

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**ДЕМЧЕНКО КСЕНІЯ ВАЛЕНТИНІВНА**

УДК 502.171:338.3-048.78

**ДИСЕРТАЦІЯ  
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА  
ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Спеціальність 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність»

Галузь знань 07 «Управління та адміністрування»

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

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

\_\_\_\_\_ К. В. Демченко

**Науковий керівник – Купалова Галина Іванівна, доктор економічних наук,  
професор**

Київ – 2024

## АНОТАЦІЯ

*Демченко К. В.* Ефективність екологічної модернізації виробництва промислових підприємств. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність». Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, 2024.

У дисертаційній роботі обґрунтовано концептуальні засади екологічної модернізації виробництва, систематизовано її головні характеристики та ознаки, запропоновано авторське трактування поняття. Розкрито взаємозв'язок екологічної модернізації виробництва із соціо-економічною концепцією екологічної модернізації. Поглиблено теоретичне розуміння ефективності у контексті екологічного впливу господарської діяльності на природне середовище, а також екологічної модернізації виробництва зокрема. Конкретизовано вимоги до методики оцінювання ефективності з огляду на цілі суб'єктів підприємництва у ході перетворення виробничого процесу в екологічно дружній.

В роботі визначено основні складові екологічної модернізації виробництва, до яких віднесено технологічну, технічну, управлінську, інноваційну, економічну та екологічну. Залежно від ступеня зміни технології виробництва виокремлено початковий, частковий та комплексний рівні проведення модернізації. Структурування екологічної модернізації дозволяє ідентифікувати її сильні та слабкі сторони, визначити потенціал зростання ефективності та спрямувати зусилля управлінців на ті ланки процесу, які цього потребують.

В результаті вивчення практичного досвіду впровадження екологічних інновацій у підприємницькій діяльності було систематизовано основні групи факторів активізації процесів екологічного осучаснення виробництва. Розроблено структурно-логічну матрицю координатного поля факторів впливу на екологічну модернізацію виробництва. Вона відображає механізм дії факторів на суб'єкти підприємництва та дозволяє визначити найбільш дієвіші з них щодо активізації екологічної трансформації підприємств.

Подальшого розвитку та узагальнення набуло трактування принципів екологічної модернізації виробництва, які відображають та забезпечують взаємозв'язок цього економічного явища з концептуальними засадами сталого розвитку та сучасними поглядами на сутність еко-ефективності. Запропонована система принципів дозволяє суб'єктам підприємництва розробити дієву стратегію екологічної трансформації виробництва згідно з цілями сталого розвитку.

Розроблено методичні положення щодо оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва для комплексного аналізу її результативності з урахуванням довгострокових наслідків прийнятих управлінських рішень. Для визначення рівня екологічного впливу модернізації виробництва на довкілля адаптовано методику оцінювання життєвого циклу товару, зокрема, запропоновано методику розрахунку інтегрального показника впливу на навколишнє середовище за категоріями. Як альтернативний підхід до знаходження зміни рівня антропогенного впливу запропоновано розрахунок індексу екологічної шкоди. Використання цих методичних положень дасть змогу аналізувати інвестиційні проєкти з урахуванням можливого екологічного впливу.

У роботі визначено основні екологічні ризики, пов'язані із виробництвом цементу. Проведено аналіз сучасного стану цементної галузі в Україні. Досліджено ключові фінансово-економічні показники виробничої діяльності, структуру ринку цементу та розподіл конкурентних сил. Обґрунтовано взаємозв'язок рівня конкурентоздатності виробників з їхньою стратегією екологічної модернізації виробництва. Визначено рівень конкурентоздатності цементних підприємств України за методикою, що ґрунтується на теорії конкурентних переваг, та зроблено ранжування підприємств за рівнем конкурентоспроможності. Проаналізовано резерви енергозбереження та визначено суму економії коштів підприємств цементної галузі при сплаті екологічного податку та зменшенні витрат паливно-енергетичних ресурсів.

Надано оцінку ефективності екологічної модернізації виробництва на підприємствах цементної галузі з використанням розроблених автором методичних положень. Лише четверта частина підприємств галузі здійснили

комплексну трансформацію виробництва. Встановлено, що ті, які здійснили комплексну екологічну модернізацію із заміною старої технології виробництва, знизили рівень відносного екологічного впливу при випуску одиниці продукції в середньому на 20 %. Результати проведених автором монографічних досліджень свідчать, що комплексна модернізація є більш ефективною з точки зору рентабельності інвестицій та зменшення антропогенного впливу на довкілля. Залежно від рівня впровадження новітніх екологічно-орієнтованих технологій, проведено групування цементних підприємств і розроблено цільові практичні рекомендації диференційовано для кожної із груп в частині подальшої реалізації стратегії їх оновлення.

Дослідження трансформаційних процесів цементної галузі показало різноспрямованість досягнутих ефектів від модернізації за різними категоріями впливу, зокрема встановлено, що попри наявність загальної тенденції до оновлення застарілих технологічних підходів до виготовлення цементу, деякі аспекти модернізації мають протилежний екологічний ефект. Дане твердження справедливе для заміни підприємствами природного газу на викопне вугілля у якості основного паливно-енергетичного ресурсу, яке типове для усіх підприємств галузі.

У роботі визначено шляхи подальшої екологізації та нарощування виробництва цементу підприємствами у зв'язку з необхідністю післявоєнної відбудови інфраструктури та економіки в цілому. Описано актуальні процеси організаційних перетворень підприємств галузі, які можуть вплинути на подальше проведення екологічної модернізації виробництва на підприємствах. Розкрито питання впливу змін у вітчизняному екологічному законодавстві на подальшу трансформацію виробничих процесів у цементній галузі. Автором розглянуто основні сценарії модернізації виробництва на підприємствах цементної галузі у повоєнний період із визначенням необхідного обсягу інвестицій з урахуванням сучасного етапу екологічної трансформації виробників цементу.

З урахуванням кращого вітчизняного та міжнародного досвіду екологічної трансформації цементного виробництва і принципів Європейського зеленого

курсу розроблено рекомендації щодо основних шляхів зниження антропогенного впливу на довкілля. Запропоновано спрямувати зусилля виробників на скорочення традиційних видів палива та збільшення частки альтернативних з нижчим вмістом вуглецю, зменшення енергоспоживання, зниження частки клінкеру у цементній продукції, а також на ширше використання технології уловлювання вуглецю.

Здобувачем проаналізовано умови залучення коштів промисловими підприємствами, визначено структуру джерел фінансування інноваційного розвитку суб'єктами підприємництва. Встановлено специфічні особливості пошуку та залучення коштів для екологічної модернізації виробництва цементними виробниками. Визначено, що для активізації інноваційної діяльності перспективним є проєктне фінансування масштабних модернізаційних заходів. З урахуванням сучасних особливостей ринку капіталу та державної політики стимулювання інноваційного розвитку промисловості сформульовано практичні рекомендації щодо визначення обсягу та пошуку джерел фінансування для задоволення потреб виробничої модернізації підприємств цементної галузі.

Розроблено оптимізаційну модель еколого-орієнтованої організації виробництва й управління, яка дозволяє сформулювати ефективну інвестиційну програму підприємства з урахуванням ймовірних екологічних наслідків реалізації проєктів. Запропонована модель дозволяє встановити, які із запропонованих сценаріїв модернізації спроможні забезпечити найбільшу еколого-економічну ефективність. Модель має прикладний характер та може бути використана для формування інвестиційних програм розвитку не тільки для цементних, а й підприємств інших галузей промисловості. З використанням запропонованої оптимізаційної моделі автором розроблено інвестиційну програму післявоєнного розвитку філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент».

*Ключові слова: економіка, підприємство, підприємництво, цементна галузь, екологічна модернізація, ефективність, виробництво, конкурентоспроможність, інновації, інвестиції, сталий розвиток, соціальна відповідальність.*

## ABSTRACT

*Demchenko K.V.* Efficiency of ecological modernisation of production at industrial enterprises. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the acquisition of a scientific degree of PhD by the speciality 076 “Entrepreneurship, trade and exchange activities”. Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, 2024.

The thesis substantiates the conceptual foundations of ecological modernisation of production, systematises its main characteristics and features, and offers the author's own interpretation of the concept. The interrelation of ecological modernisation of production with the socio-economic concept of ecological modernisation is revealed. The theoretical understanding of efficiency in the context of the environmental impact of economic activity on the natural environment, and ecological modernisation of production in particular, is deepened. The requirements for the methodology of efficiency assessment are specified, taking into account the goals set for business entities in the process of transforming the production process into an environmentally friendly one.

The article identifies the main components of ecological modernisation of production, which include technological, technical, managerial, innovative, economic and environmental. Depending on the degree of technological change, the article allocates initial, partial and complex levels of modernisation. Structuring the process of ecological modernisation makes it possible to identify the strengths and weaknesses of modernisation, determine the potential for increasing the efficiency of ecological modernisation and direct the efforts of managers to those components of the process that need it.

As a result of studying the practical experience of introducing environmental innovations in entrepreneurial activity, the main groups of factors for intensifying the processes of ecological modernisation of production have been systematised. There has been developed a structural and logical matrix "coordinate field of factors of ecological

modernisation of production", which describes the mechanism of action of factors on various business entities and allows to identify the most effective factors of activating the ecological transformation of enterprises.

The principles of ecological modernisation of production have been further developed and generalised, reflecting and implementing the relationship of this economic phenomenon with the conceptual foundations of the concept of ecological modernisation and modern views on the essence of eco-efficiency. The proposed system of principles allows developing an effective strategy of ecological modernisation of production by business entities and will allow subordinating the transformation of production to the goals of sustainable development into production renewal.

There has been developed a methodology for evaluating the efficiency of ecological modernisation of production, which ensures a comprehensive analysis of the economic and environmental performance of the modernisation, taking into account the long-term consequences of management decisions. The methodology of life cycle assessment is adapted to the purposes of determining the level of environmental impact of production modernisation, in particular, an approach to finding an integral indicator of environmental impact is proposed. The study develops methodological provisions for calculating the weighted average level of environmental damage as an alternative option for calculating the environmental component within the described methodology for assessing the effectiveness of environmental modernisation of production. The proposed methodical guidelines allow carrying out an economic analysis of investment decisions with consideration of their environmental impact.

The paper identifies the main environmental risks associated with cement production. The current state of the Ukrainian cement industry is analysed. It studies key indicators of production activity, financial indicators of producers, market structure and distribution of competitive forces. The article substantiates the relationship between the level of competitiveness of producers and their strategy of ecological modernisation of production. The level of competitiveness of cement enterprises in Ukraine has been determined using the methodology based on the theory of competitive advantages. The enterprises are ranked by the level of their competitive potential. It analyses the

potential of energy saving and calculates savings in payment of the environmental tax for enterprises of the cement industry.

There was conducted an assessment of the efficiency of ecological modernisation of production for enterprises in the cement industry of Ukraine using the methodological provisions developed in the paper. The study has determined that only a quarter of the successful enterprises in the industry have implemented a complex transformation of production. It is established that enterprises that have carried out a complex environmental modernisation, which involved replacing the old production technology, have reduced the level of relative environmental impact per unit of output by an average of 20%. The assessment of the efficiency of the production process transformation measures taken by the industry's enterprises showed that modernisation carried out at the complex level is more efficient in terms of return on investment and the overall index of impact categories. In accordance with the results of the assessment of the efficiency of environmental modernisation of production, the enterprises were grouped and practical recommendations were developed for each group regarding further modernisation strategy.

The study of the practical experience of enterprises in the Ukrainian industry has shown the diversity of the effects achieved from modernisation in different categories of impact. In particular, it was found that despite the general tendency to update outdated technological approaches to cement production, some aspects of modernisation have an inverse environmental effect. This statement is true for the replacement of natural gas by fossil coal as the main fuel and energy resource, which is typical for all enterprises in the industry.

There is a study of the current trends in the further ecologisation of production by enterprises of Ukrainian cement industry. The author highlights the potential for increasing the volume of cement production by cement manufacturers in connection with the post-war reconstruction. There is described the existing processes of organisational transformations in the industry, which may have an impact on further ecological modernisation of production at enterprises. Taking into account the current stage of development of cement producers, the main probable scenarios of the future

course of modernisation of production at cement enterprises are elaborated. A forecast of the volume of investments in the modernisation of cement production is provided.

As a result of studying the international experience of ecological transformation of cement production and the principles of the European Green Deal, recommendations on the main ways to reduce the level of environmental damage caused by the production process have been developed. It is proposed to focus the efforts of producers on reducing energy consumption during production and increasing the share of alternative fuels with a lower carbon content, reducing the level of clinker factor in products, and using carbon capture technology. The experience of new technologies application by domestic cement producers is described.

Author analyses conditions of fund mobilisation by industrial enterprises for innovation activity financing. The structure of funding sources for innovative development by business entities has been determined. The specific features of attracting and raising funds for the environmental modernisation of production by cement producers are identified. The study determined the project financing to be the most adequate tool for financing large-scale innovation projects. The role of joint implementation projects for the implementation of environmental improvement projects in cement production is explained.

There is developed an optimisation model of environmentally oriented production and management, which allows to form an effective investment programme of an enterprise, taking into account the environmental indicators of project implementation. The proposed model allows to determine which of the available modernisation scenarios will maximise the integrated efficiency indicator. The model is applicable and can be used to make decisions regarding environmental investments in production for industrial enterprises of various specialisations. The paper presents an investment programme for the post-war development of Volyn-Cement, a branch of PJSC Dickerhoff Cement Ukraine, using the presented optimisation model.

*Keywords: economy, enterprise, entrepreneurship, cement industry, ecological modernisation, efficiency, production, competitiveness, innovation, investment, sustainable development, social responsibility.*

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

## Статті у наукових фахових виданнях України

1. Демченко К.В. Вплив екологічної модернізації виробництва на конкурентну позицію виробників цементу. *Науковий вісник Миколаївського національного університету ім. В.О. Сухомлинського. Економічні науки : збірник наукових праць*. 2018. № 1 (10). С. 7–15.
2. Демченко К.В. Сутність та необхідність екологічної модернізації виробництва в Україні. *Тернопільський національний економічний університет*. 2018. Т. 28, № 2. С. 133–145.
3. Демченко К.В. Оцінка ефективності екологічної модернізації виробництва цементу за методикою, заснованою на теорії конкурентних переваг. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2019. № 23. С. 75–80.
4. Демченко К.В. Сучасні технології як інструмент підвищення ефективності екологічної модернізації виробництва цементу. *Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор»*. 2024. № 1 (74). С. 127–132. URL: <https://doi.org/10.32782/business-navigator.74-21> (дата звернення: 15.05.2024).
5. Демченко К.В. Джерела фінансування екологічної трансформації виробництва як складової інноваційного розвитку підприємств. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2023. № 5. С. 274–281. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-322-5-44> (дата звернення: 15.05.2024).
6. Демченко К.В. Поняття «ефективності» у контексті екологічної модернізації виробництва суб'єктами підприємництва. *Підприємництво і торгівля*. 2023. № 39. С. 73–78. URL: <https://doi.org/10.32782/2522-1256-2023-39-08> (дата звернення: 08.05.2024).
7. Купалова Г., Демченко К. Необхідність та передумови екологічної модернізації виробництва суб'єктів підприємництва. *Вісник Київського національного*

університету імені Тараса Шевченка. 2023. № 2. С. 84–92.  
URL: <https://doi.org/10.17721/1728-2667.2023/223-2/11> (дата звернення: 03.05.2024)  
(внесок автора: розроблено структурно-логічну матрицю факторів впливу).

8. Демченко К. В. Екологічна модернізація виробництва на підприємствах цементної галузі України: реалії та очікування. *Efektivna ekonomika*. 2024. № 4.  
URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.4.78> (дата звернення: 28.04.2024).

**Статті у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять  
до Організації економічного співробітництва та розвитку та  
Європейського Союзу**

9. Demchenko K. Assessing the efficiency of ecological modernisation of production at industrial enterprises. *Věda a perspektivy*. 2024. No. 4(35).  
URL: [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2024-4\(35\)-10-17](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2024-4(35)-10-17) (date of access: 25.05.2024).

**Опубліковані праці апробаційного характеру**

10. Демченко К. Екологічна модернізація виробництва як фактор підвищення конкурентоспроможності виробників цементу. *Економіка підприємства : сучасні проблеми теорії та практики* : матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф., м. Одеса, 14–15 верес. 2018 р. Одеса, 2018. С. 33–34.

11. Демченко К. В. Сутність та основні складові екологічної модернізації виробництва. *Зелений бізнес: життя заради майбутнього* : матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, м. Київ, 11–12 квіт. 2018 р. Київ, 2018. С. 69–72.

12. Демченко К. В. Державне стимулювання проведення екологічної модернізації виробництва серед виробників цементу. *Зміни. Адаптація. Нова економіка* : матеріали II міжнар. форуму, м. Київ, 2021. С. 31–34.

13. Демченко К. В. Систематизація передумов проведення екологічної модернізації виробництва суб'єктів господарювання. *Зелений бізнес: життя*

*заради майбутнього*: матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених .  
Київ : ЦП Компринт, 2023. С. 16–19.

14. Демченко К. В. Джерела фінансування інноваційного розвитку промислових підприємств. *Актуальні проблеми сучасної науки, розвитку технологій та менеджменту* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Хмельницький, 2024. С. 129–133.

15. Демченко К. В. Основні шляхи екологізації цементного виробництва. *Зелена економіка та низьковуглецевий розвиток: порядок денний для України*. 2023. URL: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-337-1-28> (дата звернення: 28.04.2024).

