. Роль місцевої влади тут полягає не тільки в ухваленні рішень, але й у вибудовуванні партнерств з бізнесом, освітніми закладами, громадськими ініціативами, міжнародними донорами. Саме така міжсекторна взаємодія підвищує шанси на довгостроковий результат.

Європейський досвід свідчить, що в країнах із децентралізованими кліматичними підходами роль муніципалітетів у трансформації є вирішальною. Зокрема, у межах ініціативи «Угода мерів щодо клімату та енергії» понад 10 тисяч муніципалітетів у країнах ЄС ухвалили плани сталого енергетичного розвитку та клімату (SECAP), що стали обов'язковою умовою для отримання фінансування. Істотною рисою цих практик є поєднання довгострокових цілей із конкретними управлінськими рішеннями, підкріпленими відповідними повноваженнями й фінансовими інструментами.

На практиці ініціатива «Угода мерів щодо клімату та енергії» демонструє, як українські органи місцевого самоврядування можуть використовувати європейські стандарти для формування локальних кліматичних стратегій. Для місцевих рад підписання Угоди означає взяття зобов'язань зі скорочення викидів, розробки Плану сталого енергетичного розвитку та клімату (SECAP), включаючи механізми моніторингу, залучення громади та адаптації до кліматичних ризиків. Наразі в Україні вже є понад 350 підписантів, що вдало інтегрували ці практики у свої стратегії розвитку [252].

Участь українських громад в аналогічних ініціативах відкриває шлях до залучення технічної допомоги, формування нових стандартів управління та адаптації інституційної архітектури до завдань кліматичної нейтральності. Це особливо актуально у світлі необхідності інтеграції до політик ЄС, де принцип багаторівневого кліматичного врядування є системоутворювальним.

Міжнародна інтеграція та зелена дипломатія задля реалізації стратегічних пріоритетів

Після початку повномасштабного вторгнення Україна отримала нову позицію в міжнародній кліматичній політиці – як держава, що водночас постраждала від збройної агресії та бере участь у відбудові із дотриманням кліматичних стандартів. На COP 27 та COP 28 були вперше озвучені питання впливу війни на викиди ПГ, секвестраційний потенціал та кліматичну безпеку. З'явилась підтримка окремих інструментів, як-от: Ukraine Green Recovery Plan, Європейський кліматичний банк реконструкції (EIB Green Reconstruction Facility) та проєкти Європейського кліматичного фонду.

Водночас Україна є асоційованим учасником Європейського зеленого курсу, що передбачає не лише імплементацію енергетичних і екологічних директив, а й узгодження фіскальної політики, технічного регулювання, принципів сталого фінансування (taxonomy, disclosure, ESG-звітність). На рівні регіонів і громад це означає потребу приведення стратегій та інвестиційних програм у відповідність до зелених критеріїв.

Важливим напрямом залишається участь у партнерствах та механізмах: Climate Investment Funds, Green Climate Fund, Eastern Partnership Climate Resilience Initiative, Pact for Impact. На сьогодні жоден із них не використовується Україною системно – здебільшого через фрагментованість підходів до кліматичної політики та відсутність чіткої системи координування між центральними органами виконавчої влади, регіонами і громадами.

Участь України в міжнародних кліматичних процесах та європейських інтеграційних ініціативах створює низку можливостей для посилення внутрішньої кліматичної політики – від доступу до фінансування й технологій до включення в глобальні переговорні формати. З урахуванням поточних викликів і перспектив визначено п'ять ключових напрямів, у межах яких доцільно реалізовувати політику міжнародної інтеграції та «зеленої дипломатії» (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Рекомендації щодо міжнародної інтеграції та зеленої дипломатії України в контексті реалізації кліматичних стратегій

Напрямок	Рекомендовані дії
1. Гармонізація з політикою ЄС	– запровадити ESG-критерії для державних та муніципальних інвестицій; – визначити механізми узгодження регіональних стратегій із Green Deal;
2. Участь у міжнародних механізмах	– сформувати національний проєктний портфель для подання в Green Climate Fund, CIF тощо; – підготувати муніципалітети до участі в EU Missions: Climate-Neutral and Smart Cities;
3. Зміцнення кліматичної дипломатії	– розвивати національні платформи для участі у перемовинах COP, UNFCCC; – ініціювати регіональні кліматичні альянси (Карпати, степові зони);
4. Адаптація до СВМ та зеленої торгівлі	– провести оцінку впливу СВМ на експортні галузі; – створити систему обліку вуглецевого сліду продукції для експорту до ЄС;
5. Інституціоналізація зовнішніх інструментів	– заснувати координаційну структуру з міжнародного кліматичного фінансування; – розробити національну цифрову платформу моніторингу проєктів, профінансованих із зелених фондів;

**Запропоновано дисертанткою.*

Водночас ефективне використання цих можливостей потребує стратегічної узгодженості дій на національному та регіональному рівнях, чіткої інституційної архітектури та системи прийняття рішень. Запропоновані кроки спрямовані на зміцнення інституційної спроможності держави діяти в координованому форматі як на міжнародному, так і на внутрішньому рівні. Їх реалізація дозволить розширити доступ до зовнішніх ресурсів, забезпечити адаптацію економіки до нових регуляторних вимог зі сторони ЄС, сформувати повноцінну систему кліматичного фінансування, а також закріпити політичну суб'єктність України в глобальних кліматичних переговорах.

Отже, реалізація стратегічних пріоритетів низьковуглецевого розвитку економіки України потребує не лише формального закріплення кліматичних цілей, а й адаптації інструментів впливу до просторової специфіки регіонів, рівня їх інституційної спроможності та можливостей для залучення міжнародної підтримки. Виявлені кластери регіонів та відповідні стратегічні орієнтири

дозволяють сформувати диференційовану політику декарбонізації, що враховує структурні, екологічні та соціальні особливості територій. Інституційна координація, залучення органів місцевого самоврядування та громадянського суспільства, а також інтеграція в міжнародні кліматичні ініціативи є ключовими умовами для забезпечення сталої кліматичної трансформації в Україні у післявоєнний період.

Висновки до розділу 3

1. Проведене регресійне моделювання дало змогу кількісно визначити силу впливу окремих складових низьковуглецевого розвитку економіки України та встановити статистично обґрунтовану залежність між інтегральним індексом і його соціальною, екологічною та економічною детермінацією. Результати моделювання засвідчили, що найбільший вплив на інтегральний показник здійснює соціальна складова ($\beta = 0,308$), що свідчить про пріоритетну роль поведінкових і культурних трансформацій у процесі декарбонізації. Високий вплив також фіксується з боку екологічної складової ($\beta = 0,281$), що зумовлено ефективністю природних поглиначів, часткою ВДЕ та структурою енергоспоживання. Економічний компонент ($\beta = 0,257$) хоча й має відносно менший внесок, залишається визначальним елементом, який формує базу для впровадження відповідних змін. Високе значення коефіцієнта детермінації ($R^2 = 0,983$), підтверджена нормальність залишків, відсутність мультиколінеарності та прийнятне значення статистики Дарбіна-Уотсона засвідчили належну якість, стабільність і прогностичну здатність побудованої моделі, що дозволяє її використання для формування адаптивної кліматичної політики на макрорівні.

2. На основі результатів регресійного аналізу запропоновано три стратегічні вектори заходів, орієнтованих на найбільш впливові складові низьковуглецевого розвитку економіки. Для соціальної сфери доцільним є запровадження широкої освітньої політики із формування культури низьковуглецевого стилю життя, інституціоналізація екологічної поведінки

через міждисциплінарну інтеграцію знань у системі вищої освіти, а також активне залучення громадськості до процесів декарбонізації. У межах екологічного напрямку обґрунтовано необхідність підтримки природних поглиначів вуглецю, впровадження LULUCF-звітності, розвитку ВДЕ, екологічної сертифікації публічних проєктів та розробки локальних вуглецевих бюджетів. Економічний блок потребує реалізації цінових інструментів (карбоновий податок, ETS), розвитку «зеленого» фінансування, ESG-звітності та внутрішнього корпоративного ціноутворення на вуглець. Таким чином, побудована модель не лише підтверджує зв'язок між складовими розвитку, але й формує аналітичну основу для розробки комплексної системи управлінських рішень з урахуванням міждисциплінарних взаємозв'язків у соціально-еколого-економічній системі.

3. Обґрунтовано концептуальну модель організаційно-економічного механізму розвитку низьковуглецевої економіки, що відображає системну взаємодію цілей, суб'єктів, об'єктів, функціональних блоків, принципів і груп інструментів. Побудова механізму ґрунтується на виявлених за результатами моделювання домінантних соціальних та екологічних детермінантах, що визначають динаміку низьковуглецевого розвитку економіки. У межах механізму розкрито зміст трьох функціональних блоків (соціального, екологічного та економічного), кожен з яких структурно пов'язаний із відповідною групою інструментів впливу, а також визначено перелік очікуваних результатів реалізації механізму на національному та регіональному рівнях.

4. Визначено актуальний стан і потенціал розвитку інституційного середовища, виявлено сильні та слабкі сторони функціонування ключових органів і організацій, а також обґрунтовано необхідність створення нових інституційних елементів – зокрема кліматичних офісів, національного оператора кліматичних даних та інтегрованих систем моніторингу. Здійснено класифікацію інструментів механізму за п'ятьма групами: нормативно-правовими, економічно-фінансовими, наглядово-контролюючими, техніко-технологічними та освітньо-просвітницькими. Очікувані результати реалізації механізму

охоплюють як екологічні й економічні, так і соціальні ефекти, зокрема зниження вуглецевої інтенсивності, зростання частки ВДЕ, посилення інституційної спроможності громад і забезпечення справедливого переходу.

5. Визначено стратегічні пріоритети низьковуглецевого розвитку економіки України, що охоплюють трансформацію енергетики, промисловості, транспорту, агросектору, житлового фонду та управління відходами на засадах кліматичної нейтральності, а також розвиток кліматичного врядування, зеленої інфраструктури та компетентностей. Проведений SWOT- та TOWS-аналіз став методологічною основою для виявлення структурних дисбалансів, оцінки бар'єрів і точок зростання у впровадженні низьковуглецевих практик, що дозволило пов'язати стратегічні орієнтири з реальними інституційними та ресурсними можливостями. Обґрунтовано необхідність міжвідомчої координації, залучення громад до формування планів дій і побудови багаторівневої інституційної системи для реалізації декарбонізаційної політики.

6. Проведена кластеризація регіонів України за рівнем вуглецевої інтенсивності, продуктивності CO₂ та обсягами кліматичних витрат дозволила запропонувати просторово диференційовані механізми реалізації кліматичної політики. Для кожного кластеру сформульовано окремі стратегічні орієнтири та відповідні організаційно-економічні механізми реалізації кліматичної політики: від підтримки природних поглиначів і розвитку біоекономіки – до глибокої індустріальної модернізації та запуску водневих кластерів. Доведено, що саме на рівні регіонів і громад відбувається операціоналізація кліматичних рішень, зокрема через інструменти просторового планування, локальні енергетичні ініціативи та партнерства з бізнесом. Встановлено, що поєднання регіональної типології з інструментами міжнародної інтеграції та залученням місцевого самоврядування створює підґрунтя для ефективного переходу до низьковуглецевої моделі розвитку в повоєнний період.

Основні положення третього розділу дисертаційної роботи апробовано у працях [29, 30, 16, 14, 22, 15, 191].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі здійснено теоретичне узагальнення та запропоновані нові наукові підходи до розв'язання актуального науково-практичного завдання, що полягає у поглибленні теоретико-методичних засад та розробці практичних напрямів удосконалення організаційно-економічного забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки України. Отримані результати дослідження дали можливість сформулювати наступні висновки:

1. Розвинуто теоретичні основи низьковуглецевої економіки як міждисциплінарної екологоорієнтованої теорії суспільного розвитку, спрямованої на досягнення кліматичної нейтральності, що органічно інтегрована в систему сталого розвитку та зеленої економіки та одночасно гармонійно взаємодіє з принципами циркулярної та блакитної економіки. Узагальнено підходи різних наукових шкіл до визначення змісту поняття низьковуглецевої економіки, на основі чого запропоновано власне визначення, що поєднує екологічну орієнтацію розглянутої концепції з соціально-економічним розвитком. Виокремлено три послідовних етапи розвитку низьковуглецевої парадигми: зародження або фізико-хімічний (XIX ст. – 1978 р), концептуальний або екологічний (1979 – 1996 рр.), прикладний або економічний (1997 – донині). Ретроспективний аналіз становлення розглянутих ідей свідчить про перехід від наукового усвідомлення проблеми зміни клімату до глобальної координації заходів із її стримування та адаптації.

2. Обґрунтовано концептуальні засади забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки як цілісної системи, що поєднує теоретичні засади, стратегічні орієнтири та інституційно-управлінські рішення для формування сталої, конкурентоспроможної та енергоефективної економіки з мінімальними викидами парникових газів. Визначені принципи, прикладні та організаційні цілі створюють теоретичне підґрунтя для ефективного впровадження низьковуглецевого розвитку на всіх рівнях. Основні завдання, до яких належить трансформація енергетики, декарбонізація неенергетичних галузей, розвиток

кліматично нейтрального транспорту, підвищення секвестрації вуглецю, адаптація до кліматичних змін, формування економічних регуляторів та низьковуглецевої культури, спрямовані на комплексне зниження вуглецевого сліду, зміцнення екологічної стійкості та забезпечення соціально-економічної безпеки, при чому максимальна ефективність досягається лише за умови синергетичного виконання запропонованих завдань. Виокремлені нормативно-правові та фінансово-економічні інструменти реалізації концепції (міжнародні угоди, національні стратегії та законодавство, вуглецевий податок, зелені облігації, ESG-інвестиції, субсидії та пільгове кредитування), спрямовані на стимулювання переходу до кліматично нейтрального господарювання. Реалізація концепції забезпечуватиме комплексну трансформацію суспільства на засади кліматично нейтрального зростання, сприятиме сталому розвитку, збереженню природного середовища та підвищенню якості життя населення, поєднуючи екологічний, економічний та соціальний ефекти.

3. Запропоновано методичний підхід до діагностики стану та тенденцій розвитку низьковуглецевої економіки, що складається із чотирьох послідовних етапів. Перший етап передбачає характеристику передумов та дозволяє чітко виокремити нормативно-правові, інституційні, економічні, соціальні та екологічні стимули та бар'єри розвитку низьковуглецевої економіки. Багаторівневий аналіз стану та тенденцій розвитку низьковуглецевої економіки, що проводиться на другому етапі, дає можливість комплексно оцінити економічну, соціальну та екологічну складову розвитку низьковуглецевої економіки. На третьому етапі здійснюється розрахунок інтегрального індексу за показниками часткових блокових індексів, що забезпечує кількісну та якісну оцінку поточного рівня та динаміки розвитку низьковуглецевої економіки. Суть четвертого етапу полягає у проведенні кореляційно-регресійного моделювання, на основі якого визначаються внесок економічної, соціальної і екологічної складової у інтегральний індекс, що створює науково обґрунтовану основу для формування ефективного організаційно-економічного механізму та визначення стратегічних пріоритетів низьковуглецевого розвитку. Така оцінка розвитку

низьковуглецевої економіки виступає фундаментом для формування результативних стратегій і прийняття обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на досягнення кліматичної нейтральності суспільства.

4. Охарактеризовано передумови розвитку низьковуглецевої економіки, серед яких окремо проаналізовані нормативно-правові, інституційні, економічні, соціальні та екологічні. Нормативно-правові передумови свідчать, що перехід України на низьковуглецевий розвиток ґрунтується на комплексному національному та міжнародному нормативно-правовому регулюванні, яке забезпечує скорочення викидів парникових газів, підвищення енергоефективності та формування стратегічних умов для кліматично нейтрального стійкого розвитку економіки. Інституційні передумови демонструють розгалужену управлінську структуру забезпечення розвитку низьковуглецевої економіки з чітким розподілом функцій між законодавчими, виконавчими та місцевими органами влади, що дозволяє координувати дії на національному, регіональному та місцевому рівнях, інтегрувати кліматичну політику у різні сектори економіки та стимулювати енергоефективність, проте певна фрагментарність взаємодії та обмежена координація між різними інституційними рівнями знижують їхню ефективність. Економічні передумови вказують на наявність формально визначених інструментів обмеження викидів парникових газів і стимулювання переходу на «зелені» технології, зокрема через податок на викиди CO₂, «зелений» тариф, грантові проекти та програми енергоефективності для населення, проте їхня низька ефективність зумовлена обмеженою ставкою податку, недостатньою координацією використання бюджетних коштів та фрагментарністю підтримки низьковуглецевого розвитку демонструють, що наявні заходи поки не забезпечують системного та результативного розвитку кліматично нейтральної економіки. Соціальні передумови відображають зацікавленість українського суспільства у переході до низьковуглецевої економіки та формуванні відповідальної екологічної поведінки, що проявляється через освітні ініціативи, просвітницькі програми, діяльність громадських організацій і активність трудових колективів, проте

ефективність цих заходів також обмежена їхньою фрагментарністю та відсутністю системного, узгодженого підходу. На основі екологічних передумов можна зробити висновок про нагальну необхідність скорочення антропогенних викидів парникових газів, оскільки вони спричиняють потепління та сезонну асиметрію температур, трансформацію вологообміну й режиму випадання опадів, порушення саморегуляції природно-територіальних комплексів і посилення екстремальних природних явищ, що загрожує екологічній рівновазі та якості життя населення. Розглянуті передумови свідчать про потребу подальшого розвитку та удосконалення інструментів низьковуглецевої економіки в Україні.

5. Подальшого розвитку набуло проведення аналізу соціальних, економічних та екологічних параметрів низьковуглецевої економіки на основі комплексного поєднання абсолютних і відносних показників (зокрема обсягів викидів парникових газів, вуглецевої інтенсивності, продуктивності CO₂, інвестицій у охорону атмосферного повітря, вуглецевого сліду населення, індикаторів транспортної поведінки, структури енергоспоживання та вуглецевого балансу земельного покриття), з урахуванням регіональної та галузевої деталізації, а також розмежування скорочення емісій, спричиненого деструктивними чинниками (кризами, війною, спадом виробництва), і змін, що стали наслідком цілеспрямованої декарбонізації. Це дало можливість сформувати аналітичну основу для побудови інтегрального індексу низьковуглецевого розвитку економіки, ідентифікувати регіональні диспропорції та секторальні обмеження, що розширює потенціал використання отриманих результатів у формуванні й адаптації кліматичної політики на національному та місцевому рівнях.

Аналіз сучасного стану низьковуглецевої економіки України засвідчив наявність суперечливої динаміки між декларованими цілями декарбонізації та фактичними процесами в економіці, де скорочення викидів часто є наслідком кризових явищ, а не цілеспрямованої екологічної трансформації. Дослідження економічних, соціальних та екологічних параметрів дозволило виявити

регіональну концентрацію вуглецемістких галузей, нерівномірність інвестицій у природоохоронну діяльність, обмежену доступність низьковуглецевої інфраструктури та недостатню поглинальну здатність екосистем. Виявлені просторові та структурні диспропорції окреслюють виклики для кліматичної політики та підтверджують необхідність її переорієнтації на регіонально диференційований, секторально чутливий та системно підтриманий курс до кліматичної нейтральності.

6. Проведена інтегральна оцінка розвитку низьковуглецевої економіки України дозволила вперше здійснити комплексний аналіз декарбонізаційних процесів у національній економіці з урахуванням їх економічної, соціальної та екологічної складових, що дало змогу кількісно охарактеризувати системність, глибину та нерівномірність низьковуглецевої трансформації: зафіксовано поступове скорочення вуглецевої інтенсивності виробництва, зростання продуктивності викидів CO₂, збільшення частки відновлюваних джерел енергії та відновлення природних поглиначів вуглецю, водночас виявлено ризики уповільнення соціальної адаптації до декарбонізаційних вимог, що обумовлює необхідність посилення інституційних і фінансових стимулів розвитку низьковуглецевих технологій у побутовому секторі та транспортній інфраструктурі.

7. Обґрунтовано організаційно-економічні заходи розвитку низьковуглецевої економіки на основі результатів регресійного моделювання, що дало змогу кількісно оцінити силу впливу соціальної, екологічної та економічної складових на інтегральний індекс низьковуглецевого розвитку економіки України. Побудовано авторську модель множинної лінійної регресії з високими параметрами статистичної надійності ($R^2 = 0,983$; $DW = 1,25$; $p < 0,01$; $VIF < 5$), у межах якої встановлено, що найбільший вплив здійснює соціальна складова ($\beta = 0,308$), тоді як екологічна ($\beta = 0,281$) та економічна ($\beta = 0,257$) є взаємодоповнюючими структурними чинниками. Набув подальшого розвитку методичний підхід до виявлення детермінант низьковуглецевого розвитку економіки шляхом побудови цілісної регресійної моделі, яка, на відміну від

наявних фрагментарних чи якісних оцінок, дозволила кількісно ранжувати вплив кожного з напрямів, перевірити статистичну обґрунтованість моделі та використати її для формування адаптивної політики. На основі результатів моделювання запропоновано три взаємопов'язані вектори організаційно-економічних заходів: соціальний (розвиток низьковуглецевої освіти, формування кліматичної поведінки), екологічний (управління природними поглиначами, моніторинг вуглецевого балансу, підтримка ВДЕ) та економічний (цінові та інвестиційні стимули, інституційні механізми корпоративної відповідальності). Запропонована модель створила аналітичне підґрунтя для стратегічного управління низьковуглецевою трансформацією на макрорівні з урахуванням диференційованого впливу її складових.