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	15
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА .....	24
1.1. Трактування сутності екологічної модернізації виробництва та її ефективності у підприємстві.....	24
1.2. Складові екологічної модернізації виробництва та фактори впливу на неї.....	39
1.3. Методичні засади аналізу й оцінки ефективності екологічної модернізації виробництва суб'єктів підприємства з урахуванням сучасних викликів .....	58
Висновки до першого розділу. ....	74
РОЗДІЛ 2. ЕКОЛОГІЧНА МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЦЕМЕНТУ СУБ'ЄКТАМИ ПІДПРИЄМНИЦТВА В УКРАЇНІ .....	76
2.1. Особливості та необхідність екологізації виробництва цементу суб'єктами підприємства.....	76
2.2. Ефективність екологічної модернізації виробництва цементних підприємств.....	98
2.3. Перспектива впровадження екологічно ефективних технологій на підприємствах цементної галузі у післявоєнний період .....	131
Висновки до другого розділу. ....	141
РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ПІДПРИЄМСТВ ЦЕМЕНТНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ .....	143
3.1. Впровадження сучасних енергозберігаючих технологій з урахуванням цілей Європейського зеленого курсу .....	143
3.2. Фінансове забезпечення екологічної модернізації виробництва суб'єктів підприємства.....	155

3.3. Розробка і впровадження оптимізаційної моделі організації еколого-орієнтованого виробництва й управління.....	172
Висновки до третього розділу. ....	187
ВИСНОВКИ.....	189
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	194
ДОДАТКИ.....	215

## ВСТУП

### **Обґрунтування вибору теми дослідження.**

Інтеграція економіки України в європейський економічний простір, а також трансформація економічного курсу відповідно до кліматичних змін висувають нові вимоги до принципів і пріоритетів підприємницької діяльності. У Законі України «Про основні засади державної екологічної політики на період до 2030 року» [2] зазначено, що першопричинами екологічних проблем в Україні є превалювання економічних інтересів над політичними, а також висока ресурсоемність виробництва.

Цементна промисловість – одна з ключових галузей промислового виробництва, яка має важливе значення для відновлення та нарощення економіки країни. Проте, попри її значну економічну роль, вона є однією із найбільш ресурсо- та енергомістких. На виготовлення 1 т клінкеру у вітчизняних виробників в середньому витрачається 4,5 ГДж, що в 1,2 рази більше, ніж у Польщі, і в 1,6 рази більше, ніж в Німеччині [23, с.32]. У структурі промислового енергоспоживання виробництво цементу займає до 7 %, а за обсягом викидів CO<sub>2</sub> (5–8 %) посідає друге місце серед інших секторів світової економіки. Не зважаючи на це, цемент є безальтернативним будівельним матеріалом. За оцінками міжнародних експертів [147], до 2050 року чисельність міських жителів може зрости на половину, а використання цементу – на 15 % [11]. Для України виробництво цементу є стратегічно важливим для повоєнної відбудови. Тільки для відновлення цивільної інфраструктури необхідно збільшити річний випуск цього матеріалу у 1,5 рази порівняно з довоєнним рівнем, що супроводжуватиметься посиленням антропогенного впливу на довкілля. Тому перехід до низьковуглецевої економіки на принципах Європейського зеленого курсу неможливий без екологічної трансформації цементної галузі.

Важливою складовою на шляху адаптації економічних підходів до ідей сталого розвитку має стати екологічна модернізація промислового виробництва як

фундаментальна складова зменшення антропогенного впливу на екологічну систему. Досягнення цієї мети безпосередньо пов'язано зі зміною теоретичних та практичних підходів до оцінювання сценаріїв реалізації інноваційних проєктів на промислових підприємствах. Уніфікація методичного інструментарію для оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва з позиції комплексного економічного та екологічного ефектів дозволить гармонізувати державну політику у сфері природокористування з інноваційним розвитком суб'єктів підприємництва.

Питання екологічної модернізації, екологізації виробничих процесів, квантування екологічного впливу від виробничої діяльності, управління трансфером екологічних інновацій у промисловому виробництві, стимулювання інноваційного розвитку промислових підприємства є предметом дослідження вітчизняних та іноземних вчених, зокрема М. Бемманна [8], В. Бугая [94], К. Бужимської [95], Н. Гончаренко [50], Д. Горбаченка [102], О. Гудзя [103], Н. Демчука [118], М. Єніка [43], С. Єрмака [124], Дж. Друзека [20], А. Гідденса [34], Ю. Кравчика [131], Т. Кропивницької [133], А. Коваленка [130], Г. Купалової [48], Б. Мінге [57], А. Магомедової [54], А. Молла [59], С. Плашихана [153], Дж. Поттінга [38], М. Санницького [139], О. Собкевича [166], Т. Топольницької [170], Г. Філюк [173], Л. Федулової [171], М. Фрондель [29], М. Хайєра [36], М. Хаусшильда [38], М. Хвесика [175], Г. Цілюрик [177], Г. Шпааргартена [60], М. Шнайдера [70], Б. Шрадера [71], Г. Шрініваса [75] та багатьох інших.

Проте незавершеність процесів екологізації господарської діяльності суспільства та потреба у розробці практичних інструментів досягнення цілей сталого розвитку робить актуальним подальше дослідження теоретичних та практичних підходів до комплексного оцінювання ефективності економічних рішень, пов'язаних з екологічною модернізацією виробництва.

#### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційну роботу виконано відповідно до плану науково-дослідних робіт економічного факультету Київського національного університету імені

Тараса Шевченка, зокрема в рамках теми «Макроекономічна стратегія реалізації європейського вектору економічного розвитку України: концептуальні засади, виклики та протиріччя» № 16 БФ 040-01, підрозділ «Теоретико-методологічні засади розвитку екологічного підприємництва, торгівлі та логістики в Україні» (номер державної реєстрації 0116U004822), у якій автором запропоновано методи оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва промисловими підприємствами.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є теоретико-методичне обґрунтування та розробка практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності екологічної модернізації виробництва на промислових підприємствах. Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання:

- висвітлити сутність екологічної модернізації виробництва та її ефективності у підприємстві;
- визначити основні складові та фактори впливу на екологічну модернізацію виробництва для суб'єктів господарювання;
- розробити методичні підходи щодо комплексного оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва;
- проаналізувати особливості та сучасний стан екологізації виробництва на підприємствах цементної галузі;
- дослідити перспективи подальшого розвитку процесів екологізації виробництва, характерних для цементної галузі;
- сформулювати напрями підвищення ефективності екологічної модернізації виробництва на цементних підприємствах на основі використання сучасних технологій;
- визначити джерела фінансування інноваційного розвитку для цементних підприємств;
- запропонувати найбільш прийнятну інвестиційну програму післявоєнного розвитку для підприємства галузі із застосуванням розробленої оптимізаційної моделі організації екологічно орієнтованого виробництва і управління.

**Об'єктом дослідження** є процеси екологічної модернізації виробництва на цементних підприємствах України на засадах сталого розвитку.

**Предметом дослідження** є теоретичні, методичні та прикладні аспекти проведення екологічної модернізації виробництва на промислових підприємствах.

**Методи дослідження.** В процесі дослідження сутності екологічної модернізації виробництва та її ефективності було застосовано загальнонаукові методи наукового пізнання: діалектичний, аналіз, синтез, індукція та дедукція, абстрагування і узагальнення (п.п. 1.1). Систематизацію факторів впливу на активізацію екологічної модернізації здійснено з використанням методів порівняння і групування (п.п. 1.3). Сучасний стан і необхідність проведення екологічної модернізації виробниками цементу в Україні вивчено з використанням рядів динаміки, порівняння, середніх величин, регресійного аналізу, індексного та графічного методів (п.п. 2.1). Оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва здійснено з використанням методів оцінювання життєвого циклу та інструментів проєктного аналізу. Для оцінювання складових екологічної модернізації застосовано евристичний метод – анкетування, а також метод експертних оцінок (п.п. 2.2); для класифікації підприємств за рівнем ефективності – метод групування (п.п. 2.1). З метою побудови прогнозу щодо очікуваних обсягів капітальних інвестицій у цементну галузь було застосовано метод експоненційного згладжування (п.п. 2.3). Для оптимізації рішень стосовно екологічної модернізації виробництва використано метод лінійного програмування.

Інформаційною базою дослідження є законодавчі та нормативні акти, які регулюють діяльність підприємств у сфері природокористування та сплати податків, звіти міжнародних та вітчизняних науково-дослідних організацій та об'єднань, аудиторських компаній, фінансова звітність підприємств, техніко-економічне обґрунтування проєктів спільного впровадження, звіти з моніторингу виконання проєктів спільного впровадження підприємств, аналітичні та фінансово-економічні бюлетені Державної служби статистики України, публічна інформація, надана пресс-службами підприємств, наукові роботи вітчизняних і

зарубіжних учених та фахівців у сфері екологічного менеджменту, природокористування та проєктного аналізу.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в удосконаленні і подальшому розвитку теоретико-методичних підходів до оцінювання та підвищення ефективності екологічної модернізації виробництва на промислових підприємствах з урахуванням довгострокових наслідків прийнятих управлінських рішень. Головні наукові результати дослідження полягають у наступному:

*уперше:*

- запропоновано використання оптимізаційної моделі організації еколого-орієнтованого виробництва і управління з метою досягнення суб'єктом підприємництва максимального комплексного еколого-економічного ефекту шляхом формування найкращого набору інвестиційних альтернатив з урахуванням екологічних та економічних параметрів реалізації окремого обраного сценарію модернізації виробництва;

*удосконалено:*

- методичні положення щодо оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва у частині додаткового введення показника екологічної ефективності, що дозволяє визначити не лише економічний, як це здебільшого має місце, а комплексний еколого-економічний ефект в результаті екологічної модернізації виробництва, що сприяє розробці ефективної стратегії розвитку суб'єктів підприємництва відповідно до цілей повоєнного відновлення на засадах Європейського зеленого курсу;

- типологічне групування факторів впливу на екологічну модернізацію виробництва суб'єктів підприємництва, в результаті чого запропоновано виділити, окрім загальноприйнятих стимуляційних чинників (зниження податкового навантаження, субсидювання, кредитні пільги та ін.) такі групи факторів впливу: історичні, адміністративні (стимуляційні та примусові), ринкові, техніко-технологічні та ініціативні, комплексну дію яких можна прослідкувати за допомогою розробленої автором структурно-логічної матриці «координатне поле факторів впливу екологічної модернізації виробництва», що наочно відображає

механізм активізації інноваційного оновлення підприємств та дозволяє ефективно управляти інноваційним розвитком суб'єктів господарювання;

- класифікацію напрямів техніко-технологічних процесів екологічної модернізації виробництва з подальшим їх узагальненням у структурно-логічній моделі рівнів оновлення виробництва шляхом виділення кількох організаційно-технічних шаблів: початкового (моніторинг виробничої діяльності та часткове усунення негативних наслідків без зміни технології виробництва); часткового (фрагментарну заміну технології) та комплексного (радикальна заміна технології та повне технічне переоснащення), що дає змогу застосовувати диференційований підхід до управління інноваційним розвитком промислових підприємств;

*набули подальшого розвитку:*

- трактування поняття «екологічна модернізація виробництва» як процесу перетворення виробництва на ефективніше з точки зору екології та економіки за рахунок впровадження досягнень науково-технічного прогресу, оцінених з позиції довгострокових наслідків, та застосування принципів ощадливого господарювання в управлінні виробництвом для зниження антропогенного впливу на екосистему, що дає змогу розкрити взаємозв'язок між реальним процесом екологізації виробничих процесів та соціо-економічною концепцією екологічної модернізації за рахунок наголошення на ключовій ролі досягнень науково-технічного прогресу та інновацій;

- принципи проведення екологічної модернізації відповідно до концептуальних засад теорії екологічної модернізації та критеріїв еколого-економічної ефективності шляхом додаткового виділення науковості, прогресивності, усвідомленості та превентивності у доповнення до класичних принципів модернізації, що дозволить організувати процес оновлення відповідно до цілей сталого розвитку;

- способи аналізу потенціалу підприємств щодо підвищення ефективності екологічної модернізації виробництва через додаткове виокремлення, окрім традиційних складових цього процесу (техніко-технологічна, економічна), інноваційної, управлінської та екологічної, що забезпечить формування

ефективної політики екологічного розвитку промислового підприємства, орієнтованої на усунення слабких місць у кожній ланці;

- методичні положення щодо оцінювання екологічного впливу виробничих систем на довкілля у частині розробки загального індексу категорій впливу та індексу екологічної шкоди, які дозволять надати комплексну уніфіковану оцінку спрямованості та сили зміни антропогенного впливу, зумовленого екологічною модернізацією виробництва.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичне значення теоретичних положень, висновків та практичних рекомендацій дисертаційної роботи полягає у розробці науково-методичних положень, які дозволять вирішити проблему оцінювання управлінських рішень з позиції комплексного економічного та екологічного впливу та можуть стати ефективним інструментом пошуку оптимальних управлінських рішень з метою досягнення промисловими підприємствами цілей сталого розвитку.

Пропозиції здобувача щодо державної стратегії підтримки промислових підприємств, які здійснюють екологічну модернізацію виробництва, враховані Комітетом Верховної Ради України з питань економічного розвитку у розробці державної стратегії щодо екологічної модернізації виробництва на цементних заводах України (Довідка № (04-16) 2230 від 12.01.2024 р.).

Пропозиції автора щодо методичного підґрунтя для комплексного оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва цементу та оптимізації управлінських рішень у сфері інвестування у технічне переозброєння та технологічне оновлення виробничих процесів враховані фахівцями Спілки підприємців малих, середніх та приватизованих підприємств України у розробці Програми дій Ради та виконавчої дирекції по реалізації Основних напрямів розвитку Спілки, регіональних програм розвитку підприємництва та при наданні консультаційних послуг членам Спілки (Довідка № 145 від 23.09.2021 р.).

Пропозиції дисертанта щодо основних напрямів та заходів екологічної модернізації виробництва на підприємствах цементної галузі використані фахівцями Київської міської інноваційної галузевої організації роботодавців

«Центр ресурсоефективного та чистого виробництва» у розробці Планів дій із впровадження та підтримки ресурсоефективного та чистого виробництва на вітчизняних підприємствах з метою досягнення Україною цілей сталого розвитку та кліматичної нейтральності (Довідка № 21 від 05.11.2021 р.).

На підприємстві ПрАТ «ІНТЕРВИБУХПРОМ» відбулась апробація та практичне застосування авторських методичних підходів до оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва. В результаті цього менеджментом підприємства було прийнято рішення про удосконалення технології виробництва. Запропонований комплексний підхід до оцінки управлінських рішень у сфері екологічного поліпшення дозволив підприємству зменшити викиди шкідливих речовин та досягти економії фінансових ресурсів (Довідка № 514 від 20.04.2021 р.).

Матеріали дисертації використовуються у навчальному процесі кафедри екологічного менеджменту та підприємництва економічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка при викладанні курсів «Екологічний менеджмент» та «Екологічна економіка» (Довідка № 013/96 від 12.02.2024 р.).

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є самостійно виконаною науковою працею, відповідно до мети і завдань якої сформовано теоретико-методологічні засади, висновки і пропозиції щодо розвитку інноваційного підприємництва як складової структурної модернізації економіки, що є передумовою до нарощення конкурентоспроможності країни. Усі наукові результати, викладені в дисертації, належать особисто здобувачеві і є його науковим доробком. Із наукових праць, що опубліковано у співавторстві, в дисертаційній роботі використано лише ті ідеї та положення, що є результатом особистої роботи здобувача.

**Апробація результатів дослідження.** Основні результати дисертаційного дослідження апробовані на таких науково-практичних конференціях: VI Міжнародна науково-практична конференція молодих учених «Зелений бізнес: життя заради майбутнього» (м. Київ, Україна, 2018 р.), VII Міжнародна науково-

практична конференція «Економіка підприємства: сучасні проблеми теорії та практики» (м. Одеса, Україна, 2018 р.), XI Міжнародна науково-практична конференція молодих учених «Зелений бізнес: життя заради майбутнього» (м. Київ, Україна, 2023 р.), Форум EFBM 2.0 «Зелений бізнес: життя заради майбутнього» (м. Київ, Україна, 2021 р.), IV Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми сучасної науки, розвитку технологій та менеджменту» (м. Хмельницький, Україна, 2023 р.), IV Міжнародна науково-практична конференція «Зелена економіка та низьковуглецевий розвиток: порядок денний для України» (м. Київ, Україна, 2023 р.).

Основні результати, висновки дисертації представлено у науковій роботі та оприлюднено на Всеукраїнському творчому конкурсі проєктів з екологічного та енергетичного менеджменту, м. Запоріжжя, 2021 р. (нагорода – диплом I ступеня).

#### **Публікації результатів дослідження.**

Основні наукові положення та результати дисертації опубліковано у 15 наукових працях: 8 статей – у виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття – у періодичному науковому виданні інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) та Європейського Союзу, 6 тез – матеріали вітчизняних наукових конференцій.

#### **Структура та обсяг дисертації.**

Дисертаційна робота викладена на 243 сторінках машинописного тексту, складається з анотації, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Основний зміст викладено на 165 сторінках тексту, який містить 41 таблицю на 13 сторінках і 34 рисунки на 15 сторінках. Список використаних джерел налічує 180 найменувань і викладений на 21 сторінці. Робота має 12 додатків, розміщених на 29 сторінках, з них – 5 довідок про впровадження результатів дослідження у виробництво (5 сторінок).

## РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ  
ЕКОЛОГІЧНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

## 1.1. Тракткування сутності екологічної модернізації виробництва та її ефективності у підприємстві

Екологічна модернізація – міждисциплінарна економіко-, політико-, соціально-екологічна концепція, яка виникла як компромісний підхід до подальшого суспільного розвитку у ході дискусії про межу індустріального росту, яка виникла між представниками зеленої і старої індустріальної течій у Німеччині. Термін «екологічна модернізація» був застосований у 1982 році М. Єніком у Берлінській палаті представників, а надалі був поглиблений представниками «Берлінської школи» з позицій різних соціальних наук [3, с. 337]. Попри різнобічність трактувань явища екологічної модернізації, науковцям притаманна єдність поглядів щодо її ролі, яка полягає у мінімізації екологічної шкоди від індустріального і постіндустріального розвитку суспільств за рахунок досягнень НТП. Екологічна модернізація являє собою органічний, якісний ріст прогресивного суспільства, яке у своїй господарській діяльності враховує вплив на навколишнє середовище як суттєву змінну для виробничої функції, змінюючи, таким чином, статус екологічного впливу для господарюючих одиниць з екстернального на інтернальний. Прихильники ідеї екологічної модернізації розглядають суспільну еволюцію як частково керовану і наполягають на необхідності докладання усіх зусиль для контролю антропогенного впливу на природу в межах можливого впливу суспільства на глобальний розвиток.

Термін «екологічна модернізація» був запропонований німецькими авторами М. Єніком і Й. Хубером. Автори – прихильники ідеї можливості

гармонійного співіснування економічних, соціальних і екологічних цілей, а також думки про те, що реалізація екологічних намірів може бути прибутковою з економічної точки зору. Передумовою примирення економічних та екологічних протиріч має стати технічний прогрес, адже саме він допоможе ефективно використовувати обмежені природні ресурси з мінімальною шкодою для навколишнього середовища при одночасному поліпшенні добробуту суспільства [52]. А.Ревелл [68] пояснює появу поняття як відповідь на поширені у 60–70-ті роки ХХ ст. студії на тему нульового розвитку. Розвиток концепції став відповіддю на позицію Римського клубу та був винесений на розгляд світової спільноти німецькими еко-соціологами. На їхню думку, технічні інновації дозволять зробити подальший розвиток людства гармонійним та інклюзивним у природні процеси.

Автори М. Бемманн, Б. Мецгер і Р. фон Деттен дають розлоге трактування поняття «екологічна модернізація». Під цим терміном вони розуміють динамічний процес в усіх сферах людського співіснування, який сприяє переходу зі старого у новий, поліпшений стан. Окрім того, специфічною рисою категорії є те, що вона передбачає відкритість горизонтів бажаного стану, певну незавершеність, яка переходить у безкінечність процесу модернізації. Отож кінцевий задум суб'єктів модернізації має розмиті обриси, залишаючи, таким чином, вільне місце для фактору випадковості і непередбачуваності синергійних зв'язків. Автори зазначають, що попри нормативність цього терміну він вміщує в собі афективний заклик до осучаснення відповідно до духовних вимог новітнього часу, тому, зазвичай, використання даного поняття має мобілізуючий, конструктивний характер. Також автори акцентують взаємозв'язок модернізації з технологічним оптимізмом та науковим і технічним поступом. Таким чином, модернізація, як науковий термін і як практична діяльність, є за своєю суттю втіленням віри у можливість людства змінювати умови власного існування у кращий бік завдяки здобуткам освіти і науки [8, с. 12].

Екологічна модернізація як комплексне поняття може бути витлумачене залежно від того, до якої сфери наукових інтересів найбільше тяжіють

прихильники концепції. Наприклад, вчені соціологи і політологи А. П. Мол і Г. Шпааргартен [60] розглядають екологічну модернізацію як комплексний теоретичний підхід, спрямований на аналіз і процес інституційного реформування екологічної реструктуризації індустріального суспільства. Ця наукова течія тісно пов'язана із дослідженнями Гідденса [34], присвяченими здатності сучасного суспільства до інституціональної рефлексії. Автори підходу доповнюють вже існуючу концепцію результатами сучасних досліджень і в кінцевому результаті постулюють необхідність виокремлення екологічної раціональності в окрему сферу наукового і практичного буття як основну передумову екологічних реформ, незалежних і вільних від економічного детермінізму. Отже, функціональне відокремлення екологічної модернізації від інших теоретичних концепцій, а також від підпорядкування інституціональним та економічним інтересам, є єдиним можливим способом вирішення сучасних екологічних проблем [8, с. 70].

Найбільш поширеним є технічний і науковий підходи до трактування поняття «екологічна модернізація». Об'єднувальним елементом для обох підходів є екологічні інновації, які виступлять як рушійна сила екологічної модернізації. Важливою умовою успішного просування екологічних інновацій на ринок є подолання протиріччя між економікою і екологією. Уявлення про те, що екологічні витрати не є рентабельними і вигідними, мають бути змінені під впливом збагачення економічного мислення і оцінки наслідків сьогоднішніх економічних рішень у довгостроковій перспективі. Лише після подолання цього протиріччя, яке було панівним у ХХ ст. і внаслідок цього призвело до серйозних екологічних потрясінь, буде можливим створити економіку, ефективну як з точки зору екології, так і з позиції отриманої вигоди і створених економічних благ. В таких умовах екологічні інновації будуть виникати і поширюватись завдяки оптимальній ринковій саморегуляції, а період часу між розробкою інноваційної ідеї і створенням екологічно ефективного продукту, процесу чи технології буде мінімальним. Представники теорії екологічної модернізації наполягають на необхідності підтримання висококонкурентних і динамічних ринків, тобто

визнають необхідність поєднання економічних, політичних та громадських інструментів на шляху досягнення екологічних цілей.

Науковці Вільного університету Берліна [62] пропонують таке бачення екологічної модернізації: це концепція, яка охоплює розвиток і розробку екологічно орієнтованих технологій, а також включає створення сприятливих політичних умов для їх ефективного впровадження. Зокрема, концепція орієнтована не на подолання негативних кінцевих результатів господарської діяльності у вигляді відходів, викидів у атмосферу, надмірного споживання наявних ресурсів, а на превентивну, випереджальну дію у сфері екологічної безпеки і політики. Екологічні технології і екологічна політика розглядаються як два взаємопов'язані і взаємодоповнюючі вихідні пункти для екологічної модернізації окремих галузей. Екологічна модернізація постає не як відокремлений напрям наукових пошуків, а як апіорний імператив нинішнього і майбутнього людського існування, який поширений на будь-які сфери антропогенного впливу.

Окрім цього, екологічна модернізація є концепцією, суміжною з іншими природничими і соціальними науковими течіями. Зокрема німецький Лексикон сталості певною мірою ототожнює концепцію екологічної модернізації з ресурсною економікою як вже існуючою економічною дисципліною, з екологічною економікою як більш сучасним напрямом економічних досліджень, а також із суспільною течією суспільства «построзвитку».

Загалом концепція екологічної модернізації набула значного поширення серед європейських і японських науковців і вміщає різнопланові погляди на гармонізацію взаємозв'язку «суспільство–середовище існування». І. Кулясов надає таку класифікацію основних напрямів розвитку теорії екологічної модернізації залежно від основних діючих акторів і засобів реалізації поставлених цілей [134]:

- 1) екологічна модернізація виявляється через впровадження енергозберігаючих і більш ефективних технологій, які у своїй більшості забезпечуються зусиллями бізнесу (Дж. Хубер і А. Мол [59, 60]);

2) ключовим елементом екологічної модернізації виступає державна політика у сфері реструктуризації національної економіки у напрямку сприяння екологізації основних секторів (М. Єнік [43]);

3) екологічна модернізація представлена як цілеспрямований процес соціальної трансформації, що відбувається на основі висновків і рекомендацій експертів у галузі екосоціології, реалізаторами якого виступають державні органи, а також керівництво підприємств (А. Віл [88], Р. Велфорд [89], А. Гоулдсон);

4) екологічна модернізація – результат прогресивного соціального дискурсу, який ведеться політичними елітами в умовах соціально-екологічної кризи і внаслідок досягнення конструктивного консенсусу проникає у всі сфери суспільного життя (М. Хаєр [36], Дж. Друзек [20]);

5) екологічна модернізація постає як інституційна рефлексія, яка спрямована на компенсацію завданої екологічної шкоди через різноманітні зміни всередині державних і підприємницьких структур (У. Бек, Е. Гідденс [34], С. Лаш, Г. Спааргартен, А. Мол [60]);

6) екологічна модернізація виявляється у формі масштабної соціальної реструктуризації, передумовою для якої є рефлексія зрушень у системі взаємозв'язків між суспільством та навколишнім середовищем, яка охоплює усіх основних акторів соціальної системи незалежно від характеру їхньої діяльності, при цьому важливу роль набувають некомерційні організації, які значною мірою формують суспільну свідомість (П. Христоф, Д. Гібс [33], Дж. Мерфі, А. Мол [59], М. Кохен);

7) екологічна модернізація узагальнює комплексні відносини між акторами соціоприродної системи, в якій природа виступає діючим суб'єктом, що справляє безпосередній вплив на інших учасників і через сигнали критичного стану мотивує їх до вирішення існуючих екологічних проблем (І. Кулясов [134]);

8) екологічна модернізація особистості як носія екологічної свідомості, виражена через екологізацію дискурсу всередині малих соціальних груп засобами виховання і освіти.

Узагальнивши усі перелічені підходи до розуміння екологічної модернізації, нами запропонована така класифікація напрямів розвитку концепції, а саме: технократичний (засновники концепції Дж. Хубер і А. Мол), соціальний (М. Хайсер, Дж. Друзек), інституційний (М. Єнік, А. Віл, Р. Велдорф), інституційно-рефлексивний (У. Бек, Е. Гідденс, С. Лаш, Г. Спааргартен), соціально-рефлексивний (П. Христоф, Д. Гібс, Дж. Мерфі, А. Мол та ін.), індивідуалістичний (Ю. Пахомов, І. Кулясов), які відрізняються один від одного виокремленням різних важелів впливу на екологічну модернізацію. Запропонована класифікація дозволяє розмежувати точки зору, які стосуються засобів реалізації та основних сфер, на які впливає екологічна модернізація (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Напрями концепції екологічної модернізації

*\* розроблено автором*

Представники технократичного напрямку як інструмент проведення екологічної модернізації розглядали суперіндустріалізацію нового типу. Інституціональний напрям тяжіє до визнання пріоритетної ролі державної політики, зокрема екологічної політики і способу її дотримання у промисловості. Інституційно-рефлексивний напрям акцентує увагу на усвідомленні і врахуванні можливих ризиків при визначенні державного політичного курсу. Соціально-рефлексивний напрям наголошує на вирішальній ролі рефлексивної реструктуризації індустріального суспільства. Соціальний напрям розкриває

важливість культурних змін у суспільстві на шляху екологічної модернізації, а індивідуальний – значення виховання і освіти індивіда.

Однією із провідних рис еволюції думок про сутність екологічної модернізації є поступове зростання кількості відповідальних сторін, описаних у наукових течіях, від держави або бізнесу як єдиного відповідального актора, до усіх гравців економічної системи – недержавних організацій, професійних об'єднань, населення і навіть ЗМІ. В межах концепції спостерігається також диференціація напрямків трактування поняття за масштабом охоплення релевантних для екологічної модернізації процесів. Найбільшого поширення набувають підходи, які вивчають можливість проведення екологічної модернізації на рівні держави чи суспільства; менші за чисельністю, проте не менш важливими є дослідження впливу підприємництва і діяльності малих соціальних груп на екологічну модернізацію.

Дослідивши та узагальнивши теоретичні напрями трактування поняття, можна дати таке визначення категорії «екологічна модернізація», яке є найбільш наближеним до ідей соціально-рефлексивного підходу: екологічна модернізація – це рефлексивна реструктуризація способу взаємодії сучасного суспільства з екосистемою відповідно до принципів обумовленості і збалансованості, заснована на усвідомленій суспільній єдності під час впровадження екологічно орієнтованих технологій з метою зниження антропогенного впливу людства на планету.

Взаємозв'язок між екологічною модернізацією виробництва та екологічною модернізацією як соціо-економічною концепцією може бути описаний через розкриття ієрархічної структури поняття «екологічна модернізація». Реалізація екологічної модернізації відповідно до досліджених підходів може бути здійснена на трьох рівнях – в залежності від масштабу тих соціально-економічних явищ, які в окремому випадку описує категорія. Першому рівню розуміння екологічної модернізації відповідають ті технологічні інновації та рішення, які впливають на рівень екологічності виробництва продукції, тобто визначають або впливають на спосіб взаємодії людини з матеріальною сферою – її господарську діяльність. Другий рівень екологічної модернізації впливає на фінансові і правові аспекти

регулювання господарської діяльності, він характеризує роль ринкових механізмів і вплив держави на екологічну поведінку різноманітних акторів. Третій рівень розкриття екологічної модернізації поширюється на культурну і духовну сферу, яка лежить в основі усіх поведінкових моделей і впливає на логіку прийняття рішень як окремими особами чи домогосподарствами, так і менеджментом компаній, визначає філософію некомерційних організацій і навіть курс державної політики [60]. Екологічна модернізація виробництва постає як перший рівень розкриття поняття екологічної модернізації, проте є доповнений базовими засадами другого і третього, адже є нерозривно пов'язаний із фінансовими аспектами діяльності підприємства, а також його корпоративною стратегією і панівними цінностями в межах організації.

Явище екологічної модернізації виробництва є поширеним у сучасних умовах, проте в контексті досліджень зарубіжних науковців практично не застосовується як самостійне відокремлене поняття, адже є інтегрованим у комплексну екологічну модернізацію, яка синхронізовано втілюється на різних рівнях. В умовах транзитивних економік екологізація економічних відносин характеризується неповнотою і фрагментарністю, тому у вітчизняній науковій літературі екологічна модернізація виробництва виступає як самостійний процес, який потребує цілеспрямованого дослідження і поглиблення його розуміння. З метою конкретизації поняття «екологічна модернізація виробництва», яке не має чіткого визначення, проте позначає важливі зміни у принципах господарювання, нами застосовано методику конструювання категорії А. Старостіної і В. Кравченко [168].

Відповідно до методики конструювання авторської категорії, у додатку А проаналізовано зібрані категорії «модернізація», «екологічна модернізація» та «екологічна модернізація виробництва» з позиції змісту, суті і результату описаного явища. Найбільш поширеною суттю явища, яку вітчизняні та іноземні науковці обрали для охарактеризування сутності поняття «екологічна модернізація виробництва» і близьких до нього понять, є процес. Загалом,

поняттю було надано різноманітні трактування, які розкривали окремі сторони цього комплексного явища.

Варто підкреслити, що сучасне розуміння процесу модернізації, і екологічної, зокрема, еволюціонувало та наповнилось новими змістами. Для прикладу, авторами К. Бужимською [95], І. Кулясовим [134] описано як модернізацію в цілому, так і екологічну, зокрема, як комплексне, багатоаспектне явище, яке у сучасних умовах вийшло за межі виключно техніко-технологічного оновлення, а стало інструментом якісної зміни економічно-соціальних систем для вирішення глобальних проблем. О. Феєр [172] наголошує на тому, що модернізація є елементом глобалізації, вона забезпечує якісні зміни у суспільстві та описує перехід від традиційних способів господарювання до сучасних через впровадження досягнень науково-технічного прогресу. Науковець Й. Петрович чітко визначає відхід сучасного розуміння модернізації від традиційних поглядів: «Традиційно вважається, що основне завдання модернізації промислових підприємств полягає в оновленні окремих видів устаткування. Такі заходи, як правило, пов'язані із заміною чи доповненням наявного парку устаткування новим, не змінюючи загальної схеми здійснення технологічного процесу. У сучасному розумінні модернізація підприємства насамперед полягає в організації цільового інвестування... Тобто увага переноситься на проведення послідовних інвестиційних операцій, спрямованих на практичне використання в операційній та інших видах діяльності підприємства нових наукових і технологічних знань з метою досягнення комерційного успіху. У цьому контексті основним пріоритетом модернізації промислових підприємств повинна стати орієнтація на науково-технічний прогрес, їх вихід на траєкторію стійкого розвитку за допомогою цілеспрямованих базисних перетворень, спрямованих у майбутнє» [152, с. 107]. Таким чином, модернізація виробництва, в тому числі й екологічної спрямованості, не вступає у протиріччя з інноваційним, прогресивним розвитком суб'єктів господарювання, а лише є однією із форм його втілення.

Нами запропоновано таке визначення для категорії «екологічна модернізація виробництва»: це процес перетворення виробництва на більш

ефективне, з точки зору екології та економіки, за рахунок впровадження досягнень науково-технічного прогресу, оцінених з позиції довгострокових наслідків, та застосування принципів ощадливого господарювання в управлінні виробництвом для зниження антропогенного впливу на екосистему і досягнення економічної вигоди. Це трактування поняття, на відміну від інших підходів, розкриває екологічну модернізацію виробництва як частину загального процесу екологізації суспільних економічних відносин, містить у собі принципи, викладені у концепції екологічної модернізації та відповідає ідеям сталого розвитку. Структуру поняття наведено у додатку А.

Термін «ефективність» є базовим для економічної науки, проте в міру історичної еволюції економічної науки потребує подальшого доопрацювання і розширення контексту його розуміння відповідно до сучасних практичних завдань. Поступова трансформація базових принципів господарювання, визначених класичною школою політекономії, збагачує змістове наповнення терміну ефективність. Сучасна економічна категорія «ефективність» покликана кількісно і якісно оцінювати економічні процеси не лише з позиції вигоди і спрощеного господарського розрахунку, а й з урахуванням екологічності, соціального впливу, технологічної прогресивності і т.д.

Відмінність цілей і умов проведення екологічної модернізації виробництва від звичайного технічного переозброєння і технологічного оновлення процесу виробництва обумовлює необхідність розробки теоретичних основ до визначення її ефективності. Важливим є встановлення взаємозв'язку модернізації з базовим поняттям економічної ефективності та сучасним – еколого-економічною ефективністю, а також виокремлення рис, специфічних лише для досліджуваної категорії. Тому розробка теоретичних основ ефективності екологічної модернізації виробництва дозволить підвищити практичну результативність і дієвість модернізаційних заходів в межах поставленого завдання з одночасного досягнення економічного та екологічного ефектів.

Традиційне визначення економічної ефективності закладено представниками класичної школи економічної теорії А. Смітом, Д. Рікардо, воно

висвітлює економічну ефективність як співвідношення результату до понесених витрат [141, с. 207]. У довідниках, таких як «Lexikon der Nachhaltigkeit» [52], ефективність також визначається як відношення користі до витрат, які були необхідні для досягнення конкретного результату, також це поняття служить як критерій досягнення мети у запланованому вигляді, є виразником успіху. English Oxford Living Dictionaries [26] визначає ефективність як стан або виразник ефективності. Загалом традиційні тлумачення економічної ефективності базуються на засадах класичної економічної теорії та є схожими і визначають ефективність у трьох її втіленнях: як міру результативності, як виразник успіху, як досягнутий запланований стан.

Бачення економічної ефективності постіндустріального суспільства трансформується відповідно до тих проблем, які виникають в практиці функціонування економічних систем. Скорочення вичерпних ресурсів, невідворотні екологічні катастрофи, соціальні проблеми, які виникають на тлі загострення екологічних протиріч, призвели до перегляду класичних поглядів на економічну ефективність та виокремлення нових її видів залежно від отриманого результату. Проте врахування виключно економічних мотивів і стимулів при визначенні економічної ефективності призвело до розбалансування господарської діяльності людства з її природною сферою існування і основоположними етичними нормами. З позиції сучасності економічна ефективність не може бути максимізованою без мінімізації екологічних ризиків для суспільства, адже для сучасних економік характерна монетизація екологічного впливу від господарської діяльності. Економічно ефективний на сьогодні означає також і соціально дієвий, і екологічно прийнятний. Таким чином, економічна ефективність доповнюється невід'ємним екологічним і соціальним змістами без її поділу на окремі види.