8. У результаті проведеного дослідження набуло подальшого розвитку наукове уявлення про організаційно-економічний механізм розвитку низьковуглецевої економіки як цілісної, багаторівневої, адаптивної системи управлінських рішень, що охоплює цільову, суб'єктно-об'єктну, інституційну, функціональну, складові, сукупність принципів та інструментів, що узгоджені між собою за змістом, ієрархією й логікою реалізації. Сутнісною особливістю механізму є його побудова з урахуванням виявлених у межах моделювання домінантних соціальних і екологічних чинників, що визначають динаміку низьковуглецевого розвитку, а також структуризація за трьома функціональними блоками – соціальним, екологічним та економічним – із чітко окресленим набором інструментів впливу. Механізм зорієнтований на досягнення кліматичної нейтральності, забезпечення справедливого соціального переходу, стимулювання «зелених» інвестицій, зниження вуглецевої інтенсивності ВВП, зміцнення інституційної спроможності громад і формування кліматично стійкої економіки.

9. Розроблено цілісну систему стратегічних пріоритетів низьковуглецевого розвитку економіки України, яка охоплює трансформацію енергетики, промисловості, транспорту, агросектору, сфери поводження з відходами, житлового фонду, а також механізми інституційної координації,

регіональної реалізації та міжнародної інтеграції. У межах дослідження застосовано SWOT- та TOWS-аналіз, який дав змогу системно зіставити внутрішні передумови й зовнішні виклики реалізації кліматичної політики в Україні та визначити обмеження, що унеможливлюють уніфіковані підходи. Здійснено просторову класифікацію регіонів за рівнем вуглецевого навантаження, інституційною спроможністю та екосистемним потенціалом і на її основі обґрунтовано напрями дій для кожного типу територій. Набуло подальшого розвитку визначення стратегічних пріоритетів низьковуглецевого розвитку соціально-економічної системи України на основі інтеграції просторового аналізу, кластеризації регіонів та оцінки їхньої трансформаційної здатності, що дало змогу сформулювати адаптивну модель кліматичної політики, узгоджену з європейськими регуляторними підходами та сучасними викликами післявоєнного відновлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. АТ «Фонд декарбонізації України». Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України : вебсайт. URL: <https://saee.gov.ua/at-fond-dekarbonizatsii-ukrainy> (дата звернення: 29.06.2025).
2. Безпечна, стійка та швидка відбудова України. Консорціум S3RoU : вебсайт. 2024. URL: <https://www.circular-concrete.in.ua/ua> (дата звернення: 20.06.2025).
3. Богун В. До питання про суб'єктів здійснення державної кліматичної політики у сфері господарської діяльності. *Економіка та право*. 2025. № 4. С. 64–73. DOI: <https://doi.org/10.15407/econlaw.2024.04.064>
4. Бюджетний кодекс України : Закон України від 08. лип. 2010 р. № 2456-VI, поточна редакція від 05 бер. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17#Text> (дата звернення 28.03.2025).
5. Вакуленко І.А. Альтернативна енергетика в умовах фінансово-економічної кризи. *Екологічний менеджмент у загальній системі управління* : збірник тез доповідей Тринадцятої щорічної всеукраїнської наукової конференції, м. Суми, 17-18 квітня 2013 р. Суми : СумДУ, 2013. С. 25–27.
6. Вакуленко І.А., Колосок С.І. Взаємозв'язок smart grids концепції з оновленням теплоенергетики України. *Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка*. 2019. № 1. С. 14–18. DOI: <https://doi.org/10.21272/1817-9215.2019.1-2>
7. Вакуленко І.А., Мінченко М.Г., Хоменко Л.М. Витрати на інноваційну діяльність як драйвер інтенсифікації трансферу інновацій в сфері енергетики. *Інфраструктура ринку*. 2022. № 69. С. 8–13.
8. Васенко О.Г. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія / О.Г. Васенко, О.В. Рибалова, С.Р. Артем'єв, Н.С. Горбань, Г.В. Коробкова, В.О. Полонцева, О.В. Козловська, А.О. Мацак, А.А. Савічев. Харків : НУГЗУ, 2015. 419 с.

9. Висоцька О.Є. Освіта для сталого розвитку : науково-методичний посібник. Дніпро : Роял Принт, 2011. 200 с.

10. Внесок грантерів ЕРАІУ до формування еко-політик і програм протягом реалізації інституційних грантів (2019–2023) : аналіт. звіт / Міжнар. фонд «Відродження», ЕРАІУ; Київ, 2023. 40 с. URL: <https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2023/11/vnesok-granteriv-epaiu-do-formuvannya-eko-politik-i-program-protyagom-realizaczi%D1%97-instituczijnih-grantiv-2019-2023.pdf> (дата звернення: 10.07.2025).

11. Волосяк М., Степаненко Т., Максимова І. Економічні механізми стимулювання зелених інвестицій та підприємництва. *Економіка та суспільство*. 2024. № 60. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-60-127>

12. Гнедіна К., Сорока А. Декарбонізація економіки як чинник забезпечення кліматично нейтрального майбутнього: сучасні виклики і перспективи в Україні та світі. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 54. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-54-76>

13. Гораль Л.Т. Концептуальний підхід до формування бюджетної політики в сфері декарбонізації в умовах територіальної децентралізації. *Фінансові аспекти декарбонізації в контексті трансформації нафтогазової галузі* : колективна монографія / За заг. ред. І.Г. Фадєєвої, Л.Т. Гораль. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2024. 283 с. URL: <http://elar.nung.edu.ua/bitstream/123456789/9346/3/7387s.pdf> (дата звернення: 21.06.2025).

14. Горбач В. В. Вплив глобальних змін клімату на міграцію населення. *Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень»* (16–17 травня 2023 року). Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки, 2023. С. 212–215.

15. Горбач В. Нормативно-правове забезпечення низьковуглецевого розвитку України. *Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук: збірник матеріалів VIII Міжнар. наук. практ. конф. (14 листопада 2024 р)*

/ відп. ред. Шуляк Н.О., Зінченко М.О. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2024. С. 65–68.

16. Горбач В. В. Глобальні зміни клімату та шляхи їх вирішення. *Прикладна економіка: від теорії до практики. Матеріали доповідей учасників Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції (27–28 березня 2023 р.)* / відп. ред. Л. М. Горбач. Луцьк : Волинський інститут ім. В. Липинського ПрАТ «ВНЗ «МАУП», 2023. С. 100–102.

17. Горбач В. В. Динаміка викидів двоокису вуглецю в Україні. *Вектори модернізації економіки України в контексті сталого розвитку. Матеріали доповідей учасників Міжнародної науково-практичної конференції (29–30 травня 2023 р.)* / відп. ред. Л. М. Горбач. Луцьк: Волинський інститут ім. В. Липинського ПрАТ «ВНЗ «МАУП», 2023. С. 271–273.

18. Горбач В. В. Динаміка емісії діоксиду вуглецю у Волинській області. *Rebuild Ukraine: справа всього цивілізованого світу: збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції (Луцьк, 15 березня 2023 р.)*. / за заг. ред. Н. В. Павліхи. Луцьк: Вежа-Друк, 2023. С. 145–148.

19. Горбач В. В. Ретроспективний аналіз зародження низьковуглецевої парадигми. *European perspective: міждисциплінарний дискурс у контексті сучасних викликів і можливостей: збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції (Луцьк, 29 лютого 2024 р.)*. / Заг. ред. та упорядк.: Цимбалюк І.О. Луцьк : Вежа-Друк, 2024. С. 260–263.

20. Горбач В. В., Мельнічук М.М. Динаміка викидів забруднюючих речовин у повітряний басейн Волинської області. *Регіон – 2021: стратегія оптимального розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 21 жовтня 2021 р.)* / Гол. ред. колегії Л. М. Нємець. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2021. С. 122–124.

21. Горбач В.В. Аналіз підходів до трактування поняття низьковуглецевого розвитку. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. VIII*

Міжнародний конгрес : збірник матеріалів. (16–18 жовтня 2024, Україна, Львів). Київ : ГО «МНГ» 2024. С. 67.

22. Горбач В.В. Впровадження ідей низьковуглецевої економіки в освітній процес закладів вищої освіти. *Матеріали XXIX Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, № 44: у 3 томах: «Стратегії формування проєвропейських ціннісних орієнтирів у студентському середовищі», 30 квітня 2024 року / ПЗВО «Київський міжнародний університет».* Київ : КиМУ, 2024. Т 2. С. 14–18.

23. Горбач В.В. Економічні механізми стимулювання низьковуглецевого розвитку в Україні. *Цифрова економіка та економічна безпека.* 2025. № 3(18). С. 19–24. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.18-3>

24. Горбач В.В. Концепція низьковуглецевого розвитку: періодизація становлення в науці та суспільстві. *Приазовський економічний вісник.* 2025. № 1(41). С. 10–17. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-4263/2025-1-2>

25. Горбач В.В. Концепція низьковуглецевої економіки: місце в системі сучасних екологоорієнтованих суспільних концепцій. *Економічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки.* 2024. №. 39. С. 22–33. DOI: <https://doi.org/10.29038/2786-4618-2024-03-22-33>

26. Горбач В.В. Податок на викиди діоксиду вуглецю як економічний інструмент стримування змін клімату. *Innovative educational technologies: European experience and its application in training in economics and management : Proceedings of scientific and pedagogical internship (May 5 – June 15, 2025, Riga, Latvia).* Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2025. С. 12–14. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-576-1-4>

27. Горбач В.В. Роль Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України у реалізації низьковуглецевої політики держави. *Економіка відновлення та інклюзивний розвиток територій : VIII Міжнародна науково-практична конференція (15 червня 2025 р).* 2025. С. 12–14.

28. Горбач В.В. Теоретичні підходи до визначення понять потепління клімату та зміни клімату. *Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної*

конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень» (14–15 травня 2024 року). Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2024. С. 109–112.

29. Горбач В.В. Фінансові інструменти декарбонізації: механізми зелених облігацій та ESG-інвестицій. *Економіка та суспільство*. 2025. № 75. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-75-33>

30. Горбач Л.М., Горбач В.В., Мельчук Н.М. Глобальні екологічні виклики: причини та наслідки. *Географія та туризм: Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції Харківського національного педагогічного університету ім. Г.С. Сковороди* (28 лютого – 1 березня 2023 р., м. Харків) / за заг. ред. Ю.І. Муромцевої. Харків : ХНПУ ім. Г.С. Сковороди, 2023. С. 257–263.

31. Гурочкіна В.В., Будзинська М.С. Циркулярна економіка: українські реалії та можливості для промислових підприємств. *Економічний вісник. Серія: фінанси, облік, оподаткування*. 2020. Вип. 5. С. 52–64.

32. Давимука С. Стратегічний підхід до формування моделі декарбонізації економіки: регіональний аспект. *Економіка та право*. 2024. № 4. С. 123–137. DOI: <https://doi.org/10.15407/econlaw.2024.04.123>.

33. Данильян О.Г., Дзьобань О.П. Методологія наукових досліджень : підручник. Харків : Право, 2019. 368 с.

34. Де Клерк Л., Шлапак М., Шмурак А., Михайленко О., Гасан-Заде О., Кортуйс А., Засядько Є. Вплив російської війни в Україні на клімат: 24 лютого 2022 – 23 лютого 2023. Ініціатива з обліку викидів парникових газів внаслідок війни. 2023. 101 с. URL: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/07/vplyv-ros-viyny-na-klimat-2023.pdf> (дата звернення: 19.06.2025).

35. Державна стратегія регіонального розвитку на 2021–2027 роки: постанова Кабінету Міністрів України від 5 серп. 2020 р. № 695, поточна редакція від 13 серп. 2024 р. № 940. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/695-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення 07.06.2025).

36. Держенергоефективності готує фінансові інструменти для реновацій та будівництва енергоефективного житла. *Урядовий портал* : вебсайт. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/derzhenerhoefektyvnosti-hotuie-finansovi-instrumenty-dlia-renovatsii-ta-budivnytstva-enerhoefektyvnoho-zhytla> (дата

звернення: 15.06.2025).

37. Досвід розбудови розумних енергетичних мереж на міжнародному рівні : монографія / І.А. Вакуленко та ін. Суми : СумДУ, 2019. 109 с.

38. Дослідження результативності та економічної ефективності державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв із відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010–2020 роки за результатами обстеження учасників програми у 2015–2020 рр. / Держенергоефективності. Київ. 2021. 20 с. URL: <https://saee.gov.ua/static-objects/saee/sites/1/Files/Derzhavna%20pidtrymka/Teplii%20kredit/otsinka-tk-14062021.pdf> (дата звернення 06.04.2025).

39. Енергетична стратегія. *Міністерство енергетики України* : вебсайт. 2022. URL: <https://www.mev.gov.ua/reforma/enerhetychna-stratehiya-0> (дата звернення 23.05.2025).

40. Європейський зелений курс: вплив на політику та законодавство України у сферах енергетики, клімату та довкілля. *DiXi Group* : вебсайт. 2024. URL: <https://dixigroup.org/analytic/yevropejskyj-zelenyj-kurs-vplyv-na-polityku-ta-zakonodavstvo-ukrayiny-u-sferah-energetyky-klimatu-ta-dovkilliya> (дата звернення: 20.06.2025).

41. Єдиний реєстр з моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів. *ЕкоСистема національна онлайн-платформа, яка містить актуальну інформацію про стан довкілля* : вебсайт. URL: <https://eco.gov.ua/ustanovky-z-monitorynhu-vykydiv-parnykovykh-haziv> (дата звернення 24.06.2025).

42. Звіт про діяльність у 2023 році / Українська кліматична мережа 25 с. URL: <https://ucn.org.ua/wp-content/uploads/2024/02/%D0%A3%D0%9A%D0%9C-%D0%B7%D0%B2%D1%96%D1%82-2023.pdf> (дата звернення 14.06.2025).

43. Іванюта С. Пріоритети кліматичної політики України в контексті європейської інтеграції : аналіт. доп. *Національний інститут стратегічних досліджень*. Київ, 2024. 32 с. URL: <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2024-06/climate-2105-2024.pdf> (дата звернення: 09.07.2025).

44. Інституційно-правові основи адаптації до зміни клімату в Україні / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 2023. 33 с. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/2_Instytutsijno-pravovi-osnovy-adaptatsiyi-do-zminy-klimatu-v-Ukrayini.pdf (дата звернення: 26.07.2025).

45. Іоанно В.В., Тарасова О.В., Кузьменко О.Ю. Фінансова система та інструменти сталого інвестування: перспективи для підприємств. *Економічний простір*. 2025. № 199. С. 191–197. DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.199.191-197>.

46. Караєва Н.В. Низьковуглецева економіка – передумова сталого розвитку України. *Економічні проблеми сталого розвитку*. 2013. № 3. С. 27–29.

47. Карнаушенко А.С. Розвиток ринку зелених облігацій у контексті глобальної стратегії сталого розвитку та переходу до циркулярної економіки. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*. 2024. № 16. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2024-16-06-01>.

48. Київська школа енергетичної політики. *KSEP* : вебсайт. URL: <https://ksep.energy/> (дата звернення 15.06.2025).

49. Кіотський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату ООН : міжнародний документ від 11.12.1997 р., Організація Об'єднаних Націй. 1997. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_801#Text (дата звернення 02.10.2024).

50. Кліматична (не)справедливість: вплив зміни клімату на вразливі соціальні групи в містах України / ГО «Еколтава», Аналітичний центр Cedos; за підтримки Фонду ім. Гайнріха Бьоля, Бюро Київ – Україна. Київ, 2020. 72 с. URL: <https://cedos.org.ua/researches/klimatychna-nespravedlyvist-vplyv-zminy->

klimatu-na-vrazlyvi-sotsialni-hrupy-v-mistakh-ukrainy/ (дата звернення: 09.07.2025).

51. Кліматичні дані по Україні. Середня місячна температура повітря по Україні / Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського. URL: <http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/uk/diialnist/klimatolohichna/klimatychni-danni-po-ukraini> (дата звернення 12.03.2025).

52. Коренева І.М. Особливості освіти для сталого розвитку у зарубіжних країнах: регіональний аспект. *Web of Scholar*. 2018. Vol. 4(22). Р. 14–22.

53. Корнелюк О.А. Циркулярна та низьковуглецева економіка в системі інклюзивної трансформації України. *Інклюзивна відбудова України: економічна, соціальна та просторово-технологічна реінтеграція* : кол. монографія / за заг. ред. Н.В. Павліхи, упоряд. І.О. Цимбалюк. Луцьк : ФОП Косенко А.О., 2025. С. 149–165. URL: https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/28324/1/mon_inkl_vidbud2025.pdf#page=151 (дата звернення: 17.07.2025).

54. Корнієнко А.М., Гораль Л.Т., Войтків Л.С. Стратегічний девелопмент управління енергетичними підприємствами. *Innovation and Sustainability*. 2024. № 4. С. 149–154. DOI: <https://doi.org/10.31649/ins.2024.4.149.154>.

55. Крутогорський Я.В. Перспективи логістики енергопостачання з альтернативних джерел. *Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка»*. 2021. № 8. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/8_2021/86.pdf (дата звернення 26.06.2025).

56. Кузьмин В.М. Стратегічні аспекти низьковуглецевого розвитку житлово-комунального господарства міста. *Інфраструктура ринку. Розділ 5. Розвиток продуктивних сил і регіональна економіка*. 2020. Вип. 42. С. 217–224.

57. Майже 200 дерев та кущів висадили співробітники UKRSIBBANK у Києві, Дніпрі, Тернополі, Львові, Одесі та Харкові. UKRSIBBANK BNP Paribas Group : вебсайт. URL: <https://ukrsibbank.com/news-post/majzhe-200-derev-ta-kushhiv-visadili-spivrobitniki-ukrsibbank-u-kievi-dnipri-ternopoli-lvovi-odesi-ta-harkovi/> (дата звернення 15.06.2025).

58. Матвєєва Ю., Корнєєв М., Опанасюк Ю., Коваленко Є., Небаба Н., Корнійчук Б. Масштабування енергетичних екологічно безпечних інновацій на базі виявлення мультиплікативних ефектів ланцюгової реакції. *Академічні візії*. 2024. Вип. 28. URL: <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/976> (дата звернення 30.06.2025).

59. Матвєєва Ю.А., Желіба В.В. Стратегії та інструменти декарбонізації. *Управлінські парадигми сталого розвитку та інклюзивного економічного зростання* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Суми, 27-28 листопада 2024 р. Суми : Сумський державний університет, 2024. С. 171–174.

60. Методологічні положення державного статистичного спостереження щодо викидів забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря: затв. наказом Державної служби статистики від 28.12.2022 р. № 419. Київ, 2022. 26 с. URL: <https://stat.gov.ua/uk/datasets/vykydy-zabrudnyuyuchykh-rechovyn-i-parnykovykh-haziv-v-atmosferne-povitrya> (дата звернення 14.12.2024).

61. Могильний О.М. Удосконалення організаційно-економічного механізму стійкого розвитку аграрної сфери: теоретико-методологічні засади. *Економіка та держава*. 2022. № 5. С. 19–27. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2022.5.19>.

62. МОН інтегрує тему енергоефективності в шкільну програму. *Міністерство освіти і науки України* : вебсайт. URL: <https://mon.gov.ua/news/mon-intehruie-temu-enerhoefektyvnosti-v-shkilnu-prohramu#:~:text=> (дата звернення 13.06.2025).

63. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи : рішення колегії Міністерства освіти і науки України від 27 жовт. 2016 р. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення 12.06.2025).

64. Оберенко О. Екологічна Ініціатива (ЕРАІУ) фонду «Відродження» провела свою підсумкову конференцію 2023 р. *Міжнародний фонд*

«Відродження» : вебсайт. URL: <https://www.irf.ua/epaiu-summary-conference-2023/> (дата звернення: 10.07.2025).

65. Орденов С.С. Формування екологічної свідомості в умовах глобалізації. *Вісник НАУ. Серія: Філософія. Культурологія*. 2021. № 2(34). С. 46–50.

66. Основні засади впровадження моделі «зеленої» економіки в Україні : навч. посіб. / за наук. ред. Т.П. Галушкіної. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 154 с.

67. Павленко О.С. Рушійні механізми декарбонізації в галузі тваринництва. *Агросвіт*. 2024. № 8. С. 64–70. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2024.8.64>.

68. Павліха Н. В., Корнелюк О. А. Циркулярна модель як інноваційна система відновлення конкурентоспроможності регіонів і територіальних громад в Україні в умовах воєнного та повоєнного періоду. *Вісник Національного університету водного господарства і природокористування. Серія: Економічні науки*. 2023. № 3(103). С. 179–193.

69. Пакет «А» (Легкий) / Фонд Енергоефективності. URL: <https://eefund.org.ua/energodim/take-participation/#1684767445277-79b73be0-ca16> (дата звернення 10.04.2025).

70. Пакет «Б» (Комплексний) / Фонд Енергоефективності. URL: <https://eefund.org.ua/energodim/take-participation/#1684767445291-e73217dc-55c6> (дата звернення 10.04.2025).

71. Паризька угода : міжнародний документ від 12.12.2015 р., Організація Об'єднаних Націй. 2015. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_l61#Text (дата звернення 29.01.2025).

72. Парк електромобілів в Україні. *Федерація роботодавців автомобільної галузі* : вебсайт. URL: <https://fra.org.ua/uk/st/statistika/infoghrafika/park-elektromobiliv-v-ukrayini> (дата звернення 26.05.2025).

73. Паулі Г. Синя економіка: 10 років, 100 інновацій, 100 мільйонів робочих місць. Доповідь Римського Клубу. Risk Reduction Foundation, 2012. 320 с.

74. Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року. Резолюція, прийнята Генеральною Асамблеєю 25 вересня 2015 року. 2015. 38 с. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/peretvorennya-nashoho-svitu-poryadok-dennyu-u-sferi-staloho-rozvytku-do-2030-roku> (дата звернення: 30.07.2024).

75. Перша реєстрація автомобілів в Україні. TEXTY.ORG.UA : вебсайт. URL: <https://texty.org.ua/cars/> (дата звернення 16.05.2025).

76. Податковий кодекс України : Закон України від 02 груд. 2010 р. № 2755-VI. поточна редакція від 16 бер. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text> (дата звернення 23.03.2025).

77. Положення про Бюджетну установу «Національний центр обліку викидів парникових газів»: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 07 груд. 2020 р. № 339. URL: <https://mepr.gov.ua/documents/pro-zatverdzhennya-polozhennya-pro-byudzhethnu-ustanovu-natsionalnyj-tsentr-obliku-vykydiv-parnykovyh-gaziv/> (дата звернення 25.05.2025).

78. Положення про Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України: постанова Кабінету Міністрів України від 26 лист. 2014 р. № 676, поточна редакція від 09 трав. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/676-2014-%D0%BF#Text> (дата звернення 08.06.2025).

79. Положення про Державну інспекцію енергетичного нагляду України : Постанова Кабінету Міністрів України від 14 лют. 2018 р. № 77, поточна редакція від 16 лип. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/77-2018-%D0%BF#Text> (дата звернення 05.06.2025).

80. Положення про Міністерство енергетики України: Постанова Кабінету Міністрів України від 17 черв. 2020 р. № 507, поточна редакція від 05 січ. 2024 р.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/507-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення 26.05.2025).

81. Положення про Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України: Постанова Кабінету Міністрів України від 25 черв. 2020 р № 614, поточна редакція від 26 вер. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/614-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення 05.05.2025).

82. Положення про Міністерство розвитку громад та територій України: Постанова Кабінету Міністрів України від 30 черв. 2015 р. № 460, поточна редакція від 07 трав. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/460-2015-%D0%BF#Text> (дата звернення 05.06.2025).

83. Положення про порядок призначення житлових субсидій від 21 жовт. 1995 р № 848, поточна редакція від 14 серп. 2019 р. № 807. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-95-%D0%BF#Text> (дата звернення 31.03.2025).

84. Порядок надання фінансової державної підтримки фізичним особам, які встановлюють у власних домогосподарствах генеруючі установки, що виробляють електричну енергію з альтернативних джерел енергії від 7 черв. 2024 р. № 673, поточна редакція від 01 лист. 2024 р № 1255. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/673-2024-%D0%BF#n8> (дата звернення 31.03.2025).

85. Потапенко В.Г. Стратегічні пріоритети безпечного розвитку України на засадах «зеленої економіки» : монографія / за наук. ред. Є.В. Хлобистова. Київ : НІСД, 2012. 360 с.

86. Правила та вимоги Проекту / Climate Innovation Vouchers. URL: <https://climate.biz/ruls/> (дата звернення 17.04.2025).

87. Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20 лют. 2003 р № 555-IV, поточна редакція від 09 лют. 2025 р, на підставі Закону № 4213-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> (дата звернення 03.04.2025).

88. Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення «зеленого» тарифу : Закон України від 25 вер. 2008 р № 601-VI, поточна редакція від 01 лип. 2019 р на підставі Закону № 2019-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/601-17#Text> (дата звернення 02.04.2025).

89. Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законодавчих актів України щодо забезпечення збалансованості бюджетних надходжень у 2016 році : Закон України від 24 груд. 2015 р. № 909-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/909-19#n497> (дата звернення 23.03.2025).

90. Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законодавчих актів України щодо забезпечення збалансованості бюджетних надходжень у 2017 році : Закон України від 20 груд. 2016 р. № 1791-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1791-19#n52> (дата звернення 23.03.2025).

91. Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законодавчих актів України щодо забезпечення збалансованості бюджетних надходжень у 2018 році : Закон України від 07 груд. 2017 р. № 2245-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-19#n313> (дата звернення 23.03.2025).

92. Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законодавчих актів України щодо забезпечення збалансованості бюджетних надходжень : Закон України від 30 лист. 2021 р. № 1914-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1914-20#n467> (дата звернення 23.03.2025).

93. Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо перегляду ставок деяких податків і зборів : Закон України від 22 груд. 2011 р. № 4235-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4235-17#Text> (дата звернення 23.03.2025).

94. Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо перегляду ставок деяких податків і зборів : Закон України від 20 лист. 2012 р. № 5503-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5503-17#Text> (дата звернення 23.03.2025).

95. Про запобігання фінансової катастрофи та створення передумов для економічного зростання в Україні : Закон України від 27 бер. 2014 р. № 1166-VII.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1166-18#n150> (дата звернення 23.03.2025).

96. Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів : Закон України від 12. груд. 2019 р. № 377-IX, поточна редакція від 01 лют. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/377-20#Text> (дата звернення 22.06.2025).

97. Про затвердження форми державного статистичного спостереження № 2-ТП (повітря) (річна) «Звіт про викиди забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів». Наказ № 159 від 08.06.2022. Державна служба статистики України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0159832-22#n11> (дата звернення 23.06.2025).

98. Про коаліцію. *Енергетичний перехід* : вебсайт. URL: <https://energytransition.in.ua/pro-koalitsiiu/> (дата звернення 14.06.2025).

99. Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг: Закон України 22 верес. 2016 р № 1540-VIII, поточна редакція від 09 лют. 2025 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1540-19#Text> (дата звернення 08.06.2025).

100. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28. лют. 2019 р. № 2697. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення 22.11.2024).

101. Про основні засади державної кліматичної політики : Закон України від 08 жовт. 2024 р № 3991-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3991-20#Text> (дата звернення: 30.06.2025).

102. Про охорону атмосферного повітря : Закон України від 16.жовт.1992 р. № 2707. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#top>

103. Про Фонд енергоефективності : Закон України від 08 черв. 2017 р № 2095-VIII, поточна редакція від 30 черв. 2024 р, на підставі Закону № 3764-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2095-19#Text> (дата звернення 07.04.2025).

104. Проблеми та перспективи переходу до вуглецево-нейтральної економіки : монографія / за ред. Ю.Т. Матвєєвої, І.А. Вакуленка. Суми : Сумський державний університет, 2022. 155 с.

105. Програма «ГрінДІМ» (нова редакція) : рішення Наглядової ради ДУ «Фонд енергоефективності» від 28 січ. 2025 р. URL: <https://eefund.org.ua/documents/programa-grindim-redakcziya-vid-28-01-2025/> (дата звернення 15.04.2025).

106. Програма підтримки енергомодернізації багатоквартирних будинків «ЕНЕРГОДІМ» : рішення Наглядової ради ДУ «Фонд енергоефективності» від 16 серп. 2019 р. №1, поточна редакції від 29 лип. 2024 р. 53 с. URL: <https://eefund.org.ua/wp-content/uploads/2024/07/programa-energodim-red-29.07.2024.pdf> (дата звернення 08.04.2025).

107. Проект «Інноваційні магістерські курси на підтримку покращення енергетичного та вуглецевого сліду українського будівельного фонду – UKRENERGY». *Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України* : вебсайт. URL: <https://old.sae.gov.ua/uk/content/ukrenergy> (дата звернення 14.06.2025).

108. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату : міжнародний документ від 09.05.1992 р., Організація Об'єднаних Націй. Нью-Йорк, 1992. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044#Text (дата звернення 18.03.2025).

109. Розроблення, вдосконалення, керування і оцінювання екологічної сталості та безпеки промислових і територіальних утворень як систем із замкненими циклами : Звіт про науково-дослідну роботу / наук. кер. к. тех. н., доц. Бойко Т., № держреєстрації 0114U002578. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». Київ, 2015. 425 с.

110. Рябич О.Н. Низьковуглецева стратегія розвитку вугільної галузі України. *Екологічний менеджмент у загальній системі управління: збірник тез доповідей Тринадцятої щорічної всеукраїнської наукової конференції, м. Суми,*

17-18 квітня 2013 р. / Відп. за вип. О.М. Теліженко. Суми : СумДУ, 2013. С. 124–125.

111. Рябчин О.М. Сталий розвиток і еколого-енергетична безпека в умовах глобалізації. *Проблеми та перспективи розвитку співпраці між країнами Південно-Східної Європи в рамках Чорноморської економічної співпраці і ГУАМ. Збірник наукових праць*. 2011. Ч. 1. С. 628–632.

112. Рябчин О., Кулага Д. Зелений розвиток України: керівні принципи та інструменти для тих, хто ухвалює рішення / ПРООН в Україні. 2023. 188 с. URL: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-04/undp-ua-green-recovery-ukr.pdf> (дата звернення: 22.06.2025).

113. Сапожніков В., Жабак А., Сидорко В., Можук В. Фінансові механізми сталого розвитку: зелені облігації, ESG-стратегії та регулювання ринку. *Економічний аналіз*. 2024. Том 34. № 4. С. 460–472. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2024.04.460>.

114. Середюк К.В. Впровадження практики ESG в діяльність українських компаній у воєнний період. *Причорноморські економічні студії*. 2023. Вип. 84. С. 41–46. DOI: <https://doi.org/10.32782/bses.84-6>.

115. Симоненко Л.І., Симоненко О.В., Вплив структури первинного постачання енергії на можливості переходу до низьковуглецевої моделі розвитку економіки. *Інвестиції: практика та досвід*. 2023. № 6. С. 108–115. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2023.6.108>

116. Склад підкомітетів / Комітет Верховної Ради України з питань екологічної політики та природокористування. 2019. URL: https://komekolog.rada.gov.ua/news/Pro_komitet/GENERAL_INFORMATION/72590.html (дата звернення 30.04.2025).

117. Статистичний щорічник України за 2010 рік / Державна служба статистики України; за ред. О.Г. Осауленка. Київ : ТОВ «Август Трейд», 2011. 559 с.

118. Статистичний щорічник України за 2011 рік / Державна служба статистики України; за ред. О.Г. Осауленка. Київ : ТОВ «Август Трейд», 2012. 558 с.
119. Статистичний щорічник України за 2012 рік / Державна служба статистики України; за ред. О.Г. Осауленка. Київ, 2013. 551 с.
120. Статистичний щорічник України за 2013 рік / Державна служба статистики України; за ред. О.Г. Осауленка. Київ, 2014. 533 с.
121. Статистичний щорічник України за 2014 рік / Державна служба статистики України; за ред. ю І.М. Жук. Київ, 2015. 585 с.
122. Статистичний щорічник України за 2015 рік / Державна служба статистики України; за ред. І.М. Жук. Київ, 2016. 574 с.
123. Статистичний щорічник України за 2016 рік / Державна служба статистики України; за ред. І.Є. Вернера. Київ, 2017. 610 с.
124. Статистичний щорічник України за 2017 рік / Державна служба статистики України; за ред. І.Є. Вернера. Київ, 2018. 540 с.
125. Статистичний щорічник України за 2018 рік / Державна служба статистики України; за ред. І.Є. Вернера. Житомир : ТОВ «БУК-ДРУК», 2019. 481 с.
126. Статистичний щорічник України за 2019 рік / Державна служба статистики України; за ред. І.Є. Вернера. Київ, 2020. 463 с.
127. Статистичний щорічник України за 2020 рік / Державна служба статистики України; за ред. І.Є. Вернера. Київ, 2021. 453 с.
128. Статистичний щорічник України за 2021 рік / Державна служба статистики України; за ред. І.Є. Вернера. Київ, 2022. 444 с.
129. Степаненко С.М., Польовий А.М., Лобода Н.С., та ін. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: монографія / за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса : Вид. «ТЕС», 2015. 520 с.
130. Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 жовт. 2021 р.

№ 1363-р URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1363-2021-%D1%80> (дата звернення: 26.06.2025).

131. Стратегія сталого низьковуглецевого розвитку України до 2050 року. 2018. 79 с. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/LEDS_ua_last.pdf (дата звернення: 13.03.2025).

132. Структура сукупних витрат домогосподарств. *Державна служба статистики України*: вебсайт. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/gdvdg/ssv/arh_ssv_u.htm (дата звернення 27.05.2025).

133. Стрянець Н.С., Соловій І.П., Еколого-економічна оцінка вуглецевого балансу та стратегічні напрямки його регулювання відповідно до вимог Кіотського протоколу. Науковий вісник НЛТУ України. 2008. Вип. 18(2) С 75-80. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2008/18_2/18_2_Striamec_75.pdf (дата звернення: 04.01.2025).

134. Угода мерів щодо клімату та енергії : part of the Global Covenant of Mayors for Climate & Energy / Covenant of Mayors for Climate & Eastern Partnership, EU4Energy. URL: <https://com-east.eu/wp-content/uploads/2025/01/commitment-document-com-east-ua-upd-1.pdf> (дата звернення 11.06.2025).

135. Українська освіта отримає фінансування від Світового банку в межах програми LEARN. *Міністерство освіти і науки України* : вебсайт. URL: <https://mon.gov.ua/news/ukrainska-osvita-otrymaie-finansuvannia-vid-svitovoho-banku-v-mezhakh-prohramy-learn> (дата звернення 13.06.2025).

136. Файчук О.М., Акулович Ю.А. Нова економіка для досягнення цілей сталого розвитку в Україні. *Вісник економічної науки України*. 2019. № 2. С. 21–26.

137. Химинець В.В. Синя економіка – новий шлях до сталого розвитку. *Матеріали І Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Актуальні питання підвищення конкурентоспроможності держави, бізнесу та освіти в сучасних економічних умовах»*. 2013. URL:

http://www.confcontact.com/20130214_econ/8_himinets.htm (дата звернення: 30.07.2024).

138. Хомюк Н.Л., Дзямулич М.І., Баришнікова В.В. Драйвери формування зеленої економіки на засадах цифровізації та сталого розвитку в Україні. *Агросвіт*. 2025. № 6. С. 11–16. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2025.6.11>.

139. Хринюк О.С., Дергалюк М.О. Генезис наукової думки щодо поняття «організаційно-економічний механізм». *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*. 2017. № 14. С. 267–273. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.14.2017.108769>

140. Цебро О.В. Вчення В.І. Вернадського про ноосферу як база для інноваційного забезпечення екологічного розвитку регіонів (ноорегіонів). *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. 2017. № 1. Т. 28(67). С. 5–10.

141. Цимбалюк І.О., Хомюк Н.Л., Козлюк В.О., Кулій В.М. Управління земельними ресурсами в умовах деградації, воєнних загроз і соціально-економічної нестабільності. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Економічні науки*. 2025. Т. 27. № 105. С. 14–20. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-e10503>

142. Чайковська Г. Інтеграція освіти для сталого розвитку у закладі вищої освіти: проблеми та перспективи. *Social Work and Education. Recent issues in education*. 2023. Vol. 10. No. 1. P. 123–133. DOI: 10.25128/2520-6230.23.1.11

143. Черчик Л.М., Караїм О.А., Караїм В.П. Природоохоронні проєкти розвитку агросфери як інструмент організаційно-економічного механізму формування низьковуглецевої економіки. *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: економічна*. 2025. № 1(31). С. 36–45. DOI: [http://doi.org/10.31474/1680-0044-2025-1\(31\)-36-45](http://doi.org/10.31474/1680-0044-2025-1(31)-36-45).

144. Чугунов І.Я., Канєва Т.В., Любчак І.С. Фінансові інструменти реалізації європейського зеленого курсу в Україні. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 56. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-141>.

145. Шлафман Н.Л., Горячук В.Ф., Бондаренко О.В. Організаційно-економічний механізм реалізації Стратегії структурної трансформації підприємницького сектору України. *Грааль науки*. 2024. № 47. С. 275–280. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.20.12.2024.034>. URL: <https://archive.journal-grail.science/index.php/2710-3056/issue/view/20.12.2024/35> (дата звернення: 15.07.2025).
146. Як бізнес може отримати фінансову підтримку для проектів з енергоефективності та декарбонізації. *Федерація роботодавців України* : вебсайт. URL: <https://fru.ua/ua/media-center/news/fru/yak-biznes-mozhe-otrimati-finansovu-pidtrimku-dlya-proektiv-z-energoefektivnosti-ta-dekarbonizatsiji> (дата звернення: 15.06.2025).
147. About NECU. Національний екологічний центр України : вебсайт. URL: <https://necu.org.ua/en/> (дата звернення 14.06.2025).
148. About the IPCC. IPCC : веб-сайт. URL: <https://www.ipcc.ch/about/> (дата звернення: 30.11.2024).
149. Andersona T.R., Hawkinsb Ed., Jones P.D. CO₂, the greenhouse effect and global warming: from the pioneering work of Arrhenius and Callendar to today's Earth System Models. *Endeavour*. 2016. Vol. 40. No. 3. P. 178–187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.endeavour.2016.07.002>
150. Andrusevych A. Climate change and Ukraine's post-war reconstruction. *UA: Ukraine Analytica* : вебсайт. 2023. URL: <https://ukraine-analytica.org/climate-change-and-ukrainespost-war-reconstruction/> (дата звернення: 20.06.2025).
151. Annual Report on the Environment in Japan 2005 / Ministry of the Environment. 2006. 34 p. URL: <https://www.env.go.jp/en/wpaper/2005/index.html> (дата звернення: 07.12.2024).
152. Barbier E. The Concept of Sustainable Economic Development. *Environmenial Conservation*. 1987. Vol. 14. № 2. P. 101–110.
153. Bending the curve: can climate ambition and reality still converge? Net Zero Economy Index 2023. URL: <https://www.pwc.co.uk/sustainability-climate-change/pdf/net-zero-economy-index-2023.pdf> (дата звернення: 17.04.2025).

154. Blue Economy Concept Paper / United Nations. 2012. 13 p. URL: <https://www.unep.org/resources/report/blue-economy-concept-paper> (дата звернення: 30.07.2024).
155. Boulding K. The Economics of the Coming Spaceship Earth. *Resources for the Future*. Baltimore : Johns Hopkins University Press, 1966. P. 1–14.
156. Building a Low Carbon Society : first draft / Ministry of the Environment, Japan. 2007. 19 p. URL: <https://www.env.go.jp/earth/info/pc071211/en.pdf>
157. Carbon Pricing Dashboard : Dataset / World Bank. 2024. URL: <https://prosperitydata360.worldbank.org/en/dataset/WB%2BCPD> (дата звернення: 26.03.2025).
158. Chen P., Chen Y. Does the urban low carbon transition promote the residents' health consumption? *PLOS ONE*. 2025. Vol. 20, No 3: e0319835. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0319835>
159. Cherchyk L., Khumarova N. Green infrastructure management of urban ecosystems. *Economic Innovations*. 2023. Vol. 25, № 1(86). P. 142–151. DOI: [https://doi.org/10.31520/ei.2023.25.1\(86\).142-151](https://doi.org/10.31520/ei.2023.25.1(86).142-151).
160. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / IPCC, eds. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller, 2007. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 p. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4_wg1_full_report-1.pdf (дата звернення: 22.03.2025).
161. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / IPCC, eds. T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/> (дата звернення: 16.04.2025).

162. Crawford E. Arrhenius' 1896 Model of the Greenhouse Effect in Context. *Ambio*. 1997. Vol. 26. No. 1, P. 6–11.
163. Declaration of the world Climate conference / World meteorological organization. 1979. 4 p. URL: https://dgvn.de/fileadmin/user_upload/DOKUMENTE/WCC-3/Declaration_WCC1.pdf (дата звернення: 08.11.2024).
164. Demarée G.R., Verheyden R. Walthère Victor Spring – A Forerunner in the Study of the Greenhouse Effect. *Papers on Global Change IGBP*. 2016. Vol. 23(1). P. 153–158. DOI: 10.1515/igbp-2016-0011
165. Developing Visions for a Low-Carbon Society (LCS) through Sustainable Development / National Institute for Environmental Studies. Tsukuba, Japan, 2006. 8 p. URL: https://2050.nies.go.jp/japan-uk/1st/file/2050WS-Executive_Summary_Final.pdf (дата звернення: 13.10.2024).
166. Development goals for a new millennium. Millennium Summit, 6–8 September 2000. New York. URL: <https://www.un.org/en/conferences/environment/newyork2000> (дата звернення: 30.07.2024).
167. Doha amendment to the Kyoto Protocol. 6 p. URL: https://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/kp_doha_amendment_english.pdf (дата звернення: 09.11.2024).
168. Dong J., Zhang H., Zhang W., Luo J., Yang Y., Tu Y. Analysis of the influence and coupling effect of environmental regulation policy tools on industrial green and low-carbon transformation. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. Article No. 25873. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52982-0>
169. Dornoff J., Rodríguez F. Gasoline versus diesel: comparing CO₂ emission levels of a modern medium size car model under laboratory and on-road testing conditions : White paper. International Council on Clean Transportation, 2019. 37 p. URL: <https://theicct.org/publication/gasoline-versus-diesel-comparing-co2-emission-levels-of-a-modern-medium-size-car-model-under-laboratory-and-on-road-testing-conditions/> (дата звернення: 26.12.2024).