Автор М. Шмідт констатує появу сучасних вимог до економічної ефективності. Зокрема, науковець зазначає, що ефективність у сучасному її вигляді передбачає не просто задоволення максимально можливої кількості потреб споживачів, а досягнення користі за умов найменшого використання таких видів ресурсів, як сировина, праця і капітал. Особливої уваги при цьому потребує

обходження з навколишнім середовищем, яке постає як фактор межі економічного росту. Природа надає поле для економічної гри, економіка визначає правила гри для учасників, а метою гри у кінцевому результаті має стати виконання соціальних завдань [69].

Прогресивне визначення економічної ефективності, яке враховує екологічні обставини, надає професор Франкфуртської школи бізнесу і менеджменту Е. Фіс: «Економічна ефективність – критерій при прийнятті рішень, який дозволяє обрати з ряду екологічно рівноцінних заходів той, який можна досягти з найменшими економічними витратами» [32].

Найбільш спорідненим поняттям для терміну «ефективність екологічної модернізації виробництва» є поняття еколого-економічної ефективності. Концепція еко-ефективності з'явилася у 1970-х роках ХХ ст. У 1990-х роках еко-ефективність визначили як зв'язок бізнесу зі сталим розвитком. Пізніше концепція екологічної ефективності була популяризована Всесвітньою бізнес-радою зі сталого розвитку (WBCSD) для бізнес-сектору під час Конференції Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища та розвитку (UNCED) у 1992 році [55, с. 7]. Не дивно, що вивченню еко-ефективності приділяється значна увага в літературі зі сталого розвитку, адже вона відіграє важливу роль у визначенні того, наскільки виправданим є економічний ефект по відношенню до міри інтервенції у навколишнє середовище. Екологічна ефективність виступає також як практичний підхід для бізнес-сектору, що регламентує прийняття управлінських рішень з метою здійснення внеску у сталий розвиток суспільства. З кінця 90-х років концепція еколого-економічної ефективності була прийнята сотнями компаній і зарекомендувала себе як практичний інструмент для посилення як економічних, так і екологічних переваг.

На нашу думку, ґрунтовне визначення поняттю надає автор С.В. Мочерний: «Еколого-економічна ефективність – відношення сумарних економічних та екологічних витрат до інтегрального еколого-економічного ефекту, комплексна оцінка в просторі та часі взаємодії економічної діяльності й навколишнього середовища. Визначення еколого-економічної ефективності передбачає оцінку

впливу господарського комплексу на навколишнє середовище, виявлення взаємозв'язків між економічною і екологічною підсистемами, попереднє виявлення ключових проблем охорони довкілля і диспропорцій економічного розвитку» [142].

Автори Л. В. Жарова, Є. Ю. Какутич та Є. В. Хлобистов [125] дають розлоге трактування еколого-економічної ефективності як філософії ведення бізнесу, яка мотивує суб'єктів підприємництва через отриманий прибуток до поліпшення якості навколишнього середовища. Це визначення органічно вписується в ідейну канву концепції екологічної модернізації, а також демонструє можливість перетворення екологічних інновацій і трансформацій у прибутковий процес.

Економічна та соціальна комісія ООН для Азії та Тихого океану визначає екологічну ефективність як ключовий елемент, який забезпечує просування фундаментальних змін у процесі суспільного споживання ресурсів і продукції та є міру визначення зеленого росту економіки [67]. Комплексність економічного та економічного ефектів розкрита у визначення еколого-економічної ефективності, і постає як сукупність безпосереднього позитивного економічного ефекту від виготовлення продукції чи реалізації послуг та довгострокового ефекту від раціонального використання природних ресурсів у процесі господарювання.

Описані вище підходи до трактування еколого-економічної ефективності певною мірою розкривають деякі аспекти ефективності екологічної модернізації виробництва, проте є більш узагальнюючими і не пристосованими до процесу виробництва. Тому, попри наявні точки дотику, ці підходи не може бути застосовані без уточнень у відношенні до об'єкту дослідження. Необхідно встановити сутність екологічної модернізації виробництва як окремої економічної категорії, гармонічно підпорядкованої базовим економічним поняттям.

Після дослідження та узагальнення різних теоретичних підходів, нами запропоновано такі трактування сутності поняття ефективності екологічної модернізації виробництва залежно від кінцевого результату, який позначає категорія:

1) як точковий результативний показник, що характеризує співвідношення економічного і екологічного ефектів від проведення екологічної модернізації виробництва з понесеними витратами та супутніми екологічними збитками, який включає різні кількісні і якісні дані та дає оцінку поточних і довгострокових наслідків модернізації для навколишнього середовища, зведених у кінцевому результаті до єдиного інтегрального показника ефективності;

2) як виразник стану успіху при проведенні екологічної модернізації виробництва, який визначається шляхом зіставлення результатів альтернативних сценаріїв проведення екологічної модернізації виробництва і обранням найоптимальнішого із них з позиції економічного та екологічного ефектів;

3) як оціночний показник, який демонструє співвідношення ефективності екологічної модернізації виробництва з рівнем інтегральної економічної та екологічної ефективності, яка була характерною для суб'єкта підприємництва до впровадження екологічних інновацій у процес виробництва, або характеризує відповідність запланованого комплексного результату до фактичного;

4) як багатокomпонентний критерій для прийняття рішення чи побудови стратегії розвитку, який характеризує запланований чи фактичний результат від проведення екологічної модернізації на виробництві;

5) як фактична висока оцінка екологічної модернізації, показник успішності впроваджених заходів.

Після ідентифікації можливих кінцевих результатів, які визначають за допомогою терміну «ефективність», нами запропоновано виділити три базові сутнісні наповнення досліджуваного поняття, а саме:

- результативний показник;
- виразник успіху;
- критерій для прийняття рішень.

У контексті успішності дій ефективність екологічної модернізації виробництва втілює оптимальну дієвість екологічної модернізації виробництва, досягнення поставлених цілей за конкретних умов і обмежень. В межах аналізу

стратегій ефективність означає вибір найбільш доцільної і виправданої стратегії для проведення таких інноваційних змін. Як результативний показник ефективність екологічної модернізації виробництва характеризує міру результативності проведених заходів з оновлення виробництва на засадах екологічності через співвідношення екологічного ефекту і економічної вигоди, які забезпечує модернізація, до загальної суми інвестицій, передбачених проектом, а також невідворотного економічного збитку, який фіксується за обраним сценарієм. Таким чином, оптимальний рівень ефективності екологічної модернізації виробництва для суб'єкта підприємництва постає як цільова функція максимізації економічного та позитивного екологічного ефектів за заданих внутрішніх і зовнішніх параметрах функціонування суб'єкта підприємництва і особливостях альтернативних проектів модернізації.

Ефективність проведення екологічної модернізації виступає у якості критерію рішення для управлінців як на етапі планування екологічної трансформації, так і на завершальному етапі контролю. Попередній розрахунок ефективності екологічної модернізації виробництва дозволяє затвердити найкращий сценарій модернізації при наявних фінансових, технічних і правових обмеженнях функціонування суб'єкта підприємництва, а кінцевий – дати оцінку втіленому проекту, виявити відхилення від плану, встановити слабкі місця і помилки, які були не передбачені на етапі планування екологічного оновлення для їх запобігання у майбутньому.

## 1.2. Складові екологічної модернізації виробництва та фактори впливу на неї

Екологічна модернізація виробництва є комплексним процесом з власною структурою, яка характеризує різні аспекти його перебігу. Тому доцільно виділити, окрім традиційних техніко-технологічної та економічної, ще додаткові складові: управлінську, інноваційну та екологічну. Технічна складова характеризує рівень технічного озброєння виробничого процесу, технологічна – прогресивність використовуваних технологій, управлінська – ефективність управління виробничим процесом, інноваційна – наявність власних розробок, спільних проєктів, інша дослідницька робота і т.д. Екологічна та економічні складові є супутніми для решти складових і виражають екологічний і економічний ефект, що досягається завдяки екологічній модернізації виробництва. Розуміння внутрішньої структури механізму спрощує практичну реалізацію процесу екологічної модернізації виробництва і оцінку його результативності (рис 1.2).

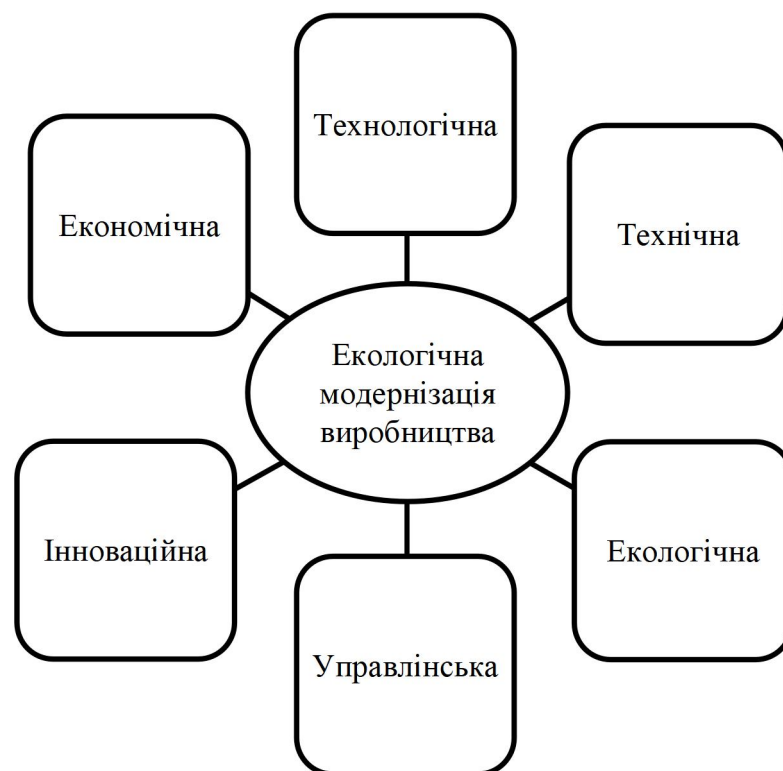


Рис. 1.2. Складові екологічної модернізації виробництва

*\*розроблено автором*

В основі екологічної модернізації виробництва лежать зміна технології виробництва і оновлення її технічної бази. Залежно від міри охоплення наявної технології виробництва технологічними інноваціями, можна виділити такі основні напрями проведення екологічної модернізації виробництва суб'єктом підприємства:

- усунення наслідків негативного впливу на природне середовище, яке виявляється у застосуванні засобів, які захищають довкілля від негативного впливу виробничої діяльності або покликані мінімізувати його прояви;
- зниження рівня матеріаломісткості, виробничого споживання енергії і загального природокористування на основі наявних технологій, що забезпечується завдяки ощадливому природокористуванню, економії ресурсів;
- часткове вдосконалення технології виробництва в бік підвищення її екологічності;
- зміна усього ланцюжка створення цінності, зокрема повна екологічна модернізація, яка передбачає як технологічну реструктуризацію виробництва і супутніх виробничих процесів, так і якісну зміну продукту.

Згідно з окресленими напрямами екологічної модернізації виробництва ми пропонуємо узагальнити рівні екологічної модернізації у структурно-логічній моделі, яка включає такі щаблі трансформації виробництва залежно від факту впровадження нової технології виробництва:

- 1) початковий (моніторинг виробничої діяльності та часткове усунення негативних наслідків без зміни технології виробництва; більш ощадливе та економне використання ресурсів, управління відходами від виробничої діяльності);
- 2) частковий (фрагментарна заміна технологій, що стосується основного виробництва або допоміжних процесів);
- 3) комплексний (проведення повної екологічної модернізації виробництва, радикальна заміна технології, повне технічне переоснащення, наявність стратегічного бачення довгострокових наслідків виробничої діяльності і врахування їх у ході проведення екологічної модернізації виробництва).

Запропоновані рівні проведення екологічної модернізації певною мірою відповідають поділу інновацій виробничого процесу на «end-of-pipe technologies» та «cleaner production». Європейська агенція довкілля визначає «end-of-pipe technologies» як підхід до контролю за обсягами викидів від виробничої діяльності через їх обробку чи фільтрацію, протиставлений безпосереднім змінам у виробничому процесі з метою зниження навантаження на екосистему [25]. «End-of-pipe technologies» корелюють з початковим етапом проведення екологічної модернізації, на якому підприємство не готове до кардинальних змін технології виробництва. Інновації типу «cleaner production» означають підхід з управління екологічним впливом від виробничої діяльності, інструментами якого є зміни в технології виробництва, оперативних виробничих процесах, вхідних матеріальних потоках, дизайні продукту, поводженні з відходами, пакуванні [75]. Заходи в межах інновацій типу «cleaner production» можуть бути спрямовані на оптимізацію як окремої виробничої ланки чи процесу, так і повного життєвого циклу продукту, тому можуть бути співставлені з запропонованим у роботі частковим та комплексним рівнями проведення екологічної модернізації виробництва.

Екологічна модернізація виробництва має відповідати концептуальним засадам теорії екологічної модернізації та критеріям екологічної ефективності. З огляду на це узагальнено класичні принципи модернізації виробництва та додатково виділено такі (прогресивності, усвідомленості, науковості та превентивності), які дозволять забезпечити процес оновлення виробництва відповідно до цілей сталого розвитку:

- відповідності: приведення цілей господарської діяльності у відповідність до цілей сталого розвитку суспільства;
- прогресивності: розвиток і застосування передових технологій, які забезпечують найменший можливий негативний вплив на екосистему;
- усвідомленості: дотримання підприємницькими структурами активної та свідомої соціальної позиції, взяття відповідальності за наслідки своєї діяльності;

- контрольованості: належна увага до процесу контролю за виробничою діяльністю, безперервний моніторинг та критичний аналіз результативності виробничого процесу;
- науковості: активна участь у науковій співпраці, розвиток наукового середовища всередині підприємницької структури, залучення персоналу у процес оптимізації виробництва, навчання працівників;
- комплексності: використання комплексних та всебічних підходів до аналізу та оцінювання управлінських рішень щодо екологічної модернізації виробництва;
- превентивність: прагнення запобігти настанню негативних екологічних наслідків замість намагання нейтралізувати вже фактичний негативний вплив (рис. 1.3).

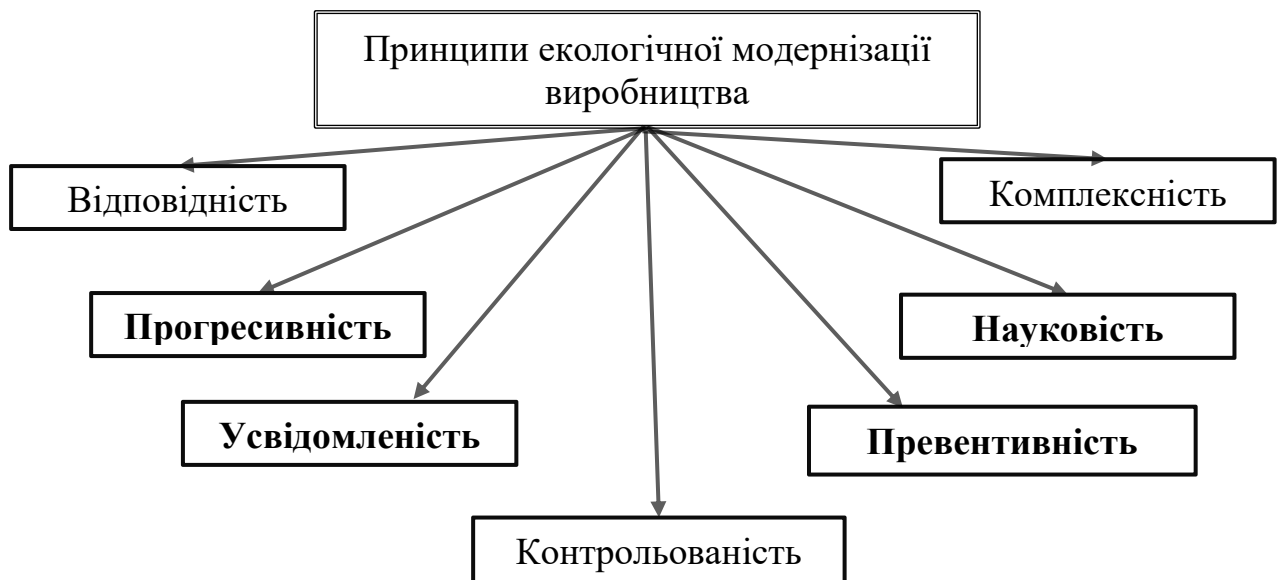


Рис. 1.3. Принципи проведення екологічної модернізації виробництва суб'єктами підприємництва

*\*розроблено автором*

Фактори проведення екологічної модернізації виробництва – сукупність чинників, які передують і визначають початок активізації модернізаційних процесів у виробничій сфері. Вивчення факторів впровадження екологічних інновацій у виробництво є важливим, адже у кінцевому результаті це дозволить зробити практичні висновки щодо інтенсифікації модернізаційних процесів не лише в межах суб'єкта підприємництва, а й на рівні галузі чи національної економіки.

Для виокремлення факторів, які безпосередньо впливають на екологічну модернізацію виробництва у конкретній країні чи галузі, досить ефективним є використання статистичних методів дослідження, адже вони надають їм кількісну характеристику, що спрощує процес ранжування факторів впливу на інноваційний процес за їх силою та значимістю. Проте цей підхід має власні недоліки, адже формування вибірки є ситуативним, способи збору інформації залежать від різноманітних умов та цілей дослідження. Загалом, проведений аналіз свідчить, що єдиний підхід до класифікації факторів активізації екологічної модернізації виробництва відсутній, а аналітична обробка первинних статистичних даних адаптована до потреб пошуковців.

Статистичне відомство ЄС [4] використовує спрощений інверсійний підхід до узагальнення факторів впровадження екологічних інновацій, виокремлюючи лише ті, які не мотивують суб'єктів підприємництва розпочинати інноваційні перетворення. Це пояснюється широким діапазоном статистичних даних і нерівномірністю вибірки, адже в аналіз включено дані по кожній країні-учасниці ЄС (рис. 1.4).