170. Electricity from renewable sources reaches 47% in 2024. *European Union* : вебсайт. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250319-1> (дата звернення 01.07.2025).
171. Emissions Monitoring Report 2022 / North Sea Transition Authority, 2022. 60 p. URL: <https://www.nstauthority.co.uk/media/8439/emr-2022-final-v2.pdf>
172. Energy Trilemma Index. *World Energy Council* : вебсайт. URL: <https://trilemma.worldenergy.org/> (дата звернення: 17.07.2025).
173. Energy white paper. Our energy future – creating a low carbon economy / British Department for Trade and Industry. 2003. 138 p. URL: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7c1f5940f0b645ba3c6d4f/5761.pdf>
174. European Environment Agency. Average CO₂ emissions from new cars and vans in 2019: highlights. 2020. URL: <https://www.eea.europa.eu/highlights/average-co2-emissions-from-new-cars-vans-2019> (дата звернення: 26.12.2024).
175. Ewing B., A. Reed, A. Galli, J. Kitzes, and M. Wackernagel. Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition. 2010. Oakland: Global Footprint Network. URL: https://www.footprintnetwork.org/content/images/uploads/National_Footprint_Accounts_Method_Paper_2010.pdf (дата звернення: 01.03.2025).
176. Explaining the Paris Agreement Rulebook / World Resources Institute. 21 p. URL: <https://www.wri.org/paris-rulebook> (дата звернення 29.01.2025).
177. First global stocktake / United Nations. 2023. 21 p. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2023_L17_adv.pdf (дата звернення 29.01.2025).
178. Five Key Takeaways from COP27 / UNFCCC. URL: <https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/sharm-el-sheikh-climate-change-conference-november-2022/five-key-takeaways-from-cop27> (дата звернення 29.01.2025).
179. Fleming J.R. Joseph Fourier, the greenhouse effect' and the quest for a universal theory of terrestrial temperatures. *Endeavour*. 1999. Vol. 23(2). P. 72-75.

180. Forests for the Future: WWF-Ukraine and SoftServe restore a hectare of forest in Lviv region in Ukraine. WWF : вебсайт. URL: <https://wwfcee.org/news/forests-for-the-future-wwf-ukraine-and-softserve-restore-a-hectare-of-forest-in-lviv-region-in-ukraine> (дата звернення 15.06.2025).

181. Gayle D. Forest fires push up greenhouse gas emissions from war in Ukraine. *The Guardian* : вебсайт. 2025. URL: <https://www.theguardian.com/world/2025/feb/24/forest-fires-push-up-greenhouse-gas-emissions-from-war-in-ukraine> (дата звернення: 19.06.2025).

182. Ge M., Friedrich J., Vigna L. Where Do Emissions Come From? 4 Charts Explain Greenhouse Gas Emissions by Sector. *World Resources Institute*. 2024. URL: <https://www.wri.org/insights/4-charts-explain-greenhouse-gas-emissions-countries-and-sectors> (дата звернення 24.02.2025).

183. Glasgow Climate Pact / United Nations. 2021. 11 p. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3_auv_2_cover%2520decision.pdf (дата звернення 29.01.2025).

184. Global Green New Deal : Policy Brief / United Nations Environment Programme. 2009. 34 p. URL: <https://www.unep.org/resources/report/global-green-new-deal-policy-brief-march-2009> (дата звернення: 30.07.2024).

185. Green Economy in a Blue World / UNEP, FAO, IMO, UNDP, IUCN, World Fish Center, GRID-Arendal. 2012. 131 p. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/Green_Economy_Blue_Full.pdf (дата звернення: 30.07.2024).

186. Harasymchuk I., Kočí V., Tsyplitska O., Venger V., Kushnirenko O., Hakhovych N. Navigating challenges and opportunities in Ukraine's steel industry amidst political turmoil and decarbonization initiatives. *East European Politics and Societies*. 2025. Vol. 22. No. 1. Article ID: 2489958. DOI: <https://doi.org/10.1080/1943815X.2025.2489958>.

187. Harris D.C. Charles David Keeling and the Story of Atmospheric CO₂ Measurements. *Analytical Chemistry*. 2010. Vol. 82. No. 19. P. 7865–7870.

188. Heimann M. Charles David Keeling 1928–2005. *Nature*. 2005. Vol. 437. P. 331.
189. Hillsdon M. To get to zero-waste, hundreds of European cities are spurning incineration. *Reuters* : вебсайт. URL: <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/get-zero-waste-hundreds-european-cities-are-spurning-incineration-2024-04-22/> (дата звернення 05.07.2025).
190. Hodson M., Marvin S. *Low Carbon Nation?* London, New York : Routledge, 2013. 240 p. URL: <https://www.routledge.com/Low-Carbon-Nation/Hodson-Marvin/p/book/9780415632287?srsId=AfmBOorKgZVoGjMKD20Cg2sz1jwSamnTHoz9VEaB771QHiOSUoJs8SUK> (дата звернення 17.02.2025).
191. Horbach V., Melniichuk M., Horbach L., Vovk O. Air pollution of the largest cities in the Volyn region: preconditions, consequences and ways of solution of this problem. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2022. Вип. 56. С. 214-224. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-16>
192. Hounyo U., Kakeu J., Lu L. Heterogeneity in carbon intensity patterns: A subsampling approach. *Energy Economics*. 2024. Vol. 138. № 107819. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107819>
193. Hryhoruk I., Yakubiv V., Sydoryk Y., Maksymiv Y., Popadynets N. Modelling of Prognosis for Bioenergy Production in Ukraine. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2021. Vol. 11 № 6, P. 27–34. DOI: <https://doi.org/10.32479/ijeep.11741>.
194. Hu Yuana, Peng Zhous, Dequn Zhou. What is Low-Carbon Development? A Conceptual Analysis. *Energy Procedia*. 2011. Vol. 5. P. 1706–1712. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.290>
195. Hunder M. Study details huge emissions resulting from Russia's invasion of Ukraine. *Reuters* : вебсайт. 2024. URL: <https://www.reuters.com/world/europe/study-details-huge-emissions-resulting-russias-invasion-ukraine-2024-06-12/> (дата звернення: 19.06.2025).

196. IPCC. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 2: Generic Methodologies Applicable to Multiple Land-Use Categories / Eds. E. Calvo Buendia, K. Tanabe, A. Kranjc, J. Baasansuren, M. Fukuda, S. Ngarize, A. Osako, Y. Pyrozhenko, P. Shermanau, and S. Federici. Geneva: IPCC, 2019. 96 p. URL: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch02_Generic%20Methods.pdf (дата звернення: 06.01.2025).

197. IPCC. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 1: General Guidance and Reporting. Chapter 4: Methodological Choice and Identification of Key Categories / Eds. E. Calvo Buendia, K. Tanabe, A. Kranjc, J. Baasansuren, M. Fukuda, S. Ngarize, A. Osako, Y. Pyrozhenko, P. Shermanau, and S. Federici. Geneva: IPCC, 2019. 32 p. URL: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/1_Volume1/19R_V1_Ch04_MethodChoice.pdf (дата звернення: 06.01.2025).

198. Jung H., Lee J., Song C.K. Carbon productivity and volatility. *Finance Research Letters*. 2023. Vol. 56. № 104052. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104052>

199. Kohlscheen E., Moessner R., Takats E. Effects of carbon pricing and other climate policies on CO₂ emissions. *arXiv preprint*. 2024. arXiv:2402.03800 [econ.GN]. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.03800>

200. Kolosok S., Saher L., Kovalenko Y., Delibasic M. Renewable Energy and Energy Innovations: Examining Relationships Using Markov Switching Regression Model. *Marketing and Management of Innovations*. 2022. No. 2. P. 151–160. DOI: <https://doi.org/10.21272/mmi.2022.2-14>

201. Kuosmanen N., Maczulskij T. The Role of Firm Dynamics in the Green Transition: Carbon Productivity Decomposition in Finnish Manufacturing. *IZA Discussion Paper Series*. 2023. No. 15865. 36 p. URL: <https://docs.iza.org/dp15865.pdf> (дата звернення: 02.03.2025).

202. Le Roy E. L'exigence idéaliste et le fait de l'évolution. Paris : Boivin & Cie. 1927. 270 p.
203. Li D., Xu J., Ma R., Zhang X., Wu Q. A pathway design framework for rational low-carbon policies based on model predictive control. *Applied Energy*. 2025. Vol. 396. Article No. 126154. DOI: [10.1016/j.apenergy.2025.126154](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2025.126154).
204. Liquid Gas Europe. Transport. Autogas is the number one alternative fuel in Europe. URL: <https://www.liquidgaseurope.eu/transport/> (дата звернення: 26.12.2024).
205. Liu K., Dong S., Han M. Exploring the impact of green innovation on carbon emission intensity in Chinese metropolitan areas. *Ecological Indicators*. 2023. Vol. 156. № 111115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111115>
206. Low Carbon Development: Key Issues / edited by Urban F, Nordensvärd J. 2013. London: Routledge. 352 p.
207. Lyeonov S., Pimonenko T., Bilan Y., Štreimikiene D., Mentel G. Assessment of Green Investments' Impact on Sustainable Development: Linking Gross Domestic Product Per Capita, Greenhouse Gas Emissions and Renewable Energy. *Energies*. 2019. № 12(20), 3891. DOI: <https://doi.org/10.3390/en12203891>
208. Maksymiv Y., Yakubiv V., Hryhoruk I., Carter F., Vostriakova V. The Circular Economy: Conceptual Definition and Framing for Socially Responsible Stakeholders. *Economic Affairs*. 2024. Vol. 69(1), P. 629–646. URL: <https://www.sbs.ox.ac.uk/sites/default/files/2019-09/the-circular-economy.pdf> (дата звернення: 22.01.2025).
209. Marjo V., Charlotte D.F. The potential of the blue economy : increasing long-term benefits of the sustainable use of marine resources for small island developing states and coastal least developed countries. Washington : World Bank Group, 2017. 46 p. URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/523151496389684076/The-potential-of-the-blue-economy-increasing-long-term-benefits-of-the-sustainable-use-of-marine-resources-for-small-island-developing-states-and-coastal-least-developed-countries> (дата звернення: 30.07.2024).

210. Meadows D.H. The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project On The Predicament of the Mankind. New York: Universe Books, 1972. 205 p. Doi: <https://doi.org/10.1349/ddlp.1>.

211. Moving towards a Common Approach on Green Growth Indicators : Scoping Paper / GGKP, 2013. 44 p. URL: <https://www.greenpolicyplatform.org/sites/default/files/downloads/resource/GGKP%20Moving%20towards%20a%20Common%20Approach%20on%20Green%20Growth%20Indicators.pdf> (дата звернення: 18.01.2025).

212. National Comprehensive Green Transition Assessment Report for Ukraine / Green Agenda Ukraine, Stockholm Environment Institute. 2025. 200 p. URL: <https://green-agenda.org/storage/public/JiZC2a7L1Q04d71C9XbSzzuEsBymgA-metaVWtyYWluZU5hdGlvbmFsQXNzZXNzbWVudCAoMSkucGRm-.pdf> (дата звернення: 14.06.2025).

213. Nordhaus W.D. To Slow or Not to Slow: The Economics of The Greenhouse Effect. *The Economic Journal*. 1991. Vol. 101, No. 407, 1991, P. 920–937. DOI: <https://doi.org/10.2307/2233864>

214. Ostrom E. A Polycentric Approach for Coping with Climate Change. *World Bank Policy Research Working Paper*. 2009. No. 5095. 54 p. URL: <https://ssrn.com/abstract=1494833> (дата звернення 05.05.2025).

215. Our Common Future. Report of the World Commission on Environment and Development. 1987. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf> (дата звернення: 30.07.2024).

216. Overview of Ukraine's policy context for demand restraint. *International Energy Agency* : вебсайт. URL: <https://www.iea.org/reports/harnessing-energy-demand-restraint-in-ukraine-a-roadmap/overview-of-ukraines-policy-context-for-demand-restraint> (дата звернення 27.05.2025).

217. Pauli G. L'économie bleue 3.0. Paris : L'Observatoire, 2019. 481 p.

218. Pauli G. The Blue Economy. *Japan Spotlight*. 2011. January/February. P. 14–17. URL: https://www.jef.or.jp/journal/pdf/175th_cover04.pdf (дата звернення: 30.07.2024).
219. Pearce D., Markandya A., Barbier E. Blueprint for a green economy. London : Earthscan Publications ltd, 1989. 193 p.
220. Pearce D.W., Turner R.K. Economics of Natural Resources and the Environment. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1990. 378 p. URL: <https://archive.org/details/economicsofnatur0000pear/page/n3/mode/1up?view=theater> (дата звернення: 30.07.2024).
221. Pimonenko T. Lyulyov O., Chygryn O. Company's image and greenwashing in the framework of green investment concept. *Scientific Bulletin of the Odessa National Economic University*. 2019. № 2. С. 143–157. DOI: <https://doi.org/10.32680/2409-9260-2019-2-265-143-157>
222. Pimonenko T.V., Lyulyov O.V., Us Y.O., Samusevych Y.V., Vasylyna T. Eco-economic decoupling under green deal policy. *Вісник Сумського державного університету. Серія Економіка*. 2021. № 2. С. 24–31. DOI: <https://doi.org/10.21272/1817-9215.2021.2-3>
223. Plass G.N. The Carbon Dioxide Theory of Climatic Change. *Tellus*. 1956. Vol. 8(2). P. 140-154.
224. Platform for Accelerating the Circular Economy / PACE. 8 p. URL: https://pacecircular.org/sites/default/files/2023-11/Purpose_Statement.pdf (дата звернення: 30.07.2024).
225. Poplavska Zh., Komarynets S. Public management of the post-war reconstruction of Ukraine on the basis of green economy. *Organization and Management*. – 2022. Vol. 4. No. 60. P. 101–121. URL: <https://oamquarterly.polsl.pl/wp-content/uploads/2024/06/60-Poplavska-Komarynets.pdf> (дата звернення: 20.06.2025).
226. Potting J., Hekkert M., Worrell E., Hanemaaijer A., Circular economy: Measuring innovation in the product chain : Policy Report / PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. The Hague, 2017. 46 p. URL:

<https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf> (дата звернення: 30.07.2024).

227. Report of the Conference of the Parties on its first session, held at Berlin from 28 March to 7 April 1995. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its first session / United Nations. 1995. Berlin : United Nations. 63 p. URL: <https://unfccc.int/cop4/resource/docs/cop1/07a01.pdf> (дата звернення: 17.07.2024).

228. Report of the Conference of the Parties on its fourth session, held at Buenos Aires from 2 to 14 November 1998. Addendum. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its fourth session / United Nations. 1998. Buenos Aires : United Nations. 71 p. URL: <https://unfccc.int/resource/docs/cop4/16a01.pdf> (дата звернення: 20.07.2024).

229. Report of the International conference of the Assessment of the role of carbon dioxide and of other greenhouse gases in climate variations and associated impacts / World Meteorological Organization. Geneva: WMO. 1986. No. 661. 85 p. URL: <https://library.wmo.int/viewer/28228/?offset=#page=1&viewer=picture&o=bookmarks&n=0&q=> (дата звернення: 09.07.2024).

230. Report of the United Nations Conference on Environment and Development. A/CONF.151/26/Rev.1 (Vol. I) / United Nations. 1992. New York. 486 p. URL: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n92/836/55/pdf/n9283655.pdf?token=YHRx2Ar4AJs26Y9oAf&fe=true> (дата звернення: 30.07.2024).

231. Report of the United Nations Conference on Environmental and Development. Volume I. Resolution Adopted by the Conference / United Nations. 1993. New York : United Nations. 486 p. URL: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N92/836/55/PDF/N9283655.pdf?OpenElement> (дата звернення: 21.07.2024).

232. Report of the United Nations Conference on Sustainable Development. A/CONF.216/16. / United Nations. New York. 2012. 86 p. URL:

<https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n12/461/64/pdf/n1246164.pdf?token=T5gRoa6UPY7mQkB6o2&fe=true> (дата звернення: 30.07.2024).

233. Report of the World Summit on Sustainable Development. A/CONF.199/20* / United Nations. 2002. New York. 167 p. URL: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n02/636/93/pdf/n0263693.pdf?token=VfYPObojK96arYF2OP&fe=true> (дата звернення: 23.07.2024).

234. Shizhen Bai, Jiamin Zhou, Mu Yang, Zaoli Yang and Yongmei Cui. Under the different sectors: the relationship between low-carbon economic development, health and GDP. *Frontiers in Public Health. Section: Health Economics*. 2023. Vol. 11. P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1181623>

235. Staff Report: Calculating Life Cycle Carbon Intensity Values of Transportation Fuels in California / Air Resources Board, 2015. 17 p. URL: https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/classic/fuels/lcfs/peerreview/050515staffreport_ca-greet.pdf (дата звернення: 20.07.2024).

236. Stern N. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge : Cambridge University Press; 2007. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511817434>

237. Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions / GHG Protocol, 2013. 182 p. URL: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3_Calculation_Guidance_0.pdf (дата звернення: 09.08.2024).

238. The Green Economy Pocketbook: The case for action / The Green Economy Coalition. London, 2012. 58 p.

239. The Greenhouse Effect, Climatic Change and Ecosystems / Eds. B. Bolin, B.R. Doos, J. Jager, R.A. Warrick. SCOPE. 1986. Vol. 29. 574 p.

240. The story of Sardinia. Italy. *ZeroWasteCities* : вебсайт. URL: <https://zerowastecities.eu/bestpractice/the-story-of-sardinia/> (дата звернення 07.07.2025).

241. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication – A Synthesis for Policy Makers / UNEP. 2011. 52 p. URL:

https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/126GER_synthesis_en.pdf

(дата звернення: 30.07.2024).

242. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development / General Assembly of the United Nations. 2015. 35 p. URL: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n15/291/89/pdf/n1529189.pdf?token=o6PqpD3buoR0XW8eZD&fe=true> (дата звернення: 06.12.2024).

243. Ukraine's Greenhouse Gas Inventory 1990-2021: Annual National Inventory Report for Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol / Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. Kyiv, 2023. 568 p.

244. UNECE Strategy For Education For Sustainable Developmen adopted at the High-level meeting. 2005. 15 p. URL: <https://unece.org/DAM/env/documents/2005/cep/ac.13/cep.ac.13.2005.3.rev.1.e.pdf> (дата звернення: 17.09.2024).

245. United Nations Millennium Declaration / General Assembly of the United Nations. 2000. 9 p. URL: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n00/559/51/pdf/n0055951.pdf?token=tLQ9cNkHSg1vCtLWTW&fe=true> (дата звернення: 05.08.2024).

246. Us, Y., Pimonenko T., Lyulyov O. Corporate Social Responsibility and Renewable Energy Development for the Green Brand within SDGs: A Meta-Analytic Review. *Energies*. 2023. 16, 2335. DOI: <https://doi.org/10.3390/en16052335>

247. Vakulenko I., Fritsak M., Fisunen P. An Organizational Scheme for Scaling Innovative Energy Projects. Smart Grids Case. *Marketing and Management of Innovations*. 2021. 3. P. 149–164. DOI: <http://doi.org/10.21272/mmi.2021.3-13>

248. Vakulenko I., Saher L., Shymoshenko A. Systematic literature review of carbon-neutral economy concept. *SocioEconomic Challenges*. 2023. № 7(1), P. 139–148. DOI: [https://doi.org/10.21272/sec.7\(1\).139-148.2023](https://doi.org/10.21272/sec.7(1).139-148.2023)

249. Vernadsky V.I. Scientific Thought as a Planetary Phenomenon / trans. P.M. Penev. LaRouche movement, 2012–2015. 66 c.

250. Vernadsky V.I. Some Words About The Noösphere. / trans. Rachel Douglas. *21st CENTURY*. 2005. С. 16-21.
251. Vernadsky V.I. The Biosphere. New York : Copernicus New York. 1998. 178 с. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-1750-3>
252. What is Covenant of Mayors. *Covenant of Mayors East* : вебсайт. URL: <https://com-east.eu/covenant-of-mayors/> (дата звернення: 30.05.2025).
253. What is the Blue Economy? / World Bank Group. 2017 URL: <https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2017/06/06/blue-economy> (дата звернення: 30.07.2024).
254. What is the carbon footprint and how is it calculated? / Enel Green Power. 2023. URL: <https://www.enelgreenpower.com/learning-hub/energy-transition/carbon-footprint> (дата звернення: 02.01.2025).
255. Wiedmann T., Minx J. A Definition of «Carbon Footprint». *Ecological Economics Research Trends*. 2008. P. 1–11. URL: https://www.researchgate.net/publication/247152314_A_Definition_of_Carbon_Footprint (дата звернення: 03.01.2025).
256. Wołowiec T., Myroshnychenko I., Vakulenko I., Bogacki S., Wiśniewska A.M., Kolosok S., Yunger V. International Impact of COVID-19 on Energy Economics and Environmental Pollution: A Scoping Review. *Energies*. 2022. 15(22), 8407. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15228407>
257. World Bank Group. State and Trends of Carbon Pricing Dashboard URL: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/compliance/price> (дата звернення 01.07.2025).
258. World Climate Programme (WCP) / World meteorological organization. URL: <https://community.wmo.int/en/world-climate-programme-wcp> (дата звернення: 26.08.2024).
259. World Energy & Climate Statistics – Yearbook. 2023. URL: <https://yearbook.enerdata.net/> (дата звернення: 01.07.2025).
260. Yang Z., Liu J., Xing Q. Evaluation of synergy between low-carbon development and socio-economic development based on a composite system: a case

study of Anhui Province (China). *Scientific Reports*. 2022. Vol. 12. Article No. 20294. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24937-5>

261. Ziabina Y., Kwilinski A., Lyulyov O., Pimonenko T., Us Y. Convergence of Energy Policies between the EU and Ukraine under the Green Deal Policy. *Energies*. 2023. 16(2), 998. DOI: <https://doi.org/10.3390/en16020998>

262. Ziabina Ye., Pimonenko T., Starchenko L. Energy Efficiency Of National Economy: Social, Economic And Ecological Indicators. *SocioEconomic Challenges*. 2020. Vol. 4(4), P. 160–174. DOI: [https://doi.org/10.21272/sec.4\(4\).160-174.2020](https://doi.org/10.21272/sec.4(4).160-174.2020)

ДОДАТКИ

Додаток А

Список опублікованих наукових праць за темою дисертації

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Публікації у наукових фахових виданнях України категорії «Б»:

1. Горбач В.В. Концепція низьковуглецевої економіки: місце в системі сучасних екологоорієнтованих суспільних концепцій. *Економічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2024. № 39. С. 22–33. DOI: <https://doi.org/10.29038/2786-4618-2024-03-22-33> (1,14 д.а.).
2. Горбач В.В. Концепція низьковуглецевого розвитку: періодизація становлення в науці та суспільстві. *Приазовський економічний вісник*. 2025. № 1(41). С. 10–17. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-4263/2025-1-2> (0,98 д.а.).
3. Горбач В.В. Економічні механізми стимулювання низьковуглецевого розвитку в Україні. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2025. № 3(18). С. 19-24. DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.18-3> (0,69 д.а.).
4. Горбач В.В. Фінансові інструменти декарбонізації: механізми зелених облігацій та ESG-інвестицій. *Економіка та суспільство*. 2025. № 75. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-75-33> (0,88 д.а.).