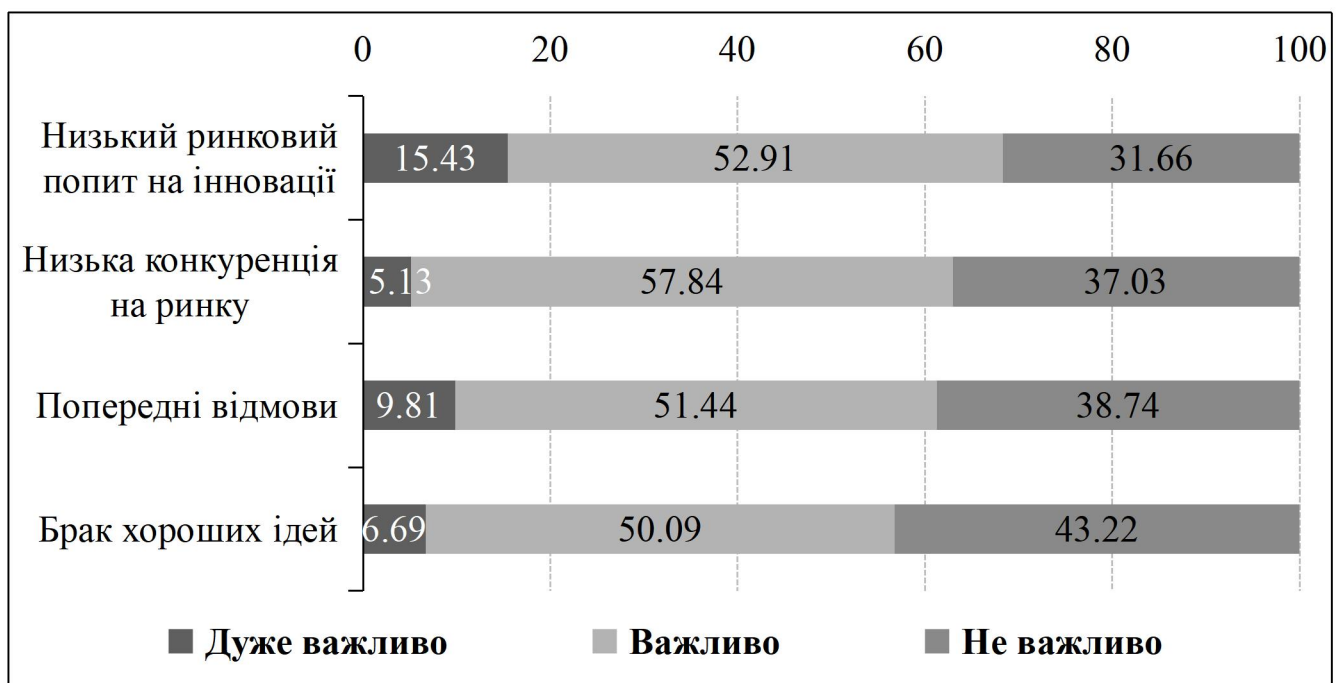


Рис. 1.4. Розподіл факторів, які стримують впровадження екологічних інновацій у виробництво суб'єктами підприємництва Європейського Союзу, %

*\*побудовано автором на основі джерела [4]*

Більш деталізований підхід до групування факторів впровадження екологічних інновацій у виробництво надала Статистична служба Фінляндії [78], об'єкт дослідження якої був більш однорідним, а саме: економіка країни. Статистична служба було виокремлено такі фактори:

- державні гранти, субсидії та інші фінансові стимули ;
- необхідність відповідати вимогам публічних закупівель;
- екологічні податки та збори;
- поточний чи очікуваний попит на екологічні інновації;
- прогнозовані державні інструменти регулювання та податки;
- державні регуляторні механізми;
- висока вартість енергоносіїв та матеріалів;
- волонтерські ініціативи в межах галузі;
- поліпшення іміджу і репутації підприємства (рис. 1.5).

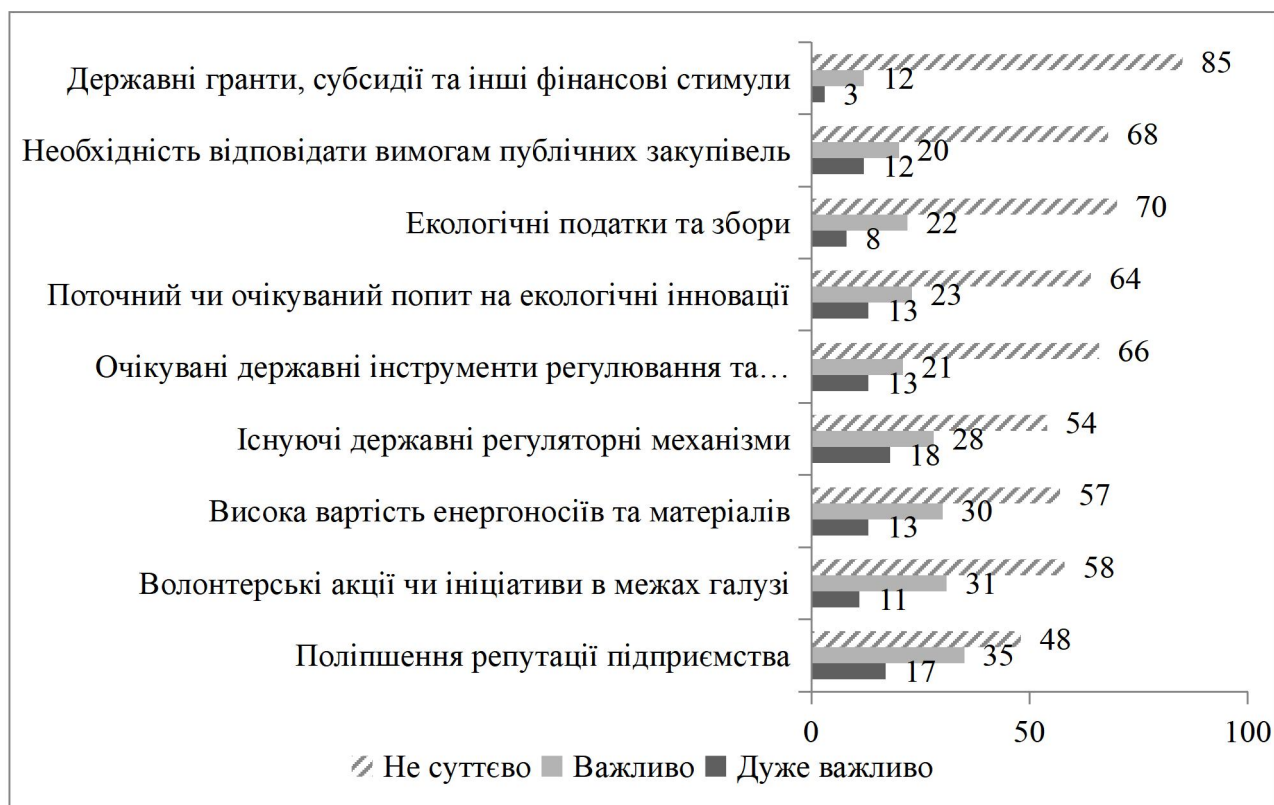


Рис. 1.5. Відповіді респондентів щодо факторів впровадження інновацій у виробничий процес суб'єктами підприємництва Фінляндії, %

*\*побудовано автором на основі джерела [78]*

Можливим є також використання логічних методів дослідження для виокремлення основних факторів ініціювання екологічної модернізації виробництва. Німецькі автори Р. Позтлеп, Х. Нутцігер, Б Шрадер [71] дослідили основні аспекти, які ускладнюють впровадження екологічних інновацій серед малих та середніх підприємств Німеччини, і виділили такі основні групи факторів, які визначають інтенсивність впровадження екологічних інновацій серед малих та середніх підприємств:

- фінансові (складність врахування усіх прихованих та неявних статей витрат на природоохоронні заходи, пов'язана з неповним розкриттям подібної інформації іншими суб'єктами господарювання, наявністю часових та просторових лагів у процесі збору інформації, відмінностями у законодавстві тощо; небажання суб'єктів підприємництва нести додаткові витрати за умов перевиконання законодавчо встановлених екологічних норм; надання кінцевими споживачами переваги здебільшого дешевшим товарам, а не більш екологічним);

- конкурентні (для компаній, які ведуть свою діяльність і поза межами власної країни, значною загрозою виявляється нерівномірність законодавчих вимог до екологічності продукції у різних країнах, а також різний рівень чутливості кінцевих споживачів до нецінових характеристик товару; у разі експорту продукції до країн з нижчими вимогами до екологічності продукції товаровиробник втрачає свою конкурентоспроможність через завищену ціну і, як наслідок, відсутність лояльності з боку споживачів);

- мотиви ризику (ризик банкрутства через нестачу інвестиційних коштів для реалізації екологічних проєктів та низьку фінансову стійкість компаній, невеликий розмір, нестачу власних ресурсів);

- інформаційні (перешкодою для включення екологічних мотивів у процес прийняття управлінських рішень може стати дефіцит інформації про можливу поведінку екологічно вмотивованих акторів та потенційну реакцію ринку на зростання рівня екологічності суб'єкта підприємництва. За умов невпевненості суб'єкт господарювання у достатній зацікавленості контрагентів рівнем

екологічності кінцевого продукту, виробник буде схильним до уникнення інновацій, пов'язаних з екологічним поліпшенням.

Автори підкреслюють вирішальну роль взаємозв'язку між такими характеристиками внутрішнього та зовнішнього середовища суб'єкта підприємництва: екологічною заангажованістю суб'єкта підприємництва через його діяльність, екологічною свідомістю покупців, розвитком екологічного законодавства та станом конкурентної боротьби у галузі на момент включення екологічних факторів у мотиваційне поле компанії (рис. 1.6).

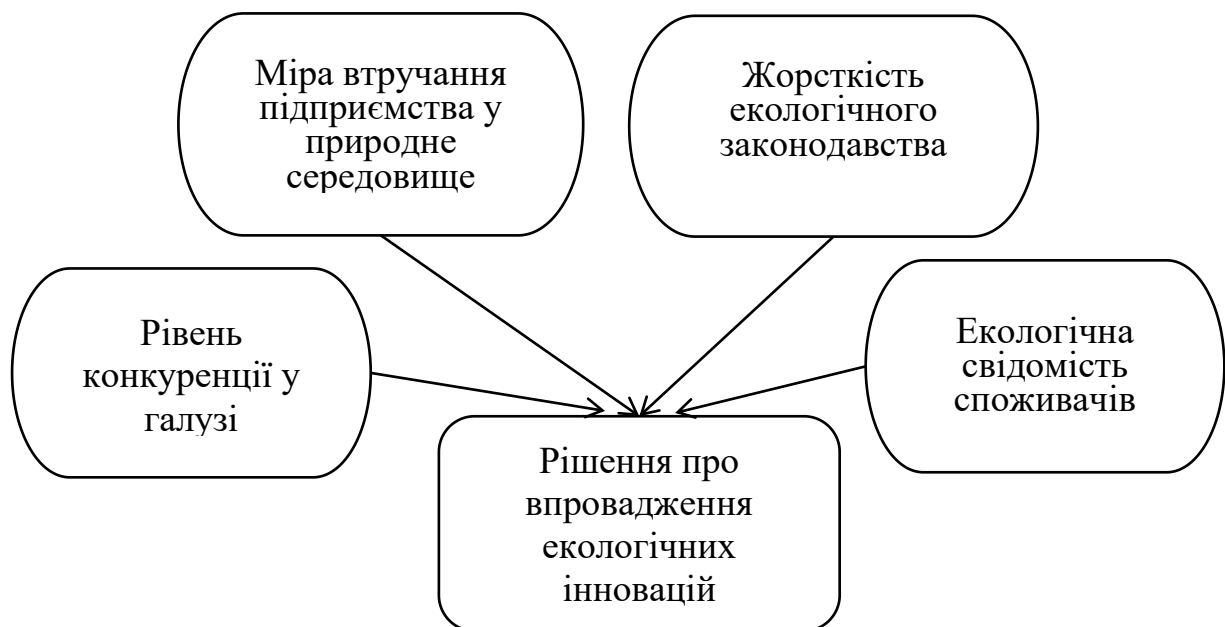


Рис. 1.6. Вплив факторів внутрішнього та зовнішнього середовища на рішення суб'єкта підприємництва про впровадження екологічних інновацій

*\*побудовано автором на основі джерела [71]*

Робоча група науковців Лейбніцького центру європейських економічних досліджень (М. Фрондель, Дж. Хорбах, К. Реннінгс) [29, с. 32] присвятила свою увагу вивченню впливу різноманітних кореляторів на прийняття рішення про впровадження екологічних інновацій у процес виробництва серед підприємств країн-учасниць. Автори підкреслили складність дослідження цього питання з причин відсутності деталізації складу витрат на екологічні поліпшення з боку суб'єктів підприємництва. Під час групування факторів впливу на прийняття рішення про екологічні інновації колектив авторів звернувся до традиційного підходу до поділу мотиваційних факторів на дві групи: ринкові (market-pull factors)

та технологічні фактори (technology push). На думку авторів, ринкові фактори впливу виникають на тлі тиску споживчих переваг, поведінки конкурентів та державної позиції, у той час як технологічні фактори пов'язані перед усім з субсидіями, спрямованими на дослідницьку діяльність. В межах цих двох груп автори виділяють такі найбільш суттєві фактори впливу:

- технологічний потенціал, який має на увазі здатність до розвитку нових продуктів та процесів;
- можливість присвоєння повного соціального ефекту від провадження інновації;
- ринкова структура (кількість учасників та рівень конкуренції у галузі);
- інші фактори, серед яких попит на ринку, особливості галузі, розмір фірми.

Як окрему групу впливу автори виокремлюють дію регуляторних інструментів держави – як не менш важливих та ефективних під час стимулювання екологічних інновацій.

В ході свого дослідження науковці систематизували фактори впливу на прийняття рішення про впровадження екологічних інновацій у вигляді таких категорій впливу:

- мотивація (цілі, які переслідуються в процесі модернізації виробництва);
- інструменти екологічної політики держави (екологічне оподаткування, регуляторні та стимуляційні заходи);
- менеджмент організації (наприклад такі системи менеджменту як здоровий та безпечний менеджмент, а також робота над контролем виробничого процесу спрощують підготовку до екологічної модернізації виробництва порівняно з традиційними управлінськими підходами);
- тиск груп впливу (членство у асоціаціях, екологічна позиція топ-менеджменту, настрої споживачів);
- особливості підприємства (розмір, середній рівень дохідності, частка ринку і т. д.).

Також науковці дійшли до висновку, що більшість підприємств у межах країн-учасниць Організації економічного співробітництва та розвитку

спрямовують свої зусилля на інновації технологічних процесів, а не самого продукту. Автори пояснюють такий розрив між обсягами інвестицій у інновації виробничого процесу і у створення екологічного продукту тим, що у другому випадку процес змін є набагато ширшим, а саме «від колиски до могили», ніж при фрагментарній модернізації виробничого процесу. Після проведеного моделювання було встановлено, що найбільший вплив на втілення інновацій типу «end-of-pipe» технології чинять інструменти державної екологічної політики, в той час як ринкові стимули, зокрема намагання зменшити виробничі витрати або збільшити обсяги виробництва та збуту, є більш дієвими для інновацій групи «cleaner production». Також відзначено позитивний вплив на обидва типи інновацій внутрішніх груп впливу [29, с. 11].

Вчений Г. Шрінівас виділяє такі основні стимулюючі фактори впровадження інновацій типу «cleaner production» [75]:

- зниження екологічних платежів за забруднення навколишнього середовища;
- регулювання в межах нормативно-правових актів;
- тиск з боку галузевих стандартів виробництва;
- підтримка іміджу компанії;
- екологічна політика компанії;
- намагання знизити витрати виробництва.

Думку про важливість інтеграції екологічних та економічних інтересів також висувають автори Б. Блетель-Мінк, К. Стізіаль, І. Катц, С. Вассерманн, С. Юналь, С. Бекер та Е. Вецлер [9], які наголошують на необхідності трансформації екологічних переваг у економічні вигоди, що можливо лише за умови визрівання економічної системи, тобто наявності попиту на екологічний продукт, а також державних стимулів для його створення. На думку авторів, впровадження екологічних інновацій мотивується насамперед через економічне стимулювання. Дослідження інноваційних підприємств Баварії дало науковцям змогу зробити висновки, що конфлікт між економічними та екологічними стимулами нівелюється за умов прогресивного розвитку, а також про те, що

екологічне поліпшення є невід'ємною частиною безперервного процесу еволюції підприємств.

Описані підходи до класифікації факторів активізації екологічної модернізації виробництва є практично орієнтованими, задовольняють поставлені вимоги щодо аналізу конкретного економічного питання, проте мають деякі недоліки. Зокрема, більшість підходів виокремлюють поодинокі причини чи фактори проведення екологічної модернізації, які загалом належать до однієї укрупненої логічної групи. Окрім цього, більшість підходів виокремлюють лише ті фактори, які чинять явний, поточний вплив на перебіг модернізаційних процесів, без урахування якомога більшої кількості можливих прихованих чи неявних факторів впливу. Екологічна модернізація виробництва – економічне явище, для якого характерна нерівномірність поширення і різноплановість передумов проведення, тому при вивченні основних акторів її стимуляції чи дестимуляції необхідно послуговуватись більш агрегованими змістовними логічними групами для можливості адаптації аналізу до будь-якого рівня вивчення екологічної модернізації, а також до будь-яких історичних чи географічних меж її перебігу.

Дослідивши практику поширення екологічної модернізації виробництва у різних країнах та особливості трансферу екологічних інновацій, пропонуємо здійснити групування факторів впливу на неї з виділенням таких груп, які дозволять охопити усі рівні можливого впливу та об'єднують усі ключові фактори впливу на суб'єкт підприємництва у процесі прийняття рішення про модернізацію:

- історичні;
- адміністративні (примусові);
- адміністративні (стимуляційні);
- ринкові;
- техніко-технологічні;
- ініціативні.