Публікації у наукових виданнях, що індексуються у міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science Core Collection:

5. Horbach V., Melniichuk M., Horbach L., Vovk O. Air pollution of the largest cities in the Volyn region: preconditions, consequences and ways of solution of this problem. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2022. Вип. 56. С. 214-224. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-16> (1,24 д. а., внесок дисертантки – 0,31 д.а.).

Публікації, які засвідчують апробацію результатів дисертаційного дослідження

6. Горбач В. В., Мельничук М.М. Динаміка викидів забруднюючих речовин у повітряний басейн Волинської області. *Регіон – 2021: стратегія оптимального розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (м. Харків, 21 жовтня 2021 р.) / Гол. ред. колегії Л. М. Немець. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2021. С. 122–124. (0,14 д. а., внесок дисертантки – 0,07 д.а.).

7. Горбач Л.М., Горбач В.В., Мельчук Н.М. Глобальні екологічні виклики: причини та наслідки. *Географія та туризм: Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції Харківського національного педагогічного університету ім. Г.С. Сковороди* (28 лютого – 1 березня 2023 р., м. Харків) / за заг. ред. Ю. І. Муромцевої. Харків : ХНПУ ім. Г.С. Сковороди, 2023. С. 257–263. (0,30 д. а., внесок дисертантки – 0,10 д.а.).

8. Горбач В. В. Динаміка емісії діоксиду вуглецю у Волинській області. *Rebuild Ukraine: справа всього цивілізованого світу: збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції* (Луцьк, 15 березня 2023 р.). / за заг. ред. Н. В. Павліхи. Луцьк: Вежа-Друк, 2023. С. 145–148. (0,14 д.а.).

9. Горбач В. В. Глобальні зміни клімату та шляхи їх вирішення. *Прикладна економіка: від теорії до практики. Матеріали доповідей учасників Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції* (27-28 березня 2023 р.) / відп. ред. Л. М. Горбач. Луцьк : Волинський інститут ім. В. Липинського ПрАТ «ВНЗ «МАУП», 2023. С. 100–102. (0,14 д.а.).

10. Горбач В. В. Вплив глобальних змін клімату на міграцію населення. *Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень»* (16-17 травня 2023 року). Луцьк : ВНУ ім. Лесі Українки, 2023. С. 212–215. (0,14 д.а.).

11. Горбач В. В. Динаміка викидів двоокису вуглецю в Україні. *Вектори модернізації економіки України в контексті сталого розвитку. Матеріали*

доповідей учасників Міжнародної науково-практичної конференції (29-30 травня 2023 р.) / відп. ред. Л. М. Горбач. Луцьк: Волинський інститут ім. В. Липинського ПрАТ «ВНЗ «МАУП», 2023. С. 271–273. (0,10 д.а.).

12. Горбач В. В. Ретроспективний аналіз зародження низьковуглецевої парадигми. *European perspective: міждисциплінарний дискурс у контексті сучасних викликів і можливостей: збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції* (Луцьк, 29 лютого 2024 р.). / Заг. ред. та упорядк.: Цимбалюк І.О. Луцьк : Вежа-Друк, 2024. С. 260–263. (0,17 д.а.).

13. Горбач В.В. Впровадження ідей низьковуглецевої економіки в освітній процес закладів вищої освіти. *Матеріали XXIX Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, № 44: у 3 томах: «Стратегії формування проєвропейських ціннісних орієнтирів у студентському середовищі», 30 квітня 2024 року / ПЗВО «Київський міжнародний університет»*. Київ : КиМУ, 2024. Т 2. С. 14–18. (0,22 д.а.).

14. Горбач В.В. Теоретичні підходи до визначення понять потепління клімату та зміни клімату. *Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень» (14–15 травня 2024 року)*. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2024. С. 109–112. (0,16 д.а.).

15. Горбач В.В. Аналіз підходів до трактування поняття низьковуглецевого розвитку. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. VIII Міжнародний конгрес : збірник матеріалів. (16–18 жовтня 2024, Україна, Львів)*. Київ : ГО «МНГ» 2024. С. 67. (0,10 д.а.).

16. Горбач В. Нормативно-правове забезпечення низьковуглецевого розвитку України. *Актуальні проблеми розвитку природничих та гуманітарних наук: збірник матеріалів VIII Міжнар. наук. практ. конф. (14 листопада 2024 р.) / відп. ред. Шуляк Н.О., Зінченко М.О.* Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2024. С. 65–68. (0,16 д.а.).

17. Горбач В.В. Роль Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України у реалізації низьковуглецевої політики держави. *Економіка відновлення та інклюзивний розвиток територій : VIII Міжнародна науково-практична конференція* (15 червня 2025 р). 2025. С. 12–14. (0,10 д.а.).

18. Горбач В.В. Податок на викиди діоксиду вуглецю як економічний інструмент стримування змін клімату. *Innovative educational technologies: European experience and its application in training in economics and management : Proceedings of scientific and pedagogical internship* (May 5 – June 15, 2025, Riga, Latvia). Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2025. С. 12–14. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-576-1-4> (0,18 д.а.).

Додаток Б

Цілі сталого розвитку

Таблиця Б.1

Трансформація цілей сталого розвитку протягом 2000-2015 рр.

Категорія	Цілі розвитку тисячоліття (ЦРТ), 2000-2015 рр.		17 Цілей сталого розвитку (ЦСР), 2015-2030 рр.
Соціальні	1. Ліквідація крайньої бідності та голоду.	→	Ціль 1. Подолання бідності.
	2. Забезпечення загальної початкової освіти.	→	Ціль 2. Викорінення голоду, забезпечення продовольчої безпеки та покращення харчування, заохочення раціонального ведення сільського господарства.
	3. Сприяння гендерній рівності та розширення можливостей жінок.	→	Ціль 4. Забезпечення всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх.
	4. Скорочення дитячої смертності.	→	Ціль 5. Забезпечення гендерної рівності, розширення прав і можливостей усіх жінок та дівчаток.
	5. Поліпшення здоров'я матері.		
	6. Боротьба з ВІЛ/СНІДом, малярією та іншими хворобами.		
Екологічні	7. Забезпечення екологічної стійкості.	→	Ціль 3. Забезпечення здорового способу життя та добробуту людей будь-якого віку.
			Ціль 6. Забезпечення наявності та сталого управління водними ресурсами та санітарією.
			Ціль 12. Забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва.
			Ціль 13. Вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та її наслідками.
			Ціль 14. Збереження та стале використання океанів, морів і морських ресурсів в інтересах сталого розвитку.
			Ціль 15. Захист і відновлення екосистем суші та сприяння їх раціональному використанню, раціональне лісокористування, боротьба з опустелюванням, припинення та повернення назад процесу деградації земель і зупинення втрати біорізноманіття.

Продовження таблиці Б.1

Економічні			Ціль 7. Забезпечення доступу всіх людей до прийнятних за ціною, надійних, сталих і сучасних джерел енергії.
			Ціль 8. Сприяння безперервному, всеохопному і сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх.
			Ціль 9. Створення стійкої інфраструктури, сприяння всеохоплюючій і сталій індустріалізації та інноваціям.
			Ціль 10. Скорочення нерівності всередині країн і між ними.
			Ціль 11. Забезпечення відкритості, безпеки, життєстійкості й екологічної стійкості міст і населених пунктів.
Політичні	8. Розвиток глобального партнерства заради розвитку.	→	Ціль 16. Сприяння розбудові миролюбного і всеохопного суспільства задля сталого розвитку, забезпечення всім доступу до правосуддя і створення ефективних, підзвітних та інклюзивних інституцій на всіх рівнях.
			Ціль 17. Зміцнення засобів реалізації Глобального партнерства в інтересах сталого розвитку та активізація його діяльності.

*Складено дисертанткою на основі даних [166; 74, с. 15-16].

Додаток В

Значення нижчих теплотворних здатностей (НТЗ) та коефіцієнти викидів парникових газів

Таблиця В.1

Коефіцієнт викидів парникових газів (т СО / ТДж)

Код	Паливо	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
110	Кам'яне вугілля	25,80	26,33	25,80	25,80	25,80	25,80	25,80	25,80	25,99	25,80	25,80	25,80
120	Буре вугілля	27,60	27,60	27,60	27,60	27,60	27,60	27,60	27,60	27,60	27,60	27,60	27,60
310	Природний газ	15,17	15,13	15,14	15,17	15,12	15,21	15,21	15,20	15,22	15,27	15,21	15,21
430	Автомобільний банзин / моторний банзин	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90	19,65	19,65	19,65	19,65	19,65	19,65	19,65
440	Гайзолі	20,20	20,20	20,20	20,20	20,20	20,12	20,12	20,12	20,12	20,12	20,12	20,12
490	Мазути важкі	21,10	21,10	21,10	21,10	21,10	21,10	21,10	21,10	21,10	21,10	21,10	21,10
540	Пропан і бутан, скраплені	17,20	17,20	17,20	17,20	17,20	17,20	17,20	17,20	17,20	17,20	17,20	17,20
740	Дрова	29,90	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50
730	Паливні брикети і пеллети з деревини та інших природних матеріалів	27,30	27,30	27,30	27,30	27,30	27,30	27,30	27,30	27,30	27,30	27,30	27,30
140	Брикети, пеллети з кам'яного вугілля	26,80	25,80	25,80	25,80	25,80	25,80	26,60	26,60	26,60	26,60	26,60	26,60
150	Брикети, пеллети з бурого вугілля	27,60	26,60	26,60	26,60	26,60	26,60	26,60	26,60	26,60	26,60	26,60	26,60

*складено дисертанткою за даними Національних звітів з інвентаризації парникових газів, які щорічно подаються до Секретаріату Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК ООН).

Таблиця В.2

Коефіцієнт викидів парникових газів (т CO₂ / ТДж)

Код	Паливо	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
110	Кам'яне вугілля	94,60	96,54	94,60	94,60	94,60	94,60	94,60	94,60	95,30	94,60	94,60	94,60
120	Буре вугілля	101,20	101,20	101,20	101,20	101,20	101,20	101,20	101,20	101,20	101,20	101,20	101,20
310	Природний газ	55,62	55,47	55,51	55,62	55,44	55,78	55,77	55,73	55,81	55,99	55,77	55,77
430	Автомобільний бензин / моторний бензин	69,30	69,30	69,30	69,30	69,30	72,05	72,05	72,05	72,05	72,05	72,05	72,05
440	Гайзолі	74,07	74,07	74,07	74,07	74,07	73,77	73,77	73,77	73,77	73,77	73,77	73,77
490	Мазути важкі	77,37	77,37	77,37	77,37	77,37	77,37	77,37	77,37	77,37	77,37	77,37	77,37
540	Пропан і бутан, скраплені	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07
740	Дрова	109,63	111,83	111,83	111,83	111,83	111,83	111,83	111,83	111,83	111,83	111,83	111,83
730	Паливні брикети і пеллети з деревини та інших природних матеріалів	100,10	100,10	100,10	100,10	100,10	100,10	100,10	100,10	100,10	100,10	100,10	100,10
140	Брикети, пеллети з кам'яного вугілля	98,27	94,60	94,60	94,60	94,60	94,60	97,53	97,53	97,53	97,53	97,53	97,53
150	Брикети, пеллети з бурого вугілля	101,20	97,53	97,53	97,53	97,53	97,53	97,53	97,53	97,53	97,53	97,53	97,53

*обраховано дисертанткою за даними Національних звітів з інвентаризації парникових газів, які щорічно подаються до Секретаріату Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК ООН).

Таблиця В.3

Значення нижчих теплотворних здатностей – НТЗ (ТДж / тис. тонн (млн. м³))

Код	Паливо	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
110	Кам'яне вугілля	21,84	22,79	21,69	22,68	22,45	21,96	21,96	21,96	21,51	21,98	21,98	21,98
120	Буре вугілля	8,53	8,53	8,53	9,73	10,07	8,63	8,63	8,63	8,63	8,62	8,62	8,62
310	Природний газ	47,92	34,08	48,88	48,91	48,61	48,77	48,75	48,41	48,50	47,90	47,96	47,96
430	Автомобільний банзин / моторний банзин	43,16	44,80	44,30	44,30	43,04	43,04	43,04	43,04	43,04	43,04	43,04	43,04
440	Гайзолі	43,07	42,19	43,00	43,00	43,05	43,05	43,05	43,05	43,05	43,05	43,05	43,05
490	Мазути важкі	40,15	40,40	40,18	40,13	40,13	40,18	40,18	40,18	40,18	40,15	40,15	40,15
540	Пропан і бутан, скраплені	45,35	46,02	46,02	46,02	45,35	45,35	45,35	45,35	45,35	46,01	46,01	46,01
740	Дрова	11,10	11,10	11,10	11,14	11,08	10,82	10,82	10,82	10,82	11,10	11,07	11,07
730	Паливні брикети і пеллети з деревини та інших природних матеріалів	11,60	11,60	11,60	11,60	11,60	11,60	11,60	11,60	11,60	11,60	11,60	11,60
140	Брикети, пеллети з кам'яного вугілля	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29	15,23	15,23	15,23	15,23	17,20	17,29	17,29
150	Брикети, пеллети з бурого вугілля	16,53	16,53	16,53	16,53	16,53	16,53	16,53	16,53	16,53	16,53	16,53	16,53

*складено дисертанткою за даними Національних звітів з інвентаризації парникових газів, які щорічно подаються до Секретаріату Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК ООН).

Додаток Г
Податок на викиди парникових газів

Таблиця Г.1

Ставка податку на викиди парникових газів у країнах світу протягом 1990-2006 рр.

Країна	Номер ставки	Податок на вуглець (дол. США/т еCO ₂)																
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Уругвай	1																	
Швеція	1		41,22	41,65	41,96	43,49	46,13	55,55	48,65	46,15	45,02	42,85	51,34	60,81	89,65	120,53	128,8	117,46
Швейцарія	1																	
Ліхтенштейн	1																	
Норвегія	1		38,98	53,13	50,57	48,63	58,38	66,59	65,19	50,25	51,4	48,02	34,1	35,67	44,53	47,69	53,13	51,96
Фінляндія	2																	
Нідерланди	1																	
Люксембург	1																	
Франція	1																	
Фінляндія	1	1,75	1,73	1,55	2,41	4,05	8,93	8,27	14,08	14,59	18,58	16,43	15,16	14,97	19,66	22,24	23,39	21,77
Канада	1																	
Ірландія	1																	
Ірландія	2																	
Люксембург	2																	
Швеція	2		10,3	10,41	10,49	10,87	11,53	13,89	24,32	23,08	22,51	21,42	17,97	18,24	22,41	25,31	27,05	24,67
Ісландія	1																	
Данія	2																	
Велика Британія	1																	
Данія	1			15,58	16,23	15,24	18,42	17,48	15,72	14,18	14,56	12,85	11,85	11,74	14,67	16,55	15,65	14,55

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Іспанія	1																	
Нідерланди	2																	
Португалія	1																	
Словенія	1							7,46	6,55	17,24	16,96	14,17	12,29	11,66	14,06	15,41	16,22	15,14
Польща	2																	
Ісландія	2																	
Норвегія	2		17,01	17,4	21,99	20,6	25,44	24,89	24,26	21,98	12,69	11,62	11,08	11,89	14,98	5,77	6,42	6,29
Південна Африка	1																	
Аргентина	1																	
Колумбія	1																	
Чилі	1																	
Латвія	1															0,56	0,56	0,17
Сінгапур	1																	
Мексика	1																	
Японія	1																	
Естонія	1											0,31	0,42	0,42	0,52	0,59	0,94	1,21
Аргентина	2																	
Португалія	2																	
Мексика	2																	
Україна	1																	
Польща	1	0,11	0,11	0,07	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,07	0,07

*складено дисертанткою на основі даних Світового банку [157]

Таблиця Г.2

Ставка податку на викиди парникових газів у країнах світу протягом 2007-2023 рр.

Країна	№ ст.	Податок на вуглець (дол. США/т еCO ₂)																	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Ср. знач
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Уругвай	1																137,3	155,87	146,59
Швеція	1	132,9	168,83	126,58	145,48	166,07	163,52	166,64	167,42	129,81	130,5	139,84	139,11	126,78	119,43	137,24	129,89	125,56	104,15
Швейцарія	1		11,92	21,04	34,21	39,02	39,88	37,95	67,94	61,96	86,19	86,95	100,9	96,46	99,44	101,47	129,86	130,81	71,63
Ліхтенштейн	1		11,92	21,04	34,21	39,02	39,88	37,95	40,77	37,17		86,95	100,9	96,46	99,44	101,47	129,86	130,81	67,19
Норвегія	1	56,85	68,68	54,12	62,03	68,84	67,74	70,5	70,23	53,96	51,53	56,25	64,29	59,22	52,89	69,33	87,61	90,86	57,67
Фінляндія	2					42,42	39,96	44,94	48,26	47,32	60,29	68,51		59,55	57,96	62,25	58,58	57,64	53,97
Нідерланди	1															35,24	46,14	55,59	45,66
Люксембург	1															40,12	43,35	48,11	43,86
Франція	1								9,65	15,59	24,56	36,03	55,3	50,11	48,77	52,39	49,29	48,5	39,02
Фінляндія	1	24,13	31,02	27,04	27,49	70,7	79,91	64,2	79,98	62,38	64,75	73,23	76,87	69,66	67,8	72,83	85,1	83,74	37,36
Канада	1													15	21,1	31,83	39,96	48,03	31,18
Ірландія	1				20,2	21,21	19,98	25,68	27,58	21,51	22,33	23,62	24,8	22,47	28,43	39,35	45,31	52,74	28,23
Ірландія	2								13,79						21,87	23,49	37,02	44,59	28,15
Люксембург	2															23,49	27,63	32,62	27,91
Швеція	2	27,91	35,45	26,58	30,55	49,82	49,06	49,99	50,23	77,89									27,68
Ісландія	1				8,51	14,27	17,1	17,51	19,67	16,01	18,66	22,57	35,71	31,34	29,88	34,83	34,25	38,53	24,20
Данія	2												24,96	22,58	21,98	23,65	22,29	21,9	22,89
Велика Британія	1							7,51	15,89	26,71	23,73	23,78	25,46	23,59	22,28	24,8	23,65	22,28	21,79
Данія	1	16,3	31,5	27,16	27,96	30	28,84	28,25	30,83	24,47	25,61	27,38	28,82	26,39	25,93	28,14	26,62	26,53	21,44
Іспанія	1								27,58	21,51			24,8	16,85	16,4	17,62	16,58	16,31	19,71
Нідерланди	2																	17,84	17,84
Португалія	1									5,47	7,45	8,09	8,49	14,31	25,83	28,19	26,44	26,01	16,70

Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Словенія	1	16,71	19,58	16,56	16,83	17,68	19,18	18,49	19,86	18,58	19,31	20,43	21,45	19,44	18,92	20,32	19,12	0	16,06
Польща	2																	14,44	14,44
Ісландія	2														8,82	19,79	19,46	3,22	12,82
Норвегія	2	9,67	11,74	9,3	4,43	4,53	4,41	4,3	4,19	3,09	3,43	3,67	3,73	3,38	3,01	3,87	8,81	7,35	10,52
Південна Африка	1														7,06	9,15	9,84	8,93	8,75
Аргентина	1													6,24	5,94	5,54	4,99	3,34	5,21
Колумбія	1											5	5,67	5,17	4,24	5	5,01	5,06	5,02
Чилі	1											5	5	5	5	5	5	5	5,00
Латвія	1	0,19	0,22	0,56	0,76	1,3	2,19	3,66	3,93	3,76	3,91	5,32	5,58	5,06	9,84	14,1	16,58	16,31	4,73
Сінгапур	1													3,69	3,51	3,71	3,69	3,77	3,67
Мексика	1								3,69	3,24	2,66	2,89	3,01	2,99	2,42	3,18	3,72	4,07	3,19
Японія	1						1,15	1,02	1,85	1,59	2,82	2,62	2,74	2,6	2,69	2,61	2,36	2,17	2,19
Естонія	1	1,33	2,34	2,65	2,71	2,83	2,66	2,57	2,76	2,15	2,23	2,36	2,48	2,25	2,19	2,35	2,21	2,17	1,86
Аргентина	2													1	1,19	0,01	0	3,27	1,09
Португалія	2																	0,92	0,92
Мексика	2								0,43	0,39	0,32	0,36	0,37	0,37	0,3	0,36	0,42	0,41	0,37
Україна	1					0,03	0,03	0,03	0,02	0,01		0,01	0,02	0,37	0,38	0,36	1,03	0,82	0,26
Польща	1	0,08	0,11	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,1	0,08	0,07	0,08	0,09	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07