Варто зазначити, що проведення екологічної модернізації виробництва може бути досліджене у двох площинах: на рівні суб'єкта підприємництва і на

державному рівні, адже в останньому випадку характеризує інноваційний розвиток країни в цілому. На рівні суб'єкта господарювання перебіг екологічної модернізації виробництва визначається різномірними умовами функціонування підприємства, в той час як на макрорівні – національними особливостями прогресивної трансформації економіки у напрямку екологізації. Певна річ, обидва процеси є взаємопов'язаними і підлягають взаємному впливу, проте інколи характеризуються певною неузгодженістю.

Особливо чітко можна простежити розмежування рівнів розгортання модернізаційних процесів при вивченні історичних передумов для екологічної модернізації виробництва на прикладі країн з транзитивною економікою чи економікою у посткризовому стані. Для початкових етапів пожвавлення економіки характерною є нерівномірність розвитку суб'єктів господарювання і наявність тих ринкових гравців, які під час кризи здобули значні конкурентні переваги через ряд причин, однією з яких може бути і вибір інноваційного шляху розвитку. Таким чином, деякі суб'єкти господарювання демонструють якісно вищий рівень інноваційного розвитку, зокрема і екологічної модернізації виробництва, ніж більшість конкурентів. Аналогічною є ситуація і в транзитивних економіках до моменту урівноваження інноваційного розриву між суб'єктами господарювання.

Історичні фактори розвитку екологічних інновацій, розглянуті на державному рівні, маркують існування національних відмінностей їхнього поширення. Наприклад, німецький шлях поширення екологічної модернізації у виробничій площині суттєво відрізняється від китайського. Для Німеччини ключовими передумовами екологізації виробничої сфери є поступові і планомірні законодавчі зміни у сфері охорони навколишнього середовища, розгорнуті на тлі еволюційного ідейного визрівання суспільства [18], в той час як для Китаю типовим є розгортання природоохоронних заходів з причин критичного загострення екологічної ситуації і наявності міжнародного політичного тиску на державну політику у цій сфері [180]. Відповідно до національного історичного контексту модернізації формується і типовий для суб'єктів підприємництва спосіб

імплементатії екологічних інноваційних рішень, а також рівень власної ініціативності у процесі проведення екологічної модернізації виробництва.

Адміністративні (примусові) фактори, що впливають на перебіг екологічної модернізації виробництва являють собою сукупність нормативно-правових актів і положень, що прямо або опосередковано врегульовують екологічну поведінку суб'єктів господарювання через інструменти фіскального регулювання чи адміністративного примусу. До інструментів цієї групи передумов можна віднести штрафи, екологічні платежів, заборони чи санкції, вимоги щодо екологічної стандартизації і ліцензування. Практика впровадження екологічної модернізації виробництва суб'єктами підприємництва демонструє, що законодавчі важелі впливу, як правило, є найбільш вагомими, особливо в разі їх посилення. Це пов'язано з тією адміністративною і фінансовою відповідальністю, яка виникає у випадку недотримання законодавчих вимог у сфері природоохорони. Дослідження німецьких підприємств, які позиціонують себе як екологічні новатори, зокрема досвід акціонерного товариства «ZF Friedrichschafen», показало, що впровадження екологічних інновацій підпорядковано встановленим законодавчим вимогам і виходить за їхні межі лише тоді, коли це співпадає з економічними інтересами компанії [9]. Отже, серед факторів, які визначають перебіг екологічної модернізації виробництва, найбільш впливовими є законодавчі, адже вони визначають мінімальний рівень екологічних зобов'язань суб'єкта підприємництва у сфері природоохоронної діяльності, а також встановлюють загальні орієнтири для бізнесу у питаннях формування екологічної стратегії.

Адміністративні (стимуляційні) фактори впливу на поширення екологічної модернізації виробництва також можуть бути розглянуті на макро- і мікрорівнях. Передумови макрорівня включають заходи держави, спрямовані на поліпшення загальних умов підприємницької діяльності, зокрема посилення інвестиційної привабливості країни для іноземних інвесторів, оптимізація податкового навантаження, підтримка малого і середнього бізнесу, забезпечення ефективної ринкової конкуренції і т. д. До стимулюючих адміністративних факторів розвитку

екологічної модернізації виробництва на мікрорівні варто віднести прямі державні закупівлі, тендери, субсидіювання, державне кредитування, інвестиційні контракти, спільні проєкти, державно-приватне партнерство з конкретними суб'єктами підприємництва. Головною умовою ефективності використання усіх перерахованих інструментів є їх доцільність в наявних економічних умовах і відсутність потенційної загрози для розвитку конкуренції у галузі.

В сучасних умовах ефективне проведення стимуляційної політики, спрямованої на розвиток інноваційних сфер діяльності, означає можливість збереження стійких позицій економіки країни на світовій арені зі створенням потенціалу для подальшого розвитку в умовах переорієнтації світового поділу праці і міжнародної торгівлі. Найбільш розвинуті країни світу активно використовують відповідні інструменти стимулювання. Наприклад, за даними компанії «Deloitte» [122], країни ЄС такі як Великобританія, Литва, Латвія, Угорщина та Чехія компенсують до 300 % податку на прибуток, отриманого у зв'язку з розробкою та комерціалізацією інновацій. Прикладом високої результативності виважених стимуляційних заходів з боку держави є досвід Індії, яка через програми розвитку «MakeinIndia та DigitalIndia» з сумарною кількістю фінансових вливань на рівні 7 млрд дол. в рік дозволили національному ІТ-сектору стати світовим лідером.

Техніко-технологічні фактори, які впливають на екологічну модернізацію виробництва, описують стан техніки та обладнання, які залучені у виробничий процес. Як правило, високий рівень фізичного і морального зносу основних засобів стає критичним сигналом для початку проведення модернізації виробництва. Обираючи з ряду альтернативних інвестиційних проєктів, суб'єкти підприємництва, які орієнтуються на досягнення довгострокових конкурентних переваг на ринку, надають перевагу екологічно орієнтованим інвестиційним рішенням.

Визначальні фактори проведення екологічної модернізації виробництва, які опираються на рівень екологічності виробництва серед конкуруючих підприємств, входять до групи ринкових. Ринки з високим рівнем конкурентної боротьби і

низьким рівнем впливу окремого суб'єкта господарювання, як правило, характеризуються специфічним способом поширення екологічних інновацій. Зокрема, йдеться про послідовницьку стратегію суб'єктів господарювання з меншою ринковою часткою чи слабшим рівнем ринкового впливу. Компанії-послідовники змушені впроваджувати екологічні зміни у процес виробництва з метою компенсації конкурентного розриву і збереження вже зайнятої ринкової позиції. Автор Г. І. Цилюрик [177] наголошує, що основними рушійними силами поширення інновацій є конкурентна боротьба на ринку та зростаючий попит споживачів, які мотивують ринкових гравців нарощувати свій технічний потенціал для найбільш ефективного задоволення нових потреб. Яскравим прикладом інвестицій у екологічну модернізацію виробництва є рішення автомобільного концерну «Volkswagen AG» інвестувати 44 млрд євро у розробку широкої лінійки автомобілів з електроприводом до кінця 2023 року, з наміром налагодити виробництво вже у 2025 році [121]. Проте коло ринкових передумов не обмежується лише ситуаціями, типовими для високо конкурентних ринкових структур. Трансфер технологій у площині екологічної модернізації виробництва може бути спричинений ринковими передумовами також і в межах олігополістичних ринків, коли укрупнення суб'єктів підприємницької діяльності через злиття чи поглинання призводить до передачі технологій між фірмами. В протилежному випадку дифузія екологічних інновацій у сфері виробництва навпаки може бути сповільнена низьким рівнем конкуренції на ринку, наявністю картельних змов чи ринковій гегемонії монополіста.

Найменш поширеними, проте не менш ефективними, є ініціативні фактори активізації екологічної модернізації виробництва суб'єктами підприємництва. Блок прогресивних факторів включає ті, що позначають добровільні, етично вмотивовані ініціативи для розгортання екологічної модернізації виробництва. Як правило, фактори такого роду формуються в колі прогресивного підприємництва, пов'язаного з інноваційними напрямками діяльності та передовими поглядами власників чи менеджменту вищого рівня.

Розроблена структурно-логічна матриця «координатне поле факторів впливу» дозволяє наочно зобразити направленість дії кожної групи та силу дії на суб'єкт господарювання залежно від різних обставин (рис. 1.7).

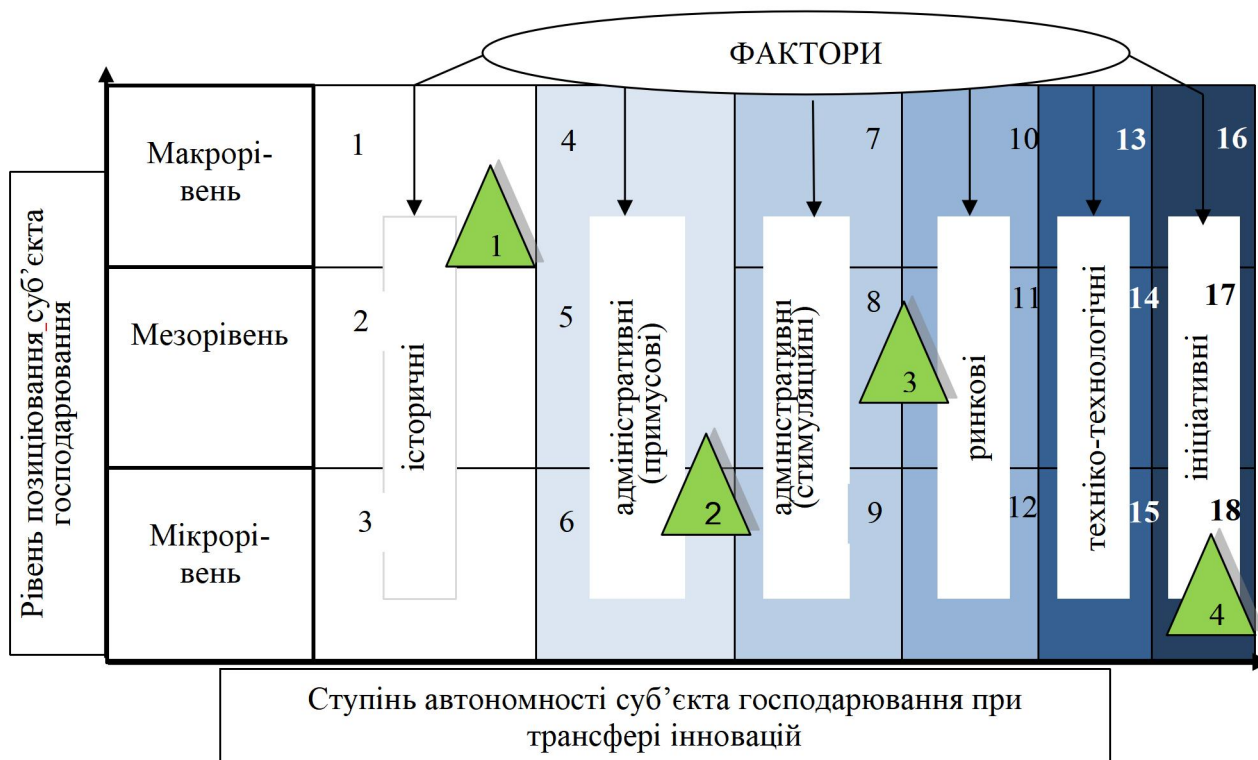


Рис. 1.7. Координатне поле факторів впливу на екологічну модернізацію виробництва

*\*створено автором*

Координатне поле розділене на квадранти та має два чинники, які визначають положення суб'єкта господарювання. По осі абсцис визначається ступінь автономності суб'єкта господарювання в процесі прийняття рішення про впровадження інновацій у виробничий процес, по осі ординат – розмір суб'єкта господарювання. Чим далі ми рухаємось уздовж осі, тим вищим є ступінь автономності бізнес-одиниці. Відповідно до цього нанесено розмежування координатного поля за сферами максимальної дії кожної з груп факторів. При цьому під час руху від початку координат праворуч дія зазначеної групи не зникає, а лише ослаблюється. Зокрема, найближчою до початку відліку та наймасштабнішою за своєю дією є група історичних факторів, адже ступінь автономності суб'єктів господарювання в такому випадку найменший. Ширина діапазону дії цієї групи найбільша, адже всі організації підлягають її впливу.

Розглянемо групу «ініціативних факторів». Як було зазначено, вона охоплює фактори впливу, породжені мотивами усвідомленого поліпшення умов виробництва без дії зовнішніх стимулів заохочення чи примусу. Другим чинником, який визначає положення суб'єкта господарювання на координатному полі, є рівень його позиціювання, тобто наскільки масштабною в економічному розрізі є його господарська діяльність. Малому бізнесу відповідає перша межа, позначена на осі ординат, середньому – друга, великому – третя. Зауважимо, що чим більшим гравцем на ринку чи в галузі є підприємство, тим слабшою мірою воно безпелаяційно підлягає дії факторів впливу, які розміщені у лівій частині поля. До прикладу, великі компанії, особливо коли мова йде про корпорації, часто самі впливають на головні економічні, а інколи і політичні процеси та нерідко лобіюють свої інтереси на найвищому рівні. Менші за розміром та силою галузевого впливу фірми вимушені лише перебувати в межах законодавчих рамок та відповідати викликам конкурентного середовища. Тобто чим правіше та вище розташований суб'єкт господарювання, тим менше на нього діють визначені передумови. Положення на координатному полі характеризує специфічний стан гравця та його готовність до модернізації, також описує найбільш ймовірні стратегії подальшого розвитку. Розуміння положення гравця дозволить визначити, дія яких факторів матиме найбільшу силу в процесі активізації екологізації виробництва.

Для прикладу на координатному полі було позначено 4 типи суб'єктів господарювання, хоча потрапляння окремого суб'єкта в конкретний квадрант визначається лише його рівнем автономності та розміром бізнесу. Розглянемо випадок кожного з 4 суб'єктів. Перший суб'єкт господарювання розташований у 1-му квадранті, для якого характерний великий масштаб діяльності, потенційне галузеве лідерство. Такий суб'єкт господарювання обмежений здебільшого історичними передумовами, наприклад, станом глобальної економічної кризи (як велика депресія, коли навіть великі гравці на ринку постали перед необхідністю приймати антикризові рішення). Тому в цьому випадку рішення про інноваційну трансформацію буде прийматись відповідно до історичного рівня розвитку

промислового виробництва, стану економіки, політичного устрою країни. Гравець такого рівня може мати потенційний вплив на формування умов конкурентної боротьби, економічних чи політичних обмежень, чи, навпаки, стимулів. Зазвичай суб'єкти, що перебувають у цьому квадранті, є втілювачами радикальних змін, флагманами в питаннях змін і перетворень, галузевими лідерами, мають значні фінансові ресурси та можуть самостійно ініціювати процес інноваційних перетворень. Другий суб'єкт потрапляє у квадрант 6. Рівень автономії та ініціативності при прийнятті рішення про екологізацію виробництва цього гравця невисокий, адже він є представником малого бізнесу, щодо інноваційного оновлення виступає в ролі послідовника. Найбільш суттєвий вплив на ініціацію трансформаційних процесів на нього чинять передумови з групи «адміністративно-примусові», тобто екологічні рішення не виходять за межі наявних вимог та приймаються пізніше, ніж у лідерів галузі. Суб'єкт господарювання під номером 3 на межі квадрантів 8 та 11 перебуває у ситуації, коли його діяльність відповідає вимогам екологічного законодавства країни, проте з точки зору конкурентної боротьби та можливості залучити державну підтримку для реалізації екологічних проєктів має простір для прийняття рішень. Він є впевненим гравцем середньої ланки та новатором з точки зору управлінських рішень. Цікавий випадок 4-го гравця, квадрант 18. Цей суб'єкт господарювання невеликий за масштабом, прийняття рішення про впровадження екологічних інновацій у виробництво є вмотивованим переконаннями керівництва. Він є представником певної екологічної ідеї. Найчастіше таким гравцем можуть виступати проривні, з точки зору екологічних інновацій, стартапи або малий бізнес із крафтовою концепцією, орієнтований на вузький прошарок екосвідомих споживачів.

В роботі було запропоновано систематизувати складові екологічної модернізації виробництва, які дозволяють розмежувати різноманітні процеси, що супроводжують перебіг модернізації виробництва. До них віднесено технологічну, технічну, управлінську, інноваційну, економічну та екологічну складові. Відповідно до неоднорідності перебігу модернізації на підприємствах,

запропоновано виділити ключові напрями проведення модернізації і відповідно до цього розмежувати 3 рівні проведення екологічної модернізації виробництва: початковий, частковий або фрагментарний та комплексний. На основі вивченого концептуального контексту формування поняття «екологічна модернізація виробництва» запропоновано перелік принципів, які мають регламентувати проведення екологічної модернізації виробництва промисловими підприємствами. Дослідивши практичний досвід виокремлення специфічних факторів впливу на проведення екологічної модернізації виробництва суб'єктами підприємництва на різних рівнях, розроблено систему передумов, яка узагальнює основні групи факторів, які активізують процеси оновлення та трансформації виробничих процесів на підприємствах. Виокремлено такі групи: історичні, адміністративні (примусові та стимуляційні), ринкові, техніко-технологічні та ініціативні. Розроблено структурно-логічну матрицю, яка описує дію передумов на суб'єкт підприємництва залежно від його розміру та міри автономності при прийнятті рішення про впровадження інновацій.

### 1.3. Методичні засади аналізу й оцінки ефективності екологічної модернізації виробництва суб'єктів підприємництва з урахуванням сучасних викликів

Логічна підпорядкованість закономірностей проведення екологічної модернізації виробництва загальній концепції екологічної модернізації висуває специфічні вимоги до узгодження сутнісного наповнення методики визначення ефективності екологічної модернізації і основоположних засад цього міждисциплінарного підходу. Відповідно до ідей, на яких базується концепція, виразником успішності екологічної модернізації будь-якого рівня або спрямування є найоптимальніше поєднання економічної вигоди та екологічної користі серед наявних можливих. Таким чином, методика визначення ефективності екологічної модернізації виробництва повинна враховувати ті – екологічний та економічний – ефекти, які виникають внаслідок реалізації заходів з екологічно орієнтованого осучаснення виробництва.