*складено дисертанткою на основі даних Світового банку [157]

Додаток Д
Середня температура повітря в Україні

Таблиця Д.1

**Динаміка середньомісячної, середньоквартальної та середньорічної
температури повітря в Україні протягом 1891-2022 рр.**

<i>Рік / період</i>	I	II	XII	Середня темп. повітря взимку	VI	VII	VIII	Середня темп. повітря влітку	III	IV	V	Середня темп. повітря весною	IX	X	XI	Середня темп. повітря восени	Середня темп. повітря за рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1891	-6,1	-6,8	-0,1	-4,3	19,2	22,6	21	20,9	2,5	7	16,6	8,7	15,9	9,5	1,2	8,9	8,5
1892	-5,7	-1	-4,3	-3,7	21	20,4	21,2	20,9	1,1	8,8	16,1	8,7	18,2	10,2	0,8	9,7	8,9
1893	-11,8	-3,3	-1,7	-5,6	17,7	20,4	19,8	19,3	1,1	4,6	13,3	6,3	14,7	10,7	3,9	9,8	7,4
1894	-7,6	-2	-2,5	-4,0	16,2	21,5	20,3	19,3	2,7	8,7	14,6	8,7	12,7	9,5	1,7	8,0	8
1895	0,6	-3,7	-4,8	-2,6	18	22,2	20,4	20,2	1,1	7,6	13,9	7,5	14,6	11,2	3,2	9,7	8,7
1896	-9,7	-4,4	-1,6	-5,2	19	20,5	20,9	20,1	0,3	4,9	13,8	6,3	16,3	13,1	0,9	10,1	7,8
1897	-5	-2,5	-4,4	-4,0	19,4	22,1	21,3	20,9	2,8	9,7	16,3	9,6	16,4	8,6	-0,4	8,2	8,7
1898	-3	-2,5	1,4	-1,4	17,2	19,6	20,1	19,0	-1,6	6,9	15,7	7,0	13,8	7,7	4,8	8,8	8,3
1899	0,7	-1,9	-5,9	-2,4	16,5	20,3	17,6	18,1	1,1	9,5	15,1	8,6	15,5	8,5	3,8	9,3	8,4
1900	-3,2	-0,9	0,7	-1,1	17,8	21,7	21,5	20,3	-0,5	7,1	14,8	7,1	13,8	10,9	2	8,9	8,8
1901	-5,3	-3,1	2	-2,1	21,9	21,3	20,8	21,3	3,2	8,9	15,1	9,1	13,7	8,9	1,8	8,1	9,1
1902	0,4	-1,1	-6,2	-2,3	18,7	18,6	19,6	19,0	1,4	6,4	12,8	6,9	13,6	7,1	-2,3	6,1	7,4
1903	-3,4	0,3	-2,1	-1,7	19,4	21,1	19,9	20,1	3,5	9,7	15	9,4	15,6	9,3	3,9	9,6	9,3
1904	-5,9	0,4	0	-1,8	17,3	19,8	19,3	18,8	-0,2	7,1	12,9	6,6	13,8	9,7	2,1	8,5	8
1905	-6,4	-2,4	-1,3	-3,4	19,5	21,3	21,5	20,8	1	7,2	15,5	7,9	16,1	9,2	5,9	10,4	8,9
1906	-2,1	-1,9	-1	-1,7	19,6	20,6	18,2	19,5	4	9,7	17,1	10,3	13,5	7,6	5	8,7	9,2
1907	-5,9	-6,3	-2,6	-4,9	18,4	19,8	18,9	19,0	-1	5,7	16,9	7,2	14,3	10,9	-0,1	8,4	7,4
1908	-3,8	-0,9	-4,7	-3,1	18,4	19,9	18,8	19,0	0,6	6,9	15	7,5	14,2	7,1	-1,5	6,6	7,5

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1909	-6,9	-6,9	0,9	-4,3	17,9	20,8	21	19,9	0,8	6,5	13,8	7,0	18,8	11,9	4	11,6	8,6
1910	-1,6	0,5	0,2	-0,3	19,4	20,5	18,8	19,6	1,8	9,1	15,4	8,8	14,8	7,6	4,3	8,9	9,2
1911	-4,9	-9,5	-2	-5,5	16,8	19,5	19,7	18,7	-0,1	7,9	16,1	8,0	14,3	9,2	4,6	9,4	7,6
1912	-6,1	-3,5	1,1	-2,8	18,6	18,3	18,8	18,6	3,3	6,4	11,8	7,2	14	5	2,3	7,1	7,5
1913	-3,7	-3,8	1,6	-2,0	16,5	19,1	20,2	18,6	4,2	10,3	13	9,2	15,6	8,4	5	9,7	8,9
1914	-3,6	1,4	-0,5	-0,9	18,8	21,5	18,7	19,7	4,7	8,4	15	9,4	13,1	7,6	-0,7	6,7	8,7
1915	0,8	-1,7	0,7	-0,1	18,6	21,5	18	19,4	-0,2	8,8	13,5	7,4	13,7	7,9	3,2	8,3	8,7
1916	-2,1	-1	-0,7	-1,3	18	20,1	18,5	18,9	2,8	8,9	13,4	8,4	13,2	9,3	3,6	8,7	8,7
1917	-3,5	-8,5	-2,3	-4,8	19,1	19,6	20,8	19,8	-0,8	9	12,1	6,8	15,1	10	6,7	10,6	8,1
1918	-0,7	-1,9	0,2	-0,8	17,6	19,8	19,1	18,8	0,8	9,2	12,1	7,4	17,7	14,1	2,8	11,5	9,2
1919	-1	-2,2	-0,1	-1,1	16,9	20	18,5	18,5	1,3	9,6	10,9	7,3	17,8	11,5	2,3	10,5	8,8
1920	-2,2	-5,9	-4,1	-4,1	18,3	22,7	22,6	21,2	3,5	11,6	16,5	10,5	15,4	4,3	-2,2	5,8	8,4
1921	-0,1	-5,9	-3,7	-3,2	18,3	20,7	21,6	20,2	3,4	9,6	17,5	10,2	13,3	8,6	0,8	7,6	8,7
1922	-4,7	-2,9	-0,1	-2,6	18,4	22,5	19,6	20,2	3,9	8	15,4	9,1	13,8	7,3	4,4	8,5	8,8
1923	-1	-4,4	0	-1,8	18,3	20,9	18,7	19,3	2,8	6,8	17	8,9	17,7	11,8	8,4	12,6	9,8
1924	-8,3	-5,7	-4	-6,0	22,1	20,1	20	20,7	-1,1	7,1	17,2	7,7	18,1	9,1	1,8	9,7	8
1925	-1	2,2	-2,4	-0,4	16	20,5	19,3	18,6	3,1	8,7	15,8	9,2	14,4	8,4	4,6	9,1	9,1
1926	-4	-3,9	-0,7	-2,9	18,5	21,4	17,5	19,1	-0,8	8,9	15,1	7,7	13,5	9,1	6,8	9,8	8,4
1927	-5,5	-6,3	-7,2	-6,3	20,1	21,2	21,6	21,0	2,8	8,4	13,8	8,3	17,2	10,3	3,1	10,2	8,3
1928	-4,8	-7,3	-1,4	-4,5	16,2	21,3	18	18,5	-4	7,7	13,8	5,8	14,8	7,6	5,4	9,3	7,3
1929	-6,6	-14,3	-1,5	-7,5	17,3	20,3	23,6	20,4	-4,5	3,2	16,5	5,1	13,2	12,3	4,7	10,1	7
1930	-2,4	-3,5	-3,9	-3,3	17,2	20	20,6	19,3	3,6	9,6	14,9	9,4	14,4	9,9	5,2	9,8	8,8
1931	-5	-7,1	-3,5	-5,2	19,2	23	19,5	20,6	-0,6	5,2	16,6	7,1	13,6	8,1	0,6	7,4	7,5
1932	-2,1	-9,9	-0,3	-4,1	18,6	21	20,1	19,9	-3,7	7,5	15,8	6,5	17,1	11,4	2,6	10,4	8,2
1933	-7,9	-4,6	-7,7	-6,7	15,7	20,1	18,1	18,0	-0,7	5,1	12,9	5,8	13,1	9,5	3,3	8,6	6,4
1934	-5,3	-3	-5	-4,4	18,3	20,7	20,5	19,8	3,3	10,1	17,2	10,2	16	10,6	4,7	10,4	9
1935	-7,9	-2,6	0,6	-3,3	19,6	19,3	19,9	19,6	0,1	8,4	13,6	7,4	16,6	12,8	0,1	9,8	8,4
1936	0,9	-4,3	-0,9	-1,4	19,2	24,9	20,4	21,5	3	8,2	15,7	9,0	13,7	7	3,6	8,1	9,3
1937	-7,7	-3,4	1,2	-3,3	19	22	20,6	20,5	3,3	8,2	17	9,5	18,5	8,9	4,2	10,5	9,3
1938	-4,1	-2,8	-5	-4,0	19,5	24,4	22,9	22,3	2,8	7,4	14,4	8,2	16,6	11,3	5,4	11,1	9,4

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1939	-1,5	-0,7	-1,4	-1,2	20,2	22,7	21,6	21,5	0,1	9,2	15,6	8,3	14,9	7	2,8	8,2	9,2
1940	-9,2	-6,3	-4,3	-6,6	18,9	20,6	19,1	19,5	-2,2	6,8	13,6	6,1	14,6	6,9	5,8	9,1	7
1941	-7,4	-1,4	-2,7	-3,8	17,3	21,8	19,1	19,4	-0,5	8,6	12,3	6,8	14,1	8,1	-2,7	6,5	7,2
1942	-13,2	-5,9	-2,9	-7,3	17	19,5	19,8	18,8	-5,7	5	14,2	4,5	15,3	8,6	-0,3	7,9	6
1943	-6,9	-2,9	-2,2	-4,0	18,3	18,9	20,6	19,3	0,6	9,2	13,5	7,8	15,5	9,8	3,5	9,6	8,2
1944	-2,4	-1,5	-3,1	-2,3	17,9	20,3	19,1	19,1	1,3	6,7	13,3	7,1	15,8	10	4,4	10,1	8,5
1945	-5,5	-5,7	-4,3	-5,2	17,6	19,8	19,5	19,0	-0,3	6,6	13,1	6,5	14,7	7,3	1,2	7,7	7
1946	-5,1	-2,2	-4,7	-4,0	21,4	21,1	22,4	21,6	1,2	9,2	16,4	8,9	16,3	4,6	1,8	7,6	8,5
1947	-9,7	-5,3	1,1	-4,6	19,8	21,9	18,9	20,2	2,4	9,5	14,8	8,9	15,1	5,2	3,1	7,8	8,1
1948	0,6	-3,7	-5,5	-2,9	19,6	19,2	20,1	19,6	-0,8	9,4	16,2	8,3	13,9	8,6	1,3	7,9	8,2
1949	-1,9	-3,7	0,8	-1,6	16,7	19,6	18,7	18,3	-0,1	7,3	17	8,1	14,8	7,3	5,4	9,2	8,5
1950	-11,7	-1,9	0,9	-4,2	17,8	19,6	18,2	18,5	1,7	12,4	15,9	10,0	15,6	7,6	3,6	8,9	8,3
1951	-3,9	-4,2	-0,2	-2,8	19,2	20,9	21,2	20,4	2,2	10,9	14,4	9,2	15,7	4,9	3,7	8,1	8,7
1952	-0,4	-1,8	-1,3	-1,2	17,3	19,9	21	19,4	-4,6	8,9	12,8	5,7	15,7	10,2	3,4	9,8	8,4
1953	-3,1	-4,8	-3,7	-3,9	20,1	21,4	20,2	20,6	0,1	7,9	13,7	7,2	14,3	8,5	-1,7	7,0	7,7
1954	-11,6	-13,1	-0,4	-8,4	21,3	21	21,2	21,2	0,6	5,6	15,3	7,2	16,9	9	3,9	9,9	7,5
1955	-1,8	-1	-1,4	-1,4	17	20,8	19,5	19,1	0,3	5,3	13,4	6,3	16,2	11,3	0,9	9,5	8,4
1956	-2,6	-11,7	-2,1	-5,5	19,4	18,6	19,5	19,2	-2,6	7,5	13,3	6,1	12,7	8,7	-1,6	6,6	6,6
1957	-3,9	0,9	-1,9	-1,6	19,4	21,1	20,4	20,3	0	9,3	14,2	7,8	15,4	8	3,4	8,9	8,9
1958	-2,7	0,2	0,7	-0,6	16,7	20	19,3	18,7	-0,1	6,3	16,8	7,7	12,9	8,4	2,3	7,9	8,4
1959	-1,2	-3,3	-2,8	-2,4	18,4	24,1	19,7	20,7	1,5	8,1	13,9	7,8	11,8	5,8	1,2	6,3	8,1
1960	-2,7	-3,7	4	-0,8	19,2	20,8	18,6	19,5	-0,9	7,6	14,1	6,9	12,7	10,8	5,3	9,6	8,8
1961	-3,9	-1,4	-2,4	-2,6	19,8	20,1	19,6	19,8	3,5	9,8	13	8,8	14,4	8,6	4	9,0	8,8
1962	-1,3	-3	-2,9	-2,4	17,6	19,1	19,8	18,8	0,3	10,1	14,9	8,4	14,3	9,2	5,3	9,6	8,6
1963	-11,6	-4	-5,4	-7,0	18,2	22,1	21,1	20,5	-2,7	7,1	17	7,1	16,6	8,9	5,5	10,3	7,7
1964	-7,3	-6,1	0,6	-4,3	21,3	20,4	17,4	19,7	-2,6	8	12,9	6,1	14,5	9,5	2,9	9,0	7,6
1965	-3,6	-6,6	1,4	-2,9	18,3	19,4	18,1	18,6	0,7	5,1	12,7	6,2	15,1	6,7	0,6	7,5	7,3
1966	-2	0,5	-1,3	-0,9	16,8	21,3	20,3	19,5	3,5	11,1	15,4	10,0	13,7	11,9	3,8	9,8	9,6
1967	-7	-5,5	-2,6	-5,0	17,8	20,6	19,8	19,4	1,5	9,4	16,3	9,1	16,1	11,3	5	10,8	8,6
1968	-6,5	-2,6	-2,6	-3,9	19,4	18,9	19,1	19,1	1,6	10,4	16,2	9,4	15,3	7,9	3,1	8,8	8,4

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1969	-8,3	-5,7	-4,3	-6,1	17,7	18,9	19,3	18,6	-2,2	7,1	14,7	6,5	13,9	7,5	6	9,1	7,1
1970	-3,9	-2,9	-1,4	-2,7	17,2	21,3	18,2	18,9	1,7	10	14,3	8,7	13,9	7,2	4,1	8,4	8,3
1971	-1,9	-3	0,6	-1,4	17,8	19,6	20	19,1	-0,5	7,6	15,5	7,5	13,8	7,6	3,6	8,3	8,4
1972	-10,1	-3,8	-0,5	-4,8	20,1	22,1	20,9	21,0	1,3	10,9	15,6	9,3	13,9	7,4	4,1	8,5	8,5
1973	-6,1	0,3	-1,6	-2,5	17,3	19,9	17,8	18,3	1,3	9,6	14,2	8,4	13	7,8	1,1	7,3	7,9
1974	-5,3	0,1	0,9	-1,4	17,1	18,6	19,2	18,3	2,6	6,4	12,7	7,2	15,7	10,9	3,4	10,0	8,5
1975	0,1	-2,5	-1,3	-1,2	20,7	20,9	19,9	20,5	3,7	10,9	17,2	10,6	16,7	8,2	0,7	8,5	9,6
1976	-4,6	-8,8	-0,5	-4,6	16,5	18,5	16,7	17,2	-0,6	9,7	12,9	7,3	13,8	5,5	3,2	7,5	6,8
1977	-5,9	0,8	-4,2	-3,1	17,4	19	18,2	18,2	3,2	8,5	14,6	8,8	12,4	7,3	5,3	8,3	8,1
1978	-5,2	-3,4	-4,2	-4,3	16,6	18,1	17,7	17,5	3,4	8	12,5	8,0	13,3	8,7	4,1	8,7	7,5
1979	-4,2	-4,2	0,6	-2,6	20,5	17,8	19,6	19,3	2,9	7,2	17,4	9,2	15,2	6,2	2,4	7,9	8,5
1980	-7	-3,6	0,3	-3,4	17,1	19,3	17,7	18,0	-2,3	6,9	11,9	5,5	13,5	9,1	2,7	8,4	7,1
1981	-2,8	-1,3	0,5	-1,2	20,5	20,8	19	20,1	2,2	5,9	14,5	7,5	14,8	10,5	2,6	9,3	8,9
1982	-3,8	-5,1	2	-2,3	17	18,6	19,5	18,4	1,4	7	14,7	7,7	16,2	8,5	3,4	9,4	8,3
1983	-0,5	-1,9	-1,5	-1,3	17,9	19,8	18,4	18,7	2,8	11	16,8	10,2	15,6	8,6	1,3	8,5	9
1984	-0,9	-4,4	-4	-3,1	16,6	18,5	18,1	17,7	0,9	8,6	16	8,5	15,9	10,3	1,7	9,3	8,1
1985	-7	-11,6	-0,9	-6,5	16,7	18,3	20,6	18,5	-2,5	8,7	16,5	7,6	13,1	7,8	0,9	7,3	6,7
1986	-1,5	-7,2	-2,8	-3,8	19,1	19,4	20,6	19,7	1,1	10,6	15,3	9,0	14,3	7,6	1,7	7,9	8,2
1987	-10,6	-3,6	-2,3	-5,5	18,1	20,7	16,9	18,6	-5,4	5,1	13,7	4,5	13,9	7,5	3,1	8,2	6,4
1988	-3,7	-2,5	-2,2	-2,8	18,2	21,6	19,4	19,7	2	8	14,6	8,2	14,4	7,5	-1,6	6,8	8
1989	-0,5	1,8	0,1	0,5	18,4	19,5	20,3	19,4	5,2	10,7	14,3	10,1	14,8	9,4	1,4	8,5	9,6
1990	-0,7	2,3	-0,8	0,3	17,2	19,5	18,8	18,5	6	9,5	13,9	9,8	13,2	8,8	5,9	9,3	9,5
1991	-1,4	-5	-2,6	-3,0	19	21,7	19,3	20,0	1,4	8,7	12,8	7,6	14,7	9,9	3,3	9,3	8,5
1992	-2,2	-2,3	-3	-2,5	18,3	19,9	22,4	20,2	3,5	7,6	13,3	8,1	13,6	7,8	3,1	8,2	8,5
1993	-2	-2,5	0,3	-1,4	17	18,5	18,6	18,0	0,8	7,8	15,6	8,1	12,7	8,9	-4,2	5,8	7,6
1994	0,8	-4,4	-2,8	-2,1	16,8	21,3	19,9	19,3	2	10,7	13,7	8,8	18,7	9,3	1,8	9,9	9
1995	-2,9	2,1	-4,3	-1,7	20,1	21,2	19,5	20,3	3,6	8,7	14,2	8,8	14,7	9	0,8	8,2	8,9
1996	-7,6	-5,6	-3	-5,4	18,7	20,4	19,5	19,5	-2,1	8,4	17,8	8,0	12	8,7	6,7	9,1	7,8
1997	-5,6	-1,7	-2,3	-3,2	18,6	19,5	18,9	19,0	1,6	5,8	15,6	7,7	12,2	7,1	3,8	7,7	7,8
1998	-1,3	-0,2	-4,3	-1,9	20,1	20,8	19,4	20,1	1,3	10,7	14,7	8,9	14,9	9,1	-0,7	7,8	8,7

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1999	-1	-0,6	0,8	-0,3	21,4	23	19,8	21,4	3,9	10,9	12,7	9,2	15,8	9,1	0,8	8,6	9,7
2000	-4,1	0,1	1,8	-0,7	18,1	20,1	20,7	19,6	2,2	12,3	14,9	9,8	13,3	9,5	5,1	9,3	9,5
2001	-0,3	-1,5	-6,1	-2,6	16,8	23,8	21,4	20,7	3,7	10,3	13,9	9,3	14,8	9,6	2,9	9,1	9,1
2002	-2,8	3,3	-7,1	-2,2	18,8	23,7	20,3	20,9	5,3	9	16	10,1	15,3	8,3	4,9	9,5	9,6
2003	-3,3	-6,7	-0,1	-3,4	18,3	20,4	20,1	19,6	-0,2	6,9	18,4	8,4	14,3	8	4,4	8,9	8,4
2004	-2,6	-1,7	0,7	-1,2	17,3	20,1	19,9	19,1	3,9	9	13,4	8,8	14,8	9,7	3,9	9,5	9
2005	0	-3,9	0,1	-1,3	17,6	20,9	20,7	19,7	-0,6	9,8	16,1	8,4	16,5	9,5	3,3	9,8	9,2
2006	-7,5	-5,2	2	-3,6	18,9	20,6	21,1	20,2	1	9,3	14,3	8,2	15,8	10,4	4,1	10,1	8,7
2007	2,3	-1,9	-0,7	-0,1	20,7	22,4	22,4	21,8	5,4	8,6	17,6	10,5	15,3	10,1	1,7	9,0	10,3
2008	-3,3	0,2	-0,2	-1,1	18,9	20,8	21,7	20,5	5,1	10,4	14	9,8	14,2	10,8	4,5	9,8	9,8
2009	-2,9	-0,2	-1,1	-1,4	20,3	22,1	19,5	20,6	2,6	9,7	14,5	8,9	16,5	10,2	5,6	10,8	9,7
2010	-6,2	-1,9	-1,2	-3,1	21	23,5	23,8	22,8	1,9	9,7	16,5	9,4	15,4	6,7	8,6	10,2	9,8
2011	-3,1	-5,2	2,3	-2,0	20	22,2	20,2	20,8	1,4	9,1	15,6	8,7	16	8	1,6	8,5	9
2012	-3,1	-8,9	-3	-5,0	20,7	23,6	21,2	21,8	1,9	11,7	18	10,5	16,7	11,5	5,4	11,2	9,6
2013	-2,3	0,5	-0,3	-0,7	20,9	20,9	21	20,9	0,5	10,5	18,5	9,8	13,2	9,2	6,6	9,7	9,9
2014	-2,9	-0,3	-0,5	-1,2	18,3	22,1	21,5	20,6	6,2	10,1	16,6	11,0	15,8	8,2	2,8	8,9	9,8
2015	-1,1	-0,8	1,7	-0,1	19,6	21,3	21,8	20,9	4,3	8,7	15,4	9,5	17,9	7,2	4,9	10,0	10,1
2016	-5,1	2,6	-2,3	-1,6	20,1	21,8	21,1	21,0	4,4	11,7	15	10,4	15,5	6,9	1,9	8,1	9,5
2017	-5,4	-2,3	2,6	-1,7	19,6	20,5	22,2	20,8	5,8	9	14,6	9,8	16,4	9	3,6	9,7	9,6
2018	-1,9	-3,1	-1,4	-2,1	20,1	21,4	22,1	21,2	-1,1	12,8	18	9,9	16,6	10,8	1,5	9,6	9,7
2019	-3,7	0,6	2,5	-0,2	22,7	20,1	20,8	21,2	4,7	10	16,2	10,3	15,7	10,7	5,6	10,7	10,5
2020	0,4	1,8	-0,1	0,7	20,8	21,4	21	21,1	5,9	8,9	12,8	9,2	17,6	12,7	3,9	11,4	10,6
2021	-1,7	-3,2	-0,9	-1,9	19,8	23,4	20,8	21,3	2	7,5	14,4	8,0	13,5	8,1	4,7	8,8	9
2022	-1,5	1,7	0,3	0,2	20,4	20,7	21,9	21,0	1,8	8,3	14,4	8,2	13,2	10,5	3,9	9,2	9,6

*складено дисертанткою на основі даних Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського [51]

Додаток Е

Викиди парникових газів

Таблиця Е.1

Основні стаціонарні джерела забруднення атмосферного повітря України у розрізі адміністративних областей та м. Києва

Адміністративно-територіальна одиниця	Стаціонарні джерела забруднення
АР Крим	...
Вінницька область	– Котельня КП «ВІННИЦЯОБЛТЕПЛОЕНЕРГО» – КП Вінницької міської ради «ВІННИЦЯМІСЬКТЕПЛОЕНЕРГО»; – ТОВ «ПРОДОВОЛЬЧА КОМПАНІЯ «ЗОРЯ ПОДІЛЛЯ»; – ПрАТ «ПРОДОВОЛЬЧА КОМПАНІЯ «ПОДІЛЛЯ»; – ТОВ «АГРОКОМПЛЕКС «ЗЕЛЕНА ДОЛИНА»; – ТОВ «Вінницька птахофабрика».
Волинська область	– ДКП «ЛУЦЬКТЕПЛО»; – Підприємство теплових мереж «КОВЕЛЬТЕПЛО».
Дніпропетровська область	– Тепличний комбінат «Дніпровський»; – ТОВ «Ливарно-механічний завод»; – АТ «ДНІПРОВСЬКА ТЕПЛОЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ»; – ПрАТ «СЕНТРАВІС ПРОДАКШН ЮКРЕЙН»; – КП «ТЕПЛОЕНЕРГО» Дніпровської міської ради; – КП «КОМЕНЕРГОСЕРВІС»; – КП «Жилсервіс-Дніпро» Дніпровської міської ради; – Комунальне підприємство теплових мереж «КРИВОРІЖТЕПЛОМЕРЕЖА»; – АТ «КРИВОРІЗЬКА ТЕПЛОЦЕНТРАЛЬ»; – ПАТ «ІНТЕРПАЙП НИЖНЬОДНІПРОВСЬКИЙ ТРУБОПРОКАТНИЙ ЗАВОД»; – ТОВ «ІНТЕРПАЙП НІКО ТЬЮБ»; – ПрАТ «ХІМДИВІЗІОН»; – ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»; – ПрАТ «ПІВНІЧНИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ»; – ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ»; – ПрАТ «ДНІПРОВСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ ЗАВОД»; – АТ «ПІВДЕННИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ»; – ПрАТ «ЦЕНТРАЛЬНИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ»; – ПрАТ «ЮЖКОКС»; – ПрАТ «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ»; – АТ «ДНІПРОАЗОТ»; – АТ «КРИВОРІЗЬКИЙ ЗАЛІЗОРУДНИЙ КОМБІНАТ»; – АТ «МАРГАНЕЦЬКИЙ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ»; – АТ «НІКОПОЛЬСЬКИЙ ЗАВОД ФЕРОСПЛАВІВ»; – ПрАТ «ІНТЕРКОРН КОРН ПРОСЕССІНГ ІНДАСТРІ»;

Продовження таблиці Е.1

Дніпропетровська область	– АТ «ДТЕК ДНПРОЕНЕРГО»; – АТ «КРИВОРІЗЬКИЙ ЗАЛІЗОРУДНИЙ КОМБІНАТ»; – ТОВ «МЕТАЛУРГІЙНИЙ ЗАВОД «ДНПРОСТАЛЬ»; – ПАТ «АРСЕЛОРМІТТАЛ КРИВИЙ РІГ».
Донецька область	– ТОВ «ДТЕК КУРАХІВСЬКА ТЕПЛОВА ЕЛЕКТРИЧНА СТАНЦІЯ»; – ПрАТ «АВДІЇВСЬКИЙ КОКСОХІМІЧНИЙ ЗАВОД» (в тому числі цех фенольно-нафталінового виробництва); – ТОВ «КРАМАТОРСЬКТЕПЛОЕНЕРГО»; – ПАТ «ЕНЕРГОМАШСПЕЦСТАЛЬ»; – ТОВ «БАХМУТ-ЕНЕРГІЯ»; – ПрАТ «Шахтоуправління «Покровське»; – ТОВ «ДТЕК СХІДЕНЕРГО»; – ПАТ «ДОНБАСЕНЕРГО»; – ТОВ «Кнауф Гіпс Донбас».
Житомирська область	– ТОВ «ОБІО»; – ТОВ «ФАКТ» котельня; – КП «ЖИТОМИРТЕПЛОКОМУНЕНЕРГО» Житомирської міської ради
Закарпатська область	–
Запорізька область	– ПрАТ «ЗАПОРІЖТРАНСФОРМАТОР»; – ПрАТ «Запоріжбразив»; – АТ «МОТОР СІЧ»; – Запорізький ливарно-механічний завод у м. Кривий Ріг; – Котельня ПрАТ «ЗЗРК»; – КОНЦЕРН «МІСЬКІ ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ»; – ПрАТ «Карлсберг Україна»; – ТОВ «ТЕПЛО-МЕЛІТОПОЛЬ»; – ТОВ «ЗАПОРІЗЬКИЙ ЛИВАРНО-МЕХАНІЧНИЙ ЗАВОД»; – ТОВ «МЕТІНВЕСТ-МАРІУПОЛЬСЬКИЙ РЕМОНТНО-МЕХАНІЧНИЙ ЗАВОД»; – ПрАТ «ЗАПОРІЖКОКС»; – ПАТ «ЗАПОРІЗЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»; – ПрАТ «МАРІУПОЛЬСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ ІМЕНІ ІЛЛІЧА»; – ПрАТ «ЗАПОРІЖВОГНЕТРИВ»; – ПрАТ «МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ «АЗОВСТАЛЬ»; – ПрАТ «ДНІПРОВСЬКИЙ КРОХМАЛЕПАТОКОВИЙ КОМБІНАТ»; – ДП «ДОБРОПІЛЛЯВУГІЛЛЯ-ВИДОБУТОК»; – ТОВ «ТЕПЛО-МЕЛІТОПОЛЬ»; – ПрАТ «ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЙНИЙ ЗАВОД «ДНІПРОСПЕЦСТАЛЬ» ІМ. А.М. КУЗЬМІНА»; – ТОВ «ЗАПОРІЗЬКИЙ ТИТАНО-МАГНІЄВИЙ КОМБІНАТ»; – АТ «ДТЕК ДНПРОЕНЕРГО»; – АТ «Запорізький завод феросплавів»; – Філія ПрАТ «Карлсберг Україна» «Львівська пивоварня».

Продовження таблиці Е.1

Івано-Франківська область	– Державне міське підприємство «ІВАНО-ФРАНКІВСЬКТЕПЛОКОМУНЕНЕРГО»; – ТОВ «ІВАНО-ФРАНКІВСЬК ТЕПЛОГЕНЕРАЦІЯ»; – ПрАТ «Івано-Франківськцемент».
Київська область	– Централізована котельня ПрАТ «ЕНЕРГІЯ»; – Виробничий майданчик по вул. Центральна, 2В ТОВ «Асканія-Флора»; – Центральна котельня КП «УЖКГ»; – Цех теплозабезпечення ДСП «ЦСП»; – Відділення «Городенківський елеватор» філії ПрАТ «Зернопродукт МХП» «Перспектив»; – КП «ВИШНІВСЬКТЕПЛОЕНЕРГО»; – КП Броварської міської ради Броварського району Київської області «БРОВАРИТЕПЛООВОДОЕНЕРГІЯ»; – ПрАТ «МИРОНІВСЬКИЙ ЗАВОД ПО ВИГОТОВЛЕННЮ КРУП І КОМБІКОРМІВ»; – Філія ПрАТ «Зернопродукт МХП» «Ямпільський елеватор»; – Зміївська теплова електрична станція ПАТ «ЦЕНТРЕНЕРГО»; – Трипілька теплова електрична станція ПАТ «ЦЕНТРЕНЕРГО»; – ПрАТ «ВЕТРОПАК ГОСТОМЕЛЬСЬКИЙ СКЛОЗАВОД»; – Вуглегірська електрична станція ПАТ «ЦЕНТРЕНЕРГО»; – ПрАТ «БІЛОЦЕРКІВСЬКА ТЕПЛОЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ».
Кіровоградська область	–
Луганська область	– Северодонецька ТЕЦ; – ПрАТ «СЄВЄРОДОНЕЦЬКЕ ОБ'ЄДНАННЯ АЗОТ»; – ПрАТ «ЛИСИЧАНСЬКА НАФТОВА ІНВЕСТИЦІЙНА КОМПАНІЯ»; – ПрАТ «РУБІЖАНСЬКИЙ КАРТОННО-ТАРНИЙ КОМБІНАТ»; – ТОВ «НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО «ЗОРЯ».
Львівська область	– Котельня Тзов «СОТЕКО», – Львівське міське комунальне підприємство «ЛЬВІВТЕПЛОЕНЕРГО»; – Цукровий завод – Гнідавський підрозділ, Цех випалу вапна: шахтна піч випалу вапна SF № 1 шахтна піч випалу вапна SF № 2; – ТОВ «РАДЕХІВСЬКИЙ ЦУКОР»; – ПАТ «ЖИДАЧІВСЬКИЙ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВИЙ КОМБІНАТ»; – ПАТ «НАФТОПЕРЕРОБНИЙ КОМПЛЕКС – ГАЛИЧИНА»; – АТ «ДТЕК ЗАХІДЕНЕРГО».
Миколаївська область	– Котельня Внутрішньогосподарського комплексу по переробці сільськогосподарської продукції Східний ФГ «Органік Системс»; – ОКП «Миколаївоблтеплоенерго»; – Котельня Внутрішньогосподарського комплексу по переробці сільськогосподарської продукції Північний ФГ «Органік Системс»; – Обласне КП «МИКОЛАЇВОБЛТЕПЛОЕНЕРГО»; – ПрАТ «Миколаївська ТЕЦ»; – ТОВ «МИКОЛАЇВСЬКИЙ ГЛИНОЗЕМНИЙ ЗАВОД».

Продовження таблиці Е.1

Одеська область	– АТ «ОДЕСЬКИЙ ПРИПОРТОВИЙ ЗАВОД»; – ТОВ «ТРАНСГРЕЙНТЕРМІНАЛ»; – АТ «Одеська ТЕЦ»; – ДП «МОРСЬКИЙ ТОРГОВЕЛЬНИЙ ПОРТ «ПІВДЕННИЙ»; – КПТМ «ЮЖТЕПЛОКОМУНЕНЕРГО»; – ТОВ «ДЕЛЬТА ВІЛМАР УКРАЇНА»; – ТОВ сільськогосподарське підприємство «НІБУЛОН»; – АТ «ЕКСІМНАФТОПРОДУКТ»; – КП «ЧОРНОМОРСЬКТЕПЛОЕНЕРГО» Чорноморської міської ради Одеського району Одеської області; – КП «ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСТА ОДЕСИ».
Полтавська область	– КП «ТЕПЛОЕНЕРГО» Кременчуцької міської ради Кременчуцького району Полтавської області; – ТОВ «Глобинський переробний завод»; – АТ «Транснаціональна фінансово-промислова нафтова компанія «Укртатнафта»; – ТОВ «НОВООРЖИЦЬКИЙ ЦУКРОВИЙ ЗАВОД»; ПрАТ «ПОЛТАВСЬКИЙ ГРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ»; – Комунальне виробниче підприємство «ТЕПЛОЕНЕРГО» М.ГОРІШНІ ПЛАВНІ»; – ПАТ «КРЮКІВСЬКИЙ ВАГОНБУДІВНИЙ ЗАВОД»; – Полтавське обласне комунальне виробниче підприємство теплового господарства «ПОЛТАВАТЕПЛОЕНЕРГО»; – ТОВ «КРЕМЕНЧУЦЬКА ТЕЦ»; – ТОВ «Кременчуцький завод технічного вуглецю»; – АТ «Кременчуцький сталеливарний завод».
Рівненська область	– ТОВ «РІВНЕТЕПЛОЕНЕРГО»; – ТОВ «ВЕРАЛЛІЯ УКРАЇНА».
Сумська область	– ТОВ «Шосткинський завод «Імпульс»; – ПАТ «СУМИХІМПРОМ»; – Шосткинська ТЕЦ ТОВ «ШОСТКИНСЬКЕ ПІДПРИЄМСТВО «ХАРКІВЕНЕРГОРЕМОНТ».
Тернопільська область	– Комунальне підприємство теплових мереж «ТЕРНОПІЛЬМІСЬКТЕПЛОКОМУНЕНЕРГО» Тернопільської міської ради.
Харківська область	– ПрАТ «Харківський плитковий завод»; – КП «ХАРКІВСЬКІ ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ»; – ПрАТ «Балцем»; – ТОВ «КОКСОВИЙ ЗАВОД «НОВОМЕТ».
Херсонська область	– Котельня Внутрішньогосподарського комплексу по переробці сільськогосподарської продукції ФГ «Інтегровані агросистеми»; – АТ «Херсонська теплоелектроцентрально»; – Міське КП «ХЕРСОНТЕПЛОЕНЕРГО».
Хмельницька область	– Міське комунальне підприємство «ХМЕЛЬНИЦЬКТЕПЛОКОМУНЕНЕРГО»; – ТОВ «Старокостянтинівцукор»; – АТ «Подільський цемент».

Продовження таблиці Е.1

Черкаська область	– Черкаська ТЕЦ, – Смілянська ТЕС; – Канівське комунальне підприємство теплових мереж; – ТОВ «Катеринопільський елеватор»; – ПрАТ «МИРОНІВСЬКА ПТАХОФАБРИКА»; – ПрАТ «АЗОТ»; – ПрАТ «ЧЕРКАСЬКЕ ХІМВОЛОКНО»
Чернівецька область	– Міське комунальне підприємство «ЧЕРНІВЦІТЕПЛОКОМУНЕНЕРГО».
Чернігівська область	– КП «ТЕПЛОКОМУНЕНЕРГО» Чернігівської міської ради; – АТ «ОБЛТЕПЛОКОМУНЕНЕРГО»; – АТ «ОБЛТЕПЛОКОМУНЕНЕРГО»; – ТОВ «НІЖИНТЕПЛОМЕРЕЖІ».
місто Київ	– АТ АНОТОНОВ, – Установа Глазунівська: перший ступінь стиснення газу Червонодонської дотискувальної компресорної станції ГПУ «Шебелинкагазвидобування» АТ «Укргазвидобування»; – Установа Яблунівська ДКС АТ «Укргазвидобування»; – Яблунівська дотискна компресорна станція філії Газопромислового управління «Полтавагазовидобування»; – АТ «УКРТРАНСГАЗ»; – Філія «Відокремлений підрозділ «Запорізька АЕС»; – Філія «Відокремлений підрозділ «Південноукраїнська АЕС»; – Філія «Відокремлений підрозділ «Хмельницька АЕС»; – Філія «Відокремлений підрозділ «Рівненська АЕС»; – ТОВ «ЄВРО-РЕКОНСТРУКЦІЯ»; – Філія ПрАТ «Карлсберг Україна» в м. Києві; – Котельня Чернігівського відділення ПрАТ «АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА»; – ПрАТ «Фармацевтична фірма «Дарниця»; – ТОВ «ТЕПЛОПОСТАЧСЕРВІС»; – ТОВ «ОПЕРАТОР ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ»; – ТОВ «ЦУКОРАГРОПРОМ»; – Котельня Миколаївського відділення ПрАТ «АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА»; – Котельня Миколаївського відділення ПрАТ «АБІНБЕВ ЕФЕС УКРАЇНА»; – «Волинь-Цемент» філія ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»; – «ЮГцемент», філія ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»; – Казенне підприємство спеціального приладобудування «АРСЕНАЛ»; – АТ «ФАРМАК»; – ТОВ «МИРОНІВСЬКА ТЕПЛОВА ЕЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ»; – ПАТ «УКРНАФТА»; – КП виконавчого органу Київради (Київської міської державної адміністрації) «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»; – Новояворівська ТЕЦ ТОВ «Нафтогаз Тепло»; – Новороздільська ТЕЦ ТОВ «Нафтогаз Тепло»; – АТ «УКРГАЗВИДОБУВАННЯ».
місто Севастополь	...

*складено дисертанткою на основі даних [41];

**«...» – дані відсутні; «–» – явища не спостерігалося.

Таблиця Е.2

Обсяги викидів метану стаціонарними джерелами забруднення, Мт еСО₂

<i>Адміністративна одиниця / рік</i>	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	<i>Середнє значення</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>
Україна	23,65	24,59	24,83	25,79	16,22	14,39	13,06	13,97	12,63	12,37	12,02	12,74	17,19
АР Крим	0,08	0,07	0,08	0,11	...	...	...	...	...	...	...	...	0,08
Вінницька область	0,49	0,45	0,42	0,52	0,63	1,13	1,13	1,28	0,26	0,31	0,16	0,24	0,59
Волинська область	0,11	0,10	0,10	0,09	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05
Дніпропетровська область	2,88	3,19	3,67	4,34	4,08	3,98	3,77	3,88	3,60	3,59	3,25	3,42	3,64
Донецька область	9,13	10,00	10,45	10,74	6,34	4,94	4,15	4,66	3,99	3,72	3,74	4,44	6,36
Житомирська область	0,28	0,30	0,29	0,24	0,10	0,05	0,07	0,07	0,10	0,10	0,09	0,09	0,15
Закарпатська область	0,41	0,39	0,16	0,14	0,05	0,07	0,07	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,12
Запорізька область	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08	0,06	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,06
Івано-Франківська область	0,34	0,35	0,36	0,26	0,28	0,22	0,18	0,22	0,22	0,23	0,22	0,20	0,26
Київська область	0,41	0,34	0,27	0,28	0,28	0,30	0,22	0,24	0,26	0,23	0,29	0,17	0,27
Кіровоградська область	0,03	0,06	0,04	0,05	0,05	0,08	0,06	0,06	0,05	0,06	0,03	0,04	0,05
Луганська область	4,50	3,73	3,58	3,91	0,29	0,13	0,11	0,07	0,07	0,06	0,13	0,13	1,39
Львівська область	1,53	1,81	1,85	1,77	1,35	1,29	1,21	1,21	1,36	1,23	1,00	1,03	1,39
Миколаївська область	0,12	0,33	0,36	0,26	0,17	0,16	0,12	0,11	0,10	0,08	0,08	0,07	0,16
Одеська область	0,37	0,41	0,37	0,32	0,28	0,31	0,38	0,38	0,60	0,54	0,87	0,73	0,46
Полтавська область	0,65	0,59	0,46	0,51	0,41	0,27	0,22	0,23	0,18	0,17	0,16	0,20	0,34
Рівненська область	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
Сумська область	0,27	0,35	0,27	0,32	0,29	0,08	0,09	0,09	0,10	0,13	0,13	0,13	0,19
Тернопільська область	0,34	0,38	0,40	0,28	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,08	0,18
Харківська область	0,48	0,48	0,38	0,38	0,32	0,23	0,16	0,17	0,17	0,41	0,17	0,16	0,29
Херсонська область	0,06	0,08	0,08	0,08	0,12	0,12	0,16	0,14	0,23	0,40	0,41	0,38	0,19

Продовження таблиці Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Хмельницька область	0,08	0,07	0,09	0,10	0,08	0,06	0,06	0,07	0,04	0,05	0,06	0,05	0,07
Черкаська область	0,44	0,48	0,59	0,58	0,49	0,46	0,43	0,39	0,58	0,51	0,60	0,39	0,49
Чернівецька область	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Чернігівська область	0,52	0,50	0,44	0,40	0,38	0,30	0,30	0,28	0,26	0,26	0,22	0,21	0,34
місто Київ	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,23	0,24	0,08	0,19	0,51	0,11
місто Севастополь	0,01	0,01	0,01	0,01	...	...	...	...	...	...	...	...	0,01

*складено дисертанткою на основі даних [117, с. 519; 118, с. 518; 119, с. 508; 120, с. 490; 121, с. 492; 122, с. 198; 123, с. 193; 124, с. 194; 125, с. 182; 126, с. 179; 127, с. 171; 128, с. 168]

Додаток Ж

Довідки про впровадження результатів дослідження



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ

просп. Волі, 13, м. Луцьк, 43025, тел. (0332) 24-10-07, (0332) 72-01-23
e-mail: post@vnu.edu.ua, web: http://www.vnu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02125102

27. 06. 2025 № 03-24/04/1883Г

7

на № _____ від _____

Г

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження

Горбач Вікторії Віталіївни

на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні»

у межах виконання державної бюджетної теми:

«Розвиток інклюзивного ринку праці в умовах релокації та міграції: зайнятість, освіта, доходи населення»

Результати дисертаційної роботи за темою «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні» використані у процесі участі аспірантки Горбач Вікторії Віталіївни в діяльності Лабораторії проєктів та ініціатив та в межах виконання науково-дослідної теми «Розвиток інклюзивного ринку праці в умовах релокації та міграції: зайнятість, освіта, доходи населення» (державний реєстраційний номер 0123U101558). Зокрема, розроблені Горбач В.В. рекомендації щодо стимулювання «зеленої» зайнятості використано при формуванні проєктних ініціатив із розвитку інклюзивного ринку праці через створення нових екологічно орієнтованих робочих місць; обґрунтовано роль інноваційних механізмів фінансування низьковуглецевих проєктів (зелені облигації, кліматичні фонди), що враховано під час розробки пропозицій з розширення економічних можливостей населення в умовах повоєнного відновлення регіонів України.