Усвідомлення масштабу ролі і значення екологічної модернізації і екологічної модернізації виробництва як її підпорядкованої складової висуває нові вимоги до виміру і розуміння ефективності впроваджуваних заходів у напрямі екологізації виробничих процесів. Інвайроменталістські погляди, які набувають дедалі більшого поширення у економічних практиках розвинутих країнах, все більше тяжіють до відмови від виключно матеріалістичної, суто грошової оцінки ефективності функціонування підприємницьких структур. Система оцінок ефективності екологічної модернізації виробництва має бути приведена у відповідність з мірою антропогенного впливу виробничих структур і можливою силою його зміни. Сучасні підходи до оцінки ефективності модернізаційних процесів потребують такого методологічного інструментарію, який дозволить оцінити усі довгострокові наслідки, похідні кількісні і якісні зміни у економічній і екологічній структурах, а також визначити нематеріальні, важко ідентифіковані екстерналії виробничої модернізації.

Ефективність екологічної модернізації виробництва як сучасний виразник екологічної трансформації виробничого процесу передбачає розробку спеціальної методики розрахунку, що покликана давати всебічну оцінку екологічної модернізації виробництва, яка проводиться суб'єктами підприємництва. На відміну від класичної економічної ефективності, ефективність екологічної модернізації виробництва передбачає одночасне досягнення економічних вигід і позитивного екологічного ефекту, поєднуючи, таким чином, комерційний розрахунок із принципами сталого розвитку у економічній площині. Методика передбачає порівняння отриманого комплексного ефекту, який виражений через економічну вигоду та зниження екологічної шкоди, із фінансовими витратами та залишковим невідворотним екологічним збитком, який виникає в результаті реалізації обраного способу екологічної модернізації виробництва.

Отже, методика оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва, враховуючи її концептуальне підґрунтя, має відповідати таким вимогам:

- наявність елементів довгострокового прогнозування і оцінки можливих наслідків проведення екологічної модернізації виробництва, збагачення методичного інструментарію сучасними підходами до моделювання і прогнозування, урахування усіх можливих екстерналій;
- відмова від нехтування малозначимими, прихованими або значно пролонгованими у часі результатами модернізаційних процесів виробництва;
- використання показників ефекту з різними одиницями виміру задля комплексності оцінки; пошук підходів до конвертації таких показників, які характеризують процеси трансформації екосистеми під впливом виробничих факторів, як у грошовому виразі, так і безрозмірному;
- надання переваги оцінці кінцевого результату, навіть значно віддаленого у часі, порівняно із поточними результатами, що зумовлено парадигмальними змінами у соціальних науках, вираженими у відмові від пожертвування майбутнім екологічним благополуччям на користь теперішнього економічного зиску;

- окреслення критичних показників рівня негативного екологічного впливу, які навіть за умов економічної і соціальної привабливості проекту модернізації визначатимуть його як неефективний і недоцільний.

Відповідно до сутності поняття, а також висунутих вимог до методики оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва, можна виділити такі критерії, які позначають досягнення зростання ефективності у ході проведення модернізації:

1) підвищення екологічності виробничих процесів з позиції скорочення викидів у навколишнє середовище;

2) досягнення замкнутості виробничого циклу, уподібнення виробничого процесу до природних процесів циркуляції речовин;

3) зменшення обсягу виробничих відходів зі зростанням частки перероблюваних і повторно залучених у виробничий процес;

4) скорочення матеріалоемності продукції через заходи з економії природних ресурсів, а також впровадження інноваційних матеріалів чи повернених у виробництво перероблених відходів;

5) впровадження енергоефективних технологій і техніки, переведення енергетичних господарств на альтернативні джерела енергії, загальне поліпшення енергетичного балансу виробничого процесу через сукупні організаційно-технічні заходи;

6) досягнення економії фінансових ресурсів і підвищення рентабельності діяльності через оптимізацію виробничого процесу після проведення екологічної модернізації виробництва і отримання довгострокових конкурентних переваг;

7) зростання корпоративної соціальної відповідальності шляхом екологізації виробництва, поліпшення іміджу суб'єкта господарювання.

На сьогодні у світовій науковій спільноті відсутня єдність поглядів щодо інструментарію розрахунку еколого-економічної ефективності. Сучасні методики визначення екологічної ефективності, зокрема екологічний слід, показники сталості, індекси сталого розвитку, розроблені Інститутом Землі Колумбійського університету (Environmental Sustainability Index, Environmental Performance Index),

спрямовані на визначення тенденцій скорочення негативного впливу виробництва на екологію, без належного приділення уваги одночасному економічному зростанню і екологічному поліпшенню. Слабкою стороною подібних методик є нехтування економічними мотивами поведінки виробників продукції, а також неврахування ефекту рикошету від впровадження енергоефективних технологій і зниження ресурсного споживання на одиницю продукції. Аналогічне справедливо і для підходів економічного аналізу, які ніяк не враховують фактор екологічної шкоди та потенційних наслідків від ведення господарської діяльності. Як наслідок, економічний та екологічний аналіз проводяться у різних площинах; методики, які використовуються для цього, постають як автономні і непов'язані, а достовірність висновків знижується через накопичення умов і припущень, характерних для кожної з них. Перенасичення інструментарію дослідження умовностями призводить до неточності і нереалістичності картини, яку отримує в кінцевому результаті дослідник.

Таким чином, серед головних вимог до сучасної методики розрахунку еколого-економічної ефективності, яка може бути використана і для оцінки ефективності екологічної модернізації виробництва зокрема, є одночасне врахування економічних вигід і екологічних наслідків від управлінських рішень різного рівня. Ключовим завданням є розробка такого підходу, який дозволить врахувати екологічний вплив обраного способу модернізації виробництва порівняно з наявним чи з іншими альтернативними залишковими екологічними збитками, а також дасть змогу визначити оптимальний чи задовільний економічний ефект, який отримають втілювачі проєкту. Це пояснюється тим, що більшість екологічно спрямованих рішень не можуть повністю ліквідувати негативний екологічний вплив на навколишнє середовище, натомість лише оптимізують його спосіб прояву і масштаби.

Відповідно до приведених вище аргументів нами було розроблено факторну модель оцінки ефективності екологічної модернізації виробництва, яка базується на двох основних оціночних параметрах: екологічній і економічній ефективностях. При цьому поняттю «економічна ефективність» відповідає показник

рентабельності інвестицій, адже у будь-якому випадку екологічна модернізація виробництва здійснюється у формі інвестиційного проєкту. В свою чергу екологічна ефективність постає виразником комплексного впливу на навколишнє середовище і враховує усі можливі види екологічної шкоди і втручання у екосистему внаслідок модернізації виробничого процесу. Таким чином, розрахунок показника ефективності екологічної модернізації виробництва, згідно з нашою методикою, здійснюється за такою формулою:

$$E_{EMB} = E_{екол.} * E_{екон.}, \quad (1.1)$$

де  $E_{EMB}$  – ефективність екологічної модернізації виробництва,

$E_{екол.}$  – екологічна ефективність,

$E_{екон.}$  – економічна ефективність.

Економічна ефективність проведення екологічної модернізації виробництва як виразник успішності реалізованого чи запланованого проєкту в межах методики розраховується за формулою:

$$E_{екон.} = \frac{\sum_{t=1}^m \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{KI}, \quad (1.2)$$

де  $E_{екон.}$  – економічна ефективність,

$CF_t$  – чистий грошовий потік у періоді  $t$ ,

$KI$  – капітальні інвестиції,

$t$  – порядковий номер періоду,

$m$  – кількість періодів,

$r$  – ставка дисконтування.

Використання формули в такому вигляді доцільне за умови одноразових початкових інвестицій у проєкт модернізації виробництва. Якщо кошти

інвестуються поетапно, їх вартість також необхідно привести до теперішнього часу. У зв'язку з цим формула трансформується таким чином:

$$E_{\text{екоп.}} = \frac{\sum_{t=1}^m \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^m \frac{KI_t}{(1+r)^t}}, \quad (1.3)$$

де  $E_{\text{екоп.}}$  – економічна ефективність,

$CF_t$  – чистий грошовий потік у періоді  $t$ ,

$KI_t$  – капітальні інвестиції у періоді  $t$ ,

$t$  – порядковий номер періоду,

$m$  – кількість періодів,

$r$  – ставка дисконтування.

Під час розрахунку економічної ефективності здійснюється щорічне приведення грошових потоків від реалізації проекту, а також величини інвестицій до теперішньої вартості. Якщо у підприємства є декілька альтернатив, як інвестувати кошти, то необхідно уніфікувати період оцінки їх економічної ефективності. Оскільки екологічна модернізація виробництва передбачає, як правило, повне або часткове оновлення основних засобів, то доцільним періодом оцінки є період, співставний з циклом Жугляра. Цикл Жугляра – це середній за довжиною економічний цикл, протягом якого відбувається оновлення більшої частини основного капіталу, тривалість циклу в середньому становить від 7 до 11 років [123, с. 449]. Аналіз доходів і витрат такого проміжку часу дозволить зрозуміти наскільки капітальні інвестиції у екологічну модернізацію були ефективними. Тому у дисертаційній роботі при розрахунку ефективності екологічної модернізації виробництва для підприємств цементної галузі було узятो період аналізу 10 років. У разі високих темпів технологічного оновлення галузі доцільним є скорочення інтервалу оцінки до 7 чи навіть 5 років, якщо рентабельність інвестицій є надвисокою, а сфера інвестування – високотехнологічною.

Значною складністю у ході розробки методики постало визначення методичного підходу до оцінювання екологічної ефективності рішень, який би дозволив охопити усі можливі наслідки від зміни технології виробництва, був би універсальним для суб'єктів господарювання будь-якого масштабу та спеціалізації. Визначення значимості екологічного впливу не є уніфікованими як в межах соціальних та природничих дисциплін, так і в масштабах держав і всесвітніх організацій. Уряди багатьох країн розробляють власні вимоги до процедури оцінки впливу на навколишнє середовище, затверджують відповідні правові акти і мають відповідальний за це орган.

23 травня 2017 року було прийнято Закон України «Про оцінку впливу на довкілля», який покликаний врегулювати правові засади оцінки впливу на навколишнє середовище, а також детермінувати організаційну сторону процедури оцінювання. В результаті прийняття Закону було скасовано проведення екологічної експертизи. Натомість суб'єкт підприємництва, який приймає рішення про «планову діяльність», яка входить до однієї з двох категорій видів планової діяльності, зобов'язаний повідомити про це місцеву держадміністрацію або вищий відповідальний орган та подати підготовлений Звіт з оцінки впливу на довкілля. Відповідно до Закону плановою діяльністю є «...планована господарська діяльність, що включає будівництво, реконструкцію, технічне переоснащення, розширення, перепрофілювання, ліквідацію (демонтаж) об'єктів, інше втручання в природне середовище; планована діяльність не включає реконструкцію, технічне переоснащення, капітальний ремонт, розширення, перепрофілювання об'єктів, інші втручання в природне середовище, які не справляють значного впливу на довкілля відповідно до критеріїв, затверджених Кабінетом Міністрів України» [162]. Виробництво цементу входить до 2 категорії видів планової діяльності: а саме підпункт б «переробка мінеральної сировини». Тому при проведенні екологічної модернізації цементного виробництва складання Звіту є необхідним. Проте у Законі відсутні єдині вимоги щодо методів оцінки впливу на навколишнє середовище, згідно зі статтею 11, п. 1 «Звіт з оцінки впливу на довкілля, звіт про громадське обговорення та висновок з оцінки впливу

на довкілля подаються суб'єктом господарювання для отримання рішення органу державної влади або органу місцевого самоврядування про провадження планованої діяльності, яке є підставою для початку провадження цієї діяльності, встановлює (затверджує) параметри та умови провадження планованої діяльності і приймається у формі документа дозвільного характеру або іншого акта органу державної влади чи органу місцевого самоврядування у порядку, встановленому законодавством для відповідних рішень» [162]. Тому використання методичних рекомендацій, які були б запропоновані на законодавчому рівні, є неможливим.

Серед різноманітних методик кількісного визначення впливу управлінських рішень, в тому числі пов'язаних і з оптимізацією виробничого процесу, значну увагу привертають методики, спрямовані на комплексну оцінку екологічного впливу. Зокрема, науковці М. Доутора та Р. Партідаріо [63] пропонують оцінювати екологічний вплив з огляду на те, які сфери зачіпає екологічний вплив, які є переваги від прийняття певного екологічного рішення і як можна зменшити негативний вплив на природу чи, навпаки, збільшити позитивний вплив від певного рішення чи проекту.

З огляду на ті виклики, яким має відповідати методика визначення екологічного впливу від рішень щодо модернізації виробничих процесів, а саме: надавати комплексну оцінку рішенням, враховувати усі явні і потенційні види впливів на навколишнє середовище, орієнтуватись на довгострокову перспективу, – найбільш відповідною є методика оцінювання життєвого циклу продукту чи послуги. Оцінювання життєвого циклу є одним із ключових інструментів екологічного менеджменту, який дозволяє оцінити процес виробництва продукту комплексно та далекоглядно. Міжнародна організація зі стандартизації дає таке визначення методиці оцінювання життєвого циклу: «Це збір та оцінювання вхідних та вихідних потоків, а також потенційних екологічних впливів для даної виробничої системи на усіх етапах її життєвого циклу» [42]. Як самостійний інструмент оцінки виробничої системи методика оцінювання життєвого циклу не є універсальною, адже не охоплює економічні та соціальні аспекти виробництва, проте у комплексному поєднанні з іншими економічними

методами може забезпечити оцінювання економічних рішень на якісно новому рівні. Окрім цього, перевагою використання цієї методики є чітка детермінованість процедури через ISO 14040, велика кількість практичних методів квантування екологічного впливу, розроблених різноманітними інституціями, а також наявність альтернативних варіантів програмного забезпечення для оцінювання.

Прикладом однієї з таких методик (інші методики CML, IMPACT 2002+, TRACI), яка передбачає комплексний підхід до оцінювання наслідків проходження продуктом чи послугою власного життєвого циклу, є методика EDIP (Environmental Design of Industrial Products). Методика EDIP, незалежно від року її модифікації, передбачає оцінку екологічного впливу товару чи послуги за вже встановленим переліком категорій впливу, а саме [38]:

- кліматичні зміни;
- виснаження стратосфери;
- фотохімічний вплив на озоновий шар;
- окислення;
- Nutrient enrichment збагачення поживними речовинами;
- токсичність для людей через воду;
- токсичність для людей через повітря;
- токсичність для людей через ґрунт;
- гостра токсичність води для екології;
- хронічна токсичність води для екології.

Загалом можливе використання будь-якої із сучасних методик оцінки життєвого циклу продукту – залежно від наявного програмного забезпечення та поставлених цілей керівництва чи окремого дослідника. Для більшості наявних методик характерне групування усіх вхідних та вихідних потоків у процесі життєвого циклу продукту за категоріями впливу (етап надання характеристики результатам інвентаризації викидів). Це дозволяє дізнатися, якою є структура екологічного впливу продукту в процесі його життєвого циклу. Також цей підхід дає можливість виокремити силу впливу за кожною з категорій на окремому етапі

життєвого циклу. Наступними факультативними кроками є нормалізація та гармонізація отриманих результатів класифікації інвентаризаційних даних. Останній етап аналізу життєвого циклу передбачає інтерпретацію отриманих результатів.

Перевагами описаних методик є комплексність дослідження екологічного впливу через повну інвентаризацію вхідних та вихідних потоків з подальшим групуванням їх впливів на стан екосистеми та здоров'я людини з огляду на довгострокову перспективу. Проте суттєвим недоліком постає відсутність єдиної кінцевої оцінки екологічного впливу по результатам використання методик. Саме тому нами розроблено підхід до агрегування різнойменних категорій (сфер) впливу, отриманих в результаті використання методик оцінювання життєвого циклу, для надання уніфікованої оцінки.

У основу запропонованого підходу до агрегування категорій впливу покладено оцінку зміни загального екологічного балансу після проведення екологічної модернізації виробництва. Таким чином, через знаходження загального індексу впливу за категоріями можна оцінити комплексну спрямованість екологічного впливу від модернізації: або в бік поліпшення, або в бік погіршення. Ми пропонуємо розраховувати індекс впливу за категоріями на екосистему таким чином:

$$I_{KB} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \frac{KB'_i}{KB_i}} = \sqrt[n]{\frac{KB'_1}{KB_1} * \frac{KB'_2}{KB_2} * \dots * \frac{KB'_n}{KB_n}} = \sqrt[n]{I_{KB_1} * I_{KB_2} * \dots * I_{KB_n}}, \quad (1.4)$$

де  $I_{KB}$  – загальний індекс впливу за категоріями,

$I_{KB_i}$  – індекс впливу за  $i$ -ю категорією,

$KB'_i$  – значення  $i$ -ї категорії впливу після проведення модернізації,

$KB_i$  – значення  $i$ -ї категорії впливу до проведення модернізації,

$i$  – порядковий номер категорії впливу,

$n$  – загальна кількість категорій впливу.

Межі коливання загального індексу впливу за категоріями:

- $I_{KB} < 1$  – зменшення рівня негативного впливу на екосистему внаслідок реалізації проєкту модернізації;
- $I_{KB} > 1$  – збільшення рівня негативного впливу на екосистему внаслідок реалізації проєкту модернізації;
- $I_{KB} = 1$  – відсутність зміни рівня антропогенного впливу на екосистему.

Залежність між рівнем екологічного впливу та загальним індексом впливу за категоріями – обернена, тому для знаходження значення показника екологічної ефективності ми користуємось такою формулою:

$$E_{\text{екон.}} = \frac{1}{I_{KB}}, \quad (1.5)$$

де  $E_{\text{екол.}}$  – екологічна ефективність,

$I_{KB}$  – загальний індекс впливу за категоріями.

Якщо екологічний ефект виражати через загальний індекс екологічного впливу, то формулу еколого-економічної ефективності від проведення модернізації виробництва можна трансформувати таким чином:

$$E_{\text{ЕМВ}} = E_{\text{екол.}} * E_{\text{екон.}} = \frac{E_{\text{екон.}}}{I_{KB}}, \quad (1.6)$$

де  $E_{\text{ЕМВ}}$  – ефективність екологічної модернізації виробництва,

$E_{\text{екол.}}$  – екологічна ефективність,

$E_{\text{екон.}}$  – економічна ефективність,

$I_{KB}$  – загальний індекс впливу за категоріями.

При деталізації значення економічної ефективності формула набуває такого кінцевого вигляду:

$$E_{EMB} = \frac{\sum_{t=1}^m \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^m \frac{KI_t}{(1+r)^t}} * \frac{1}{I_{KB}}, \quad (1.7)$$

де  $E_{EMB}$  – ефективність екологічної модернізації виробництва,

$CF_t$  – чистий грошовий потік у періоді  $t$ ,

$KI_t$  – капітальні інвестиції у періоді  $t$ ,

$t$  – порядковий номер періоду,

$m$  – кількість періодів,

$r$  – ставка дисконтування.

$I_{KB}$  – індекс впливу за категоріями.

Отже, ефективність екологічної модернізації виробництва постає як рентабельність інвестицій, скоригована на фактичне екологічне поліпшення, виражене через динаміку зміни значень категорій впливу. Чим більше додатне значення показника ефективності, тим більш привабливим є проєкт модернізації.

Через складність використання наявних методик для однозначного квантування антропогенного впливу також було розроблено альтернативний підхід до визначення рівня екологічного впливу, суть якого полягає у встановленні величини зміни середньозваженого рівня екологічної шкоди, спричиненої екологічною модернізацією виробництва. В основу запропонованої методики покладено визначення середнього рівня шкоди від усіх видів зафіксованих викидів, який дорівнює добутку середньозваженої величини обсягу наявних викидів на їх відповідний клас шкоди, призначення якого передбачено Податковим кодексом України. У статтях 243, 245 та 246 визначено розмір екологічного податку залежно від класу небезпечності викидів та відходів, які потрапляють у атмосферне повітря, водні ресурси або розміщуються і зберігаються у вигляді сміття. Для деяких особливо шкідливих видів речовин встановлено окремий податок на викиди за 1 т, на інші – залежно від класу безпеки або концентрації у воді [155]. Використання податкових ставок як

актуальної системи по ранжування рівня небезпечності екологічного впливу дасть змогу поєднати екологічну складову з економічною.

У роботі запропоновано використовувати середньозважений рівень екологічної шкоди як виразник уніфікованого екологічного впливу на навколишнє середовище. Для розрахунку такого показника необхідно володіти верифікованою інформацією про обсяги викидів (можливе використання даних технічної документації обладнання, досвід введення в експлуатацію іншими суб'єктами господарювання), які генеруються наявними основними засобами та тими промисловими модулями, які керівництво планує модернізувати. Формула для визначення середньозваженого рівня екологічної шкоди:

$$EШ = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i * w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad (1.8)$$

де  $EШ$  – середньозважений рівень екологічної шкоди,

$Q_i$  – паспортизований чи фактично встановлений обсяг викидів  $i$ -ї речовини промисловим модулем,

$w_i$  – вага рівня шкоди  $i$ -ї речовини,

$i$  – порядковий номер речовини,

$n$  – кількість речовин.

Для знаходження вагових коефіцієнтів речовин, як вже було зазначено вище, нами запропоновано використовувати ставки екологічного податку за викиди у атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення, скиди у водні об'єкти, а також розміщення і зберігання відходів. Екологічний податок – це динамічний виразник суспільної оцінки міри шкоди, яка може виникнути внаслідок ведення господарської діяльності. Розмір екологічного податку значною мірою враховує сучасне екологічне положення країни, є гнучким, і у будь-якому випадку процес його визначення підпорядкований світовим тенденціям. Звісно, система оподаткування має свої недоліки, суперечності, атавізми, проте вона може виступити як координатного поле для розстановки ваг значимості різноманітних

екологічних впливів, які характеризуються різними одиницями виміру і типами впливу.

При розрахунку вагового коефіцієнта екологічного впливу базою для порівняння було використано найвищу ставку екологічного податку (податок за викиди бензопірену). Відповідно ваговий коефіцієнт за викиди бензопірену у атмосферне повітря становить 1, адже він є дуже небезпечним канцерогеном, натомість ваги для інших речовин будуть вказувати на відношення їх податкової ставки, а отже і умовної шкоди, до ставки найбільш небезпечної речовини – бензопірену. Формула для розрахунку вагового коефіцієнту має такий вигляд:

$$w_i = \frac{T_i}{T_{max}}, \quad (1.9)$$

де  $w_i$  – ваговий коефіцієнт рівня шкоди речовини,

$T_i$  – ставка податку для  $i$ -ї речовини, класу речовин, або речовин з орієнтовно безпечним рівнем впливу чи гранично. нормою концентрації у повітрі чи воді (якщо вони не зазначені окремо або не винесені в конкретний клас);

$T_{max}$  – максимальна ставка екологічного податку.

Нами розраховано вагові коефіцієнти для різних забруднюючих речовин на основі значення ставок податків за викиди забруднюючих речовин (додатку Б).

Зміна рівня екологічної шкоди також може бути знайдена за допомогою індексного методу:

$$I_{EШ} = \frac{EШ'}{EШ}, \quad (1.10)$$

де  $I_{EШ}$  – індекс екологічної шкоди

$EШ'$  – середньозважений рівень екологічної шкоди після проведення екологічної модернізації виробництва;

$EШ$  – середньозважений рівень екологічної шкоди до проведення екологічної модернізації виробництва.

Межі коливання значення індексу екологічної шкоди:

- $I_{EШ} < 1$  – зниження рівня екологічної шкоди після проведення екологічної модернізації виробництва;
- $I_{EШ} > 1$  – збільшення рівня екологічної шкоди після проведення екологічної модернізації виробництва;
- $I_{EШ} = 1$  – збереження рівня екологічної шкоди на попередньому рівні.

Отриманий індекс рівня екологічної шкоди можна використати як виразник екологічної ефективності, оскільки залежність між показниками обернена. Знаходження екологічного ефекту здійснюється за формулою (1.11):

$$E_{\text{екол.}} = \frac{1}{I_{EШ}}, \quad (1.11)$$

де  $E_{\text{екол.}}$  – екологічна ефективність,

$I_{EШ}$  – індекс екологічної шкоди.

Індекс рівня екологічної шкоди можна використати замість індексу впливу за категоріями, якщо оцінювання екологічного впливу буде здійснюватись не за методикою оцінювання життєвого циклу, а на основі даних про інвентаризовані викиди. Для цього у формулу (1.6) замість загального індексу категорій впливу підставляється індекс рівня екологічної шкоди, внаслідок чого формула набуває наступного вигляду:

$$E_{EMB} = E_{\text{екол.}} * E_{\text{екон.}} = \frac{E_{\text{екон.}}}{I_{EШ}}, \quad (1.12)$$

де  $E_{EMB}$  – ефективність екологічної модернізації виробництва,

де  $E_{\text{екол.}}$  – екологічна ефективність,

$E_{\text{екон.}}$  – економічна ефективність,

$I_{ESH}$  – індекс екологічної шкоди.

Розроблені у дисертаційній роботі методичні положення з оцінювання ефективності екологічної модернізації передбачають розрахунок синтетичного показника, який включає оцінку як економічної, так і екологічної ефективності. Використання такої методики оцінювання дозволяє реалізувати принципи концепції екологічної модернізації, адже передбачає одночасне врахування екологічного та економічного впливу від прийнятих управлінських рішень. Окрім цього, запропонований комплексний показник еколого-економічної ефективності є універсальним. Його можна легко адаптувати до інших сфер діяльності суб'єктів господарювання, він передбачає можливість вагового регулювання значимості складових оцінок ефективності та лімітування впливу кожного з факторів.

Висновки до першого розділу.

В ході дослідження встановлено недостатній рівень вивчення та розкриття поняття «екологічна модернізація виробництва», а також висвітлення взаємозв'язку між соціо-економічною концепцією екологічної модернізації та практичною екологічною трансформацією виробництва у підприємстві. Запропоновано авторський підхід до трактування екологізації виробничих процесів. У роботі наголошено на передовій ролі екологічних інновацій та новітніх розробок у модернізації промислового виробництва.

В результаті вивчення сучасних поглядів на визначення поняття «ефективність» було запропоновано виокремити три ключові сутнісні наповнення категорії «ефективність»: показник успіху, критерій прийняття рішень, показник результативності. Виявлено еволюцію семантики поняття відповідно до сучасних викликів економічної науки, зокрема встановлено тенденцію до доповнення економічних показників ефективності екологічними, розширення сфери застосування поняття еко-ефективності.

Виділено напрями трактування ефективності екологічної модернізації виробництва з позиції результативності, успішності, оціночного показника, критерію для прийняття рішень. Встановлено, що методика оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва повинна включати ідентифікацію екологічного впливу та надавати комплексну оцінку управлінським рішенням, бути орієнтованою на довгострокову перспективу та формувати критерії успішності з урахуванням цілей екологічної трансформації виробництва.

В результаті вивчення практичного досвіду було систематизовано основні групи факторів активізації екологічного осучаснення виробництва: історичні, адміністративні (примусові), адміністративні (стимуляційні), ринкові, техніко-технологічні, ініціативні. Розроблено структурно-логічну матрицю «координатне поле факторів впливу екологічної модернізації виробництва», яка дає змогу наочно зобразити напрями поширення впливу кожної групи та силу їх дії на суб'єкт господарювання залежно від розміру суб'єкта підприємства, його

автономності у процесі імплементації екологічних інновацій у виробництво. Встановлено визначальний вплив історичних та адміністративних факторів впливу на активізацію модернізаційних процесів.

Визначено основні складові екологічної модернізації виробництва, до яких віднесено технологічну, технічну, управлінську, інноваційну, економічну та екологічну. Залежно від факту впровадження нової технології виробництва виокремлено початковий, частковий (фрагментарний) та комплексний рівні проведення модернізації. Структурування процесу проведення екологічної модернізації дозволяє ідентифікувати сильні та слабкі сторони модернізації, визначити потенціал росту ефективності екологічної модернізації та спрямувати зусилля управлінців на ті ланки процесу, які цього потребують.

Узагальнено принципи екологічної модернізації виробництва, які відображають та реалізують взаємозв'язок цього економічного явища з концептуальними засадами теорії екологічної модернізації та сучасними поглядами на сутність еко-ефективності. Запропонована система принципів має стати орієнтиром для розробки стратегії екологічної модернізації виробництва суб'єктами господарювання та дозволить включити цілі сталого розвитку у стратегію інноваційного розвитку.

Розроблено методику оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва, яка дозволяє здійснити комплексний аналіз економічної та екологічної результативності нововведень з урахування довгострокових наслідків від прийнятих управлінських рішень. Адаптовано методику оцінювання життєвого циклу товару для цілей визначення рівня екологічного впливу від екологічної модернізації виробництва, запропоновано новий підхід до знаходження інтегрального показника загального екологічного впливу. Запропонований альтернативний підхід до розрахунку екологічної ефективності через знаходження індексу екологічної шкоди.

Основні результати наукових досліджень, викладених у першому розділі дисертації, опубліковано в роботах автора [15, 110, 111, 115, 135].

## РОЗДІЛ 2

ЕКОЛОГІЧНА МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЦЕМЕНТУ СУБ'ЄКТАМИ  
ПІДПРИЄМНИЦТВА В УКРАЇНІ

## 2.1. Особливості та необхідність екологізації виробництва цементу суб'єктами підприємництва

Нині пріоритетним завданням України є входження в економічний простір Європейського Союзу, запорукою якого є побудова економіки сталого розвитку. Основним принципом екологізації економічного розвитку є ефективне та ощадливе використання ресурсів. Так, у Законі України «Про основні засади державної екологічної політики на період до 2030 року» [2] зазначено, що першопричинами екологічних проблем в Україні є превалювання економічних інтересів над політичними, а також висока ресурсоємність виробництв. Енергоємність ВВП України в середньому у 2,5-3 разів вище, ніж в Польщі чи Німеччині [120, с. 89]. За даними Міжнародного енергетичного агентства [146, с. 20], що можливий вклад енергоефективної промисловості у зменшення викидів парникових газів становить 19 % .

Виробництво цементу – важлива галузь економіки країни, яка є однією із найбільш ресурсоємних галузей промисловості з високим ступенем антропогенного впливу на довкілля. Вартість теплової енергії, необхідної для виготовлення клінкеру, сягає приблизно 52-55 % від собівартості клінкеру та 40 % вартості готово портландцементу [148]. Випуск 1 т портландцементу в середньому зумовлює вивільнення 700–900 кг вуглекислого газу. На виготовлення 1 т клінкеру в українських виробників у середньому витрачається 4,5 ГДж, що в 1,2 раза більше, ніж у Польщі і в 1,6 рази більше, ніж в Німеччині [6]. Проведення екологічної модернізації є надзвичайно важливим для галузі, яка представляє

основу для будівельного комплексу країни та займає у структурі ВВП України до 3 %. За даними асоціації «Укрцемент» [144], у 2017 році виробництво цементу на душу населення досягнуло 213 кг при споживанні 222 кг, що дозволяє задовольнити внутрішній попит на основні види цементу. Окрім цього, цементна промисловість забезпечила робочі місця для понад 5,3 тис. осіб, а також є основною сировинною базою будівельного комплексу, який забезпечив роботою понад 248,1 тис. працівників [129].

Попри велике значення для економіки країни, цементна промисловість створює ряд екологічних ризиків. Негативний вплив виробництва цементу на навколишнє середовище представлений у вигляді газоподібних викидів (оксиди карбону, сірки і вуглецю тощо), значних викидів пилу (цементний і мінеральний пил, сажа) з димових труб чи інших розосереджених джерел, супутнє генерування шуму і коливань, неприємного запаху, технічної води і інших виробничих відходів. Екологічна модернізація виробництва є необхідною для цементної промисловості, адже дозволить вирішити основні вищезазначені проблеми, які гальмують розвиток виробництва цементу в Україні на сучасному інноваційному рівні. Зниження енергоємності, ощадливе використання ресурсів у сукупності зі зниженням рівня антропогенного впливу і екологізацією кінцевого продукту перетворюють виробництво цементу в одну з перспективних та конкурентоспроможних галузей економіки країни. У табл. 2.1 наведено перелік основних забруднюючих речовин, що утворюються при виробництві цементу (йдеться про повний виробничий цикл, який включає виробництво клінкеру).

Екологічна модернізація виробництва передбачає: впровадження і дотримання екологічних принципів ощадливого ресурсовикористання; безпечності, обумовленості і збалансованості функціонування виробничих систем через заміну екологічно неефективних технологій; відповідне оновлення морально застарілого обладнання; використання альтернативного палива; раціональне поводження з відходами і викидами та інше. Концепція екологічної модернізації виробництва є наслідком поширення ідеї екологічної модернізації, і

Таблиця 2.1

Обсяг викидів забруднюючих речовин при виробництві 1 т клінкеру

Речовина, од. вим.	Мокра технологія	Суха технологія
Азот, т	1,8	0,9
Технічна вода, т	1,3	0,36
Вуглекислий газ, т	0,85-0,65	0,7-0,5
Кисень, т	0,06	0,03
Діоксид сірки, кг	2,5	2,9
Оксиди азоту, кг	3,5	0,9
Пил, т	0,1	0,1

*\*створено на основі джерела [153, с.24]*

саме тому планомірно розширює і збагачує набір її принципів і установок відповідно до реалій практичного виробничого процесу.

Екологічна модернізація виробництва може бути класифікована за рівнем масштабності змін, які впроваджуються у виробництво, і залежно від цього умовно поділена так: початкова (моніторинг виробничої діяльності та часткове усунення негативних наслідків без зміни технології виробництва), часткова (фрагментарна заміна техніки і технологій на більш екологічні), а також комплексна модернізація виробничих процесів. Серед виробників цементу ступінь екологізації виробничих процесів також є неоднорідним і характеризується різною мірою перетворень і трансформацій.

Нині цементна промисловість України представлена декількома головними групами виробників цементу, які входять в Асоціацію виробників цементу «Укрцемент». Їх частка – 99,8 % у загальному обсязі виробництва галузі. Ці підприємства класифіковані Антимонопольним комітетом України [165, с. 1] як учасники ринку цементу-виробники. Це компанії ПрАТ «Кривий Ріг Цемент», ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна», група підприємств CRH Україна з торговою маркою «Cemmark» та ПрАТ «Івано-Франківськцемент». Зокрема, до складу перерахованих промислових груп входять 8 функціонуючих заводів з виробництва цементу з повним виробничим циклом. Тобто усі підприємства є споживачами клінкеру, на відміну від споживачів цементу, до яких належать виробники сухих будівельних сумішей, товарного бетону та будівельно-монтажні

організації. Останні не розглядаються як об'єкт дослідження, адже мають відмінний від виробників цементу виробничий цикл. Розглянуті у роботі підприємства є суб'єктами великого підприємництва.

Деякі виробники цементу не виготовляють на своєму обладнанні клінкер, а купують його. Зокрема, з 2012 року ТОВ «Цемент» і ПрАТ «Миколаївцемент» працюють з використанням клінкеру, виготовленого на ПАТ «Подільський цемент», а Криворізький завод забезпечує клінкером інші філії ПрАТ «Кривий Ріг Цемент». Таким чином, в Україні фактичне виробництво клінкеру здійснюється лише 5 підприємствами.

Організаційні зміни відбулись у Амвросіївській філії ПрАТ «Кривий Ріг Цемент», яка на сьогодні веде відокремлену господарську діяльність на окупованій території. Виробнича діяльність ПрАТ «Краматорський цементний завод Пушка» з 2015 року тимчасово призупинено. Заводи ТОВ «Промцемент» і ПАТ «Бахчисарайський комбінат «БУДІНДУСТРІЯ» перебувають на непідконтрольних територіях. Тому названі підприємства не включені до аналізу. У травні 2021 року до Асоціації виробників цементу України «Укрцемент» приєдналося підприємство ПрАТ «Бальцем» (колишній ПрАТ «ЄвроЦемент-Україна») [97], проте з 2017 року виробництво цементу та клінкеру на заводі також було призупинено. Оскільки підприємство планує відновлювати випуск продукції, то результати його діяльності враховано до моменту зупинки виробництва.

Екологічна модернізація виробництва цементу, яка проводиться у формі зміни технології виробництва, є ресурсомістким і тривалим процесом. Проте сучасні екологічні вимоги, а також економічні стимули поступово сприяють переходу українських виробників від традиційної мокрої технології виробництва, яка передбачає великі енергетичні затрати на просушування сировини, додаткове використання водних ресурсів, а також є чинником збільшеної емісії вуглекислого газу порівняно з більш екологічними способами виробництва цементу, до сухої. В сучасних