Використання результатів дисертаційної роботи Горбач В.В. сприяло посиленню наукового обґрунтування для розробки практичних рекомендацій у сфері інклюзивного та сталого розвитку ринку праці.

Проректор з науково-педагогічної роботи
та міжнародної співпраці,
д.е.н., професор



Людмила Єлісеєва

Наталія Павліха
+380 50 378 51 43



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ

просп. Волі, 13, м. Луцьк, 43025, тел. (0332) 24-10-07, (0332) 72-01-23
 e-mail: post@vnu.edu.ua, web: http://www.vnu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02125102

27.06.2025 № 03-24/04/1882

7

на № _____ від _____

Г

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження
 Горбач Вікторії Віталіївни
 на тему: **«Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої
 економіки в Україні»**
 у межах виконання державної бюджетної теми:
**«Впровадження інклюзивних підходів до реінтеграції ветеранів, учасників
 бойових дій та їхніх сімей у цивільне суспільство й економіку України»**

Результати дисертаційної роботи за темою «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні» використані у процесі участі аспірантки Горбач Вікторії Віталіївни в діяльності Лабораторії проєктів та ініціатив та в межах виконання науково-дослідної теми «Впровадження інклюзивних підходів до реінтеграції ветеранів, учасників бойових дій та їхніх сімей у цивільне суспільство й економіку України» (державний реєстраційний номер 0124U000566). Зокрема, запропоновані Горбач В. В. організаційні та економічні інструменти розвитку низьковуглецевих секторів економіки адаптовані для створення програм професійної реінтеграції ветеранів, а саме через участь у проєктах з енергоефективності, відновлюваної енергетики, «зеленого» будівництва; а також аспіранткою розроблено рекомендації щодо підтримки соціального підприємництва в «зелених» секторах.

Використання результатів дослідження Горбач В. В. сприяло розширенню міждисциплінарного підходу та підвищенню ефективності наукового супроводу державної бюджетної теми.

Проректор з науково-педагогічної роботи
 та міжнародної співпраці,
 д.е.н., професор



Людмила Єлісєєва

Ірина Цимбалюк
 +380 67 364 47 02



ДСНС України

**ВОЛИНСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЦЕНТР З ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЇ
(Волинський ЦГМ)**

 вул. Звитязна, 6, м. Луцьк, 43005, тел./факс (0332) 24-82-22, E-mail: pgdluck@meteo.gov.ua
 код згідно з ЄДРПОУ 20129181

 від 21.04 20 25 р. № 993-1-894/993-04 На № _____ від _____ 20 ____ р.
ДОВІДКА**про впровадження результатів наукового дослідження****Горбач Вікторії Віталіївни**
**на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої
економіки в Україні»**

Результати дисертаційного дослідження Горбач Вікторії Віталіївни на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні» інтегровані у практичну діяльність Волинського обласного центру з гідрометеорології. Зокрема, теоретичні положення, методичні підходи та аналітичні матеріали, сформовані у межах виконання дисертаційного дослідження, використовуються при реалізації державної політики у межах компетенції у сфері гідрометеорологічної діяльності. Матеріали дослідження використано при підготовці кліматологічної інформації, інформації про забруднення навколишнього природного середовища та фонові концентрації забруднюючих речовин, підготовку і видання науково-прикладних щомісячників і щорічників (кліматологічних, метеорологічних, агрометеорологічних, про стан забруднення навколишнього природного середовища тощо). Окрім того, отримані результати слугують теоретичною основою при проведенні навчально-методичних заходів для працівників Центру.

Наукові положення дослідження дозволили посилити екологічну спрямованість роботи Центру, а також адаптувати функції гідрометеорологічного спостереження до сучасних викликів глобальної зміни клімату і завдань низьковуглецевої економіки.

Начальник



Нікітіна Наталія 0301447791

Ярослав КЛЯМАР



**ДЕРЖГЕОКАДАСТР
ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖГЕОКАДАСТРУ У ВОЛИНСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

вул. Винниченка, 67, м. Луцьк, 43006,

тел. +38(093)6596749, сайт: www.volynska.land.gov.ua, e-mail: volyn@land.gov.ua

09.07.2025 20-3-0.31-2768/2-25 Код ЄДРПОУ 39767861

№ _____ На _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження

Горбач Вікторії Віталіївни

на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні»

Результати дисертаційного дослідження Горбач Вікторії Віталіївни на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні» впроваджуються у практичну діяльність Головного управління Держгеокадастру у Волинській області. Отримані у межах виконання дисертаційного дослідження теоретичні положення, аналітичні висновки та прикладні рекомендації використовуються при формуванні управлінських рішень, що спрямовані на збалансоване використання земельних ресурсів та підтримку розвитку зеленої інфраструктури з урахуванням принципів сталого розвитку та кліматичної нейтральності. Дослідження стало основою для удосконалення підходів до збереження та раціонального використання земельних ресурсів, а також захисту природних ландшафтів в умовах зростання антропогенного навантаження. Результати наукового дослідження сприяли вдосконаленню організаційних, економічних та екологічних механізмів управління земельними ресурсами, зокрема щодо охорони земель, запобігання їх деградації, а також дотримання режиму використання територій природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення, інших територій.

Результати дисертаційної роботи сприяли підвищенню ефективності реалізації державної земельної політики у Волинській області в контексті переходу до низьковуглецевої економіки.

В.о. начальника

Сергій ВОЛЧОК



Василь Дмитрук +38(093)6596749

ГУ ДЕРЖГЕОКАДАСТРУ У ВОЛИНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

20-3-0.31-2768/2-25 від 09.07.2025

Дмитрук Василь Петрович

11 02 00





від 15.07.2025 № 07/2-26вих-25

ДОВІДКА про впровадження результатів наукового дослідження

Горбач Вікторії Віталіївни

на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні»

Результати наукового дослідження «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні», виконані аспіранткою Волинського національного університету імені Лесі Українки Горбач Вікторією Віталіївною використовуються у діяльності Приватного акціонерного товариства «СКФ Україна». Отримані наукові напрацювання сформували основу для вдосконалення технологічних процесів та організаційних підходів на підприємстві з урахуванням принципів енергоефективності та сталого низьковуглецевого розвитку. Зокрема, результати дослідження сприяли інтеграції інноваційних рішень у виробничі процеси, які дозволяють зменшити вуглецевий слід продукції та підвищити екологічну безпеку виробництва. Розроблені наукові підходи стали складовою загальної управлінської моделі підприємства, що зорієнтована на поступове впровадження принципів низьковуглецевого та ресурсоефективного розвитку. Результати дослідження використано для формування довгострокових орієнтирів у сфері декарбонізації виробництва, що відповідає екологічним зобов'язанням корпорації SKF у межах міжнародних кліматичних ініціатив.

Впровадження дисертаційного дослідження сприяє реалізації завдань низьковуглецевої трансформації виробництва та розвитку екологічно орієнтованої промислової політики.

Генеральний директор
ПрАТ «СКФ Україна»



Богдан ВОЛЧОК

Приватне акціонерне товариство "СКФ Україна"

вул. Виробнича, 34, м. Луцьк, Україна, 43017

Тел. +380 (332) 783 302. Факс +380 (332) 783 334. Web www.skf.com | www.skf.com.ua

Код ЄДРПВ 05745160, ПН 057451603177
Платник податку на прибуток за загальною підставою
Назва банківської установи: АТ «СЕС КОРПОРАТИВНИЙ БАНК», вул. Милеявська, 7, Київ, 01001, Україна
IBAN UA48 3807 7703 0002 6000 0032 0026 5

Відповідність систем менеджменту виконані
ISO 9001, IAF 24349, ISO 14001, IFS 45001, ISO 50002
Член Українського сектору програм та відомої підтримки





**ЛУЦЬКА МІСЬКА РАДА
ВІДДІЛ ТРАНСПОРТУ**

вул. Богдана Хмельницького, 21,
м. Луцьк, 43025
Тел. (0332) 777986, 777919, 720353
E-mail: vtz@lutskrada.gov.ua
Web: [http:// www.lutskrada.gov.ua](http://www.lutskrada.gov.ua)

29.07.2025 № 14-24/58/2025

на № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження

Горбач Вікторії Віталіївни

на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні»

Наукові напрацювання, викладені у роботі Горбач Вікторії Віталіївни на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні», впроваджуються у практичну діяльність відділу транспорту Луцької міської ради. Отримані результати використано при імплементації екологічних і розумних технологій у систему громадського транспорту міста Луцька, зокрема під час реалізації проєктів із оновлення рухомого складу громадського транспорту, впровадження інтелектуальних зупинкових комплексів, а також при розробленні технічних вимог і супровідних документів до інфраструктурних ініціатив. Рекомендації, сформовані на основі дослідження, сприяли посиленню орієнтації транспортної політики міста на принципи енергоефективності, екологічної безпеки та стійкого розвитку. Окрім того, розроблені наукові підходи інтегровані у внутрішні стандарти та методичні матеріали відділу. Вони використовуються при підготовці технічних завдань і тендерної документації, забезпечуючи узгодженість інвестиційних проєктів із принципами низьковуглецевого розвитку.

Впровадження напрацювань дослідження сприяє підвищенню науково-методичного рівня управлінських рішень у сфері міського транспорту та є основою для формування стратегічних підходів до реалізації принципів низьковуглецевого розвитку у транспортній політиці міста.

Начальник відділу транспорту
Луцької міської ради

Віктор ГЛАВІЧКА

Володимир Мацьків

+380 (332) 720 353

ДОКУМЕНТ СЕД АСКОД

Сертифікат 5E984D526F82F38F0400000854B4601F155EC05

Підписувач ГЛАВІЧКА ВІКТОР ЙОСИПОВИЧ

Дійсний з 31.01.2025 9:34:23 по 31.01.2026 23:59:59



ЛУЦЬКА МІСЬКА РАДА



№ 14-24/58/2025 від 29.07.2025

Громадська організація «Інститут транскордонних ініціатив»
вул. Глушець 29/2, 43025 Луцьк
email: ins.tra.ini@gmail.com

№10/02 від 11.07.2025

ДОВІДКА
про впровадження результатів наукового дослідження
Горбач Вікторії Віталіївни
на тему:
«Організаційно-економічні засади розвитку
низьковуглецевої економіки в Україні»

Результати наукового дослідження Горбач Вікторії Віталіївни на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні» впроваджуються в діяльність громадської організації «Інститут транскордонних ініціатив». Наукові результати, отримані у дисертаційному дослідженні, стали основою для оновлення підходів до підтримки сталого розвитку громад через освітню, консультаційну та просвітницьку діяльність. Здобуті теоретичні й прикладні положення набули практичного застосування в межах роботи Освітньо-консультаційного хабу для громадських організацій та активістів «Мераба», що реалізується у співпраці з ГО «Центр розвитку соціального капіталу», Волинською обласною бібліотекою для юнацтва, Департаментом молоді та спорту Луцької міської ради, за підтримки Європейського Союзу та Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини.

Розроблені наукові підходи використані при підготовці практичних рекомендацій для представників громадянського суспільства з питань екологічного управління, раціонального споживання ресурсів та впровадження принципів низьковуглецевої економіки у місцеві ініціативи. Застосування наукових підходів сприяло покращенню інформаційного супроводу громад, а також створило додаткові можливості для розвитку екологічно орієнтованої діяльності на місцях.

Імплементация напрацювань дослідження посилила участь громадських ініціатив у процесах сталого розвитку, сприяла зростанню рівня екологічної обізнаності серед мешканців та активізації залучення громад до проєктів, спрямованих на поліпшення екологічної ситуації в регіоні.

Виконавчий директор



Максим ВОЙЧУК



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ

просп. Волі, 13, м. Луцьк, 43025, тел. (0332) 24-10-07, (0332) 72-01-23
 e-mail: post@vnu.edu.ua, web: http://www.vnu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02125102

07.07.2025 № 03-24/04/2005 Г

7

на № _____ від _____

Г

ДОВІДКА
про впровадження результатів наукового дослідження

Горбач Вікторії Віталіївни

на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні»

Результати наукового дослідження Горбач Вікторії Віталіївни на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні» впроваджуються в освітній процес Волинського національного університету імені Лесі Українки. Зокрема, теоретичні положення, методичні підходи та аналітичні матеріали, сформовані у межах виконання дисертаційного дослідження, використовуються під час викладання таких освітніх компонентів: «Управління проектами сталого розвитку», «Циркулярна економіка», «Філософія сталого розвитку та сучасні економічні теорії», а також у процесі керівництва студентськими науково-дослідними роботами, тематика яких пов'язана із питаннями сталого розвитку, зеленої трансформації економіки та декарбонізації.

Результати дисертаційного дослідження Горбач В.В. можуть бути також використані викладачами закладів вищої освіти для розробки нових і вдосконалення чинних навчальних курсів за відповідною тематикою.

Проректор з науково-педагогічної роботи
та міжнародної співпраці.
д.е.н., професор



Людмила Єлісеєва

Наталія Павліха
+380 50 378 51 43



МАУП

«ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«МІЖРЕГІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ»

Волинський інститут імені В'ячеслава Липинського

43025, Волинська обл., м. Луцьк, вул. Коперника, 8, тел./факс (0332) 77-00-32

e – mail: maup_lutsk@ukr.net

“26” червня 2015р. № 02-11/34

ДОВІДКА
про впровадження результатів наукового дослідження
Горбач Вікторії Віталіївни
на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої
економіки в Україні»

Результати наукового дослідження Горбач Вікторії Віталіївни на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні» впроваджуються в освітній процес Волинського інституту імені В'ячеслава Липинського Приватного акціонерного товариства «Вищий навчальний заклад «Міжрегіональна Академія управління персоналом». Зокрема, теоретичні положення, методичні підходи та аналітичні матеріали, сформовані у межах виконання дисертаційного дослідження, використовуються під час викладання таких освітніх компонентів: «Макроекономіка», «Мікроекономіка», «Міжнародна економіка», «Економіка підприємства», «Сучасні економічні теорії», «Розміщення продуктивних сил». Матеріали дослідження застосовуються при підготовці лекційного матеріалу, практичних і семінарських занять, а також у процесі керівництва студентськими проектами й науковими дослідженнями з актуальних питань сталого низьковуглецевого зростання, декарбонізації економіки, кліматично нейтрального розвитку.

Результати дисертаційного дослідження сприяють посиленню аналітичного та практичного змісту освітніх компонентів і є важливим джерелом актуальної інформації для формування компетентностей здобувачів вищої освіти у сфері сталого, низьковуглецевого розвитку.

Директор Волинського інституту
імені В'ячеслава Липинського
ПрАТ «ВНЗ «МАУП»,
к.е.н., доцент



Людмила ГОРБАЧ

Ірина Щербатюк
+380 99 369 09 86



**КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ
«ЛУЦЬКИЙ ЛІЦЕЙ № 18
ЛУЦЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ»**

43008, Україна, Волинська обл., м. Луцьк-24
пр. Відродження, 20-а., тел/факс (0332) 250437,
Web: <http://www.gymnasium18.lutsk.ua>
e-mail: gymnasium18@ukr.net
02.07.2025 № 02-20/223

**ДОВІДКА
про впровадження результатів наукового дослідження**

Горбач Вікторії Віталіївни

на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні»

Результати наукового дослідження Горбач Вікторії Віталіївни на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні» впроваджуються в освітній процес комунального закладу загальної середньої освіти «Луцький ліцей № 18 Луцької міської ради». Зокрема, теоретичні положення, методичні підходи та аналітичні матеріали, сформовані у межах виконання дисертаційного дослідження, використовуються при формуванні змісту дидактичних матеріалів з предметів «Фінансова грамотність», «Географія», «Біологія» та «Пізнаємо природу». Отримані результати слугують основою для оновлення змісту навчального матеріалу, розроблення виховних заходів просвітницького спрямування, а також для підготовки учнівських дослідних робіт. Окрім того, матеріали дослідження використовуються при організації методичної роботи з педагогічними працівниками, зокрема в межах шкільного методичного об'єднання.

Впровадження наукових положень в освітній процес сприяє розвитку у здобувачів освіти ключових компетентностей у сфері сталого розвитку, розуміння економічних аспектів екологічної безпеки, формуванню свідомого ставлення до довкілля на засадах зеленої низьковуглецевої економіки.

В.о. директора
Луцького ліцею № 18



Ірина ЧИРКО

Чирко Ірина

250 437



**КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ
«ЛУЦЬКИЙ ЛІЦЕЙ № 2
ЛУЦЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ»**
43018, Волинська обл., м. Луцьк,
вул. Львівська, 28, тел: 26-14-41
e-mail: zos2lutsk@gmail.com
від 03.07.2025 № 01-17/124

ДОВІДКА
про впровадження результатів наукового дослідження
Горбач Вікторії Віталіївни
на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку
низьковуглецевої економіки в Україні»

Результати наукового дослідження Горбач Вікторії Віталіївни на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні» впроваджуються в освітній процес комунального закладу загальної середньої освіти «Луцький ліцей № 2 Луцької міської ради». Зокрема, теоретичні положення, методичні підходи та аналітичні матеріали, сформовані у межах виконання дисертаційного дослідження, використовуються при формуванні змісту навчальних матеріалів з предметів «Географія», «Біологія» та «Пізнаємо природу». Матеріали дослідження слугують основою при розробленні та проведенні факультативних занять і виховних заходів, присвячених проблемам змін клімату, низьковуглецевому розвитку, енергоефективності та сталого споживання.

Реалізація наукових положень дослідження сприяла підвищенню якості освітнього процесу, активізації науково-дослідної діяльності учнів і формуванню у них ключових компетентностей, необхідних для орієнтації в сучасних викликах сталого розвитку.

Директор
Луцького ліцею № 2



Роман ПОЛІЩУК



**КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ
ОСВІТИ
«ЛУЦЬКА ГІМНАЗІЯ №3
ЛУЦЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ»**

вул. Даргомижського, 5
м. Луцьк, 43016
Тел. (0332) 73-90-17,
E-mail: school32007@ukr.net
Код ЄДРПОУ 26414012
30.06.2025 № 01-18/139

ДОВІДКА

про впровадження результатів наукового дослідження

Горбач Вікторії Віталіївни

на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні»

Результати наукового дослідження Горбач Вікторії Віталіївни на тему: «Організаційно-економічні засади розвитку низьковуглецевої економіки в Україні» впроваджуються в освітній процес комунального закладу загальної середньої освіти «Луцька гімназія №3 Луцької міської ради». Зокрема, теоретичні положення, методичні підходи та аналітичні матеріали, сформовані у результаті виконання дисертаційного дослідження, використовуються для підготовки та проведення занять у межах варіативної складової навчальних планів, а саме під час реалізації освітніх курсів з акцентом на питання сталого розвитку, декарбонізації економіки, відновлюваної енергетики та раціонального використання енергоресурсів. Окрім того, матеріали дослідження використовуються при керівництві учнівськими науково-дослідними роботами та проєктами, тематика яких пов'язана із питанням сталого низьковуглецевого зростання.

Впровадження результатів дисертаційного дослідження сприяло підвищенню якості освітнього процесу, збагаченню змісту освітніх компонентів і розвитку компетентностей здобувачів освіти відповідно до актуальних соціально-економічних викликів.

Директор КП ЗСО
«Луцька гімназія №3»



Володимир ПШИБЕЛЬСЬКИЙ

Тетяна Моренчук
73-90-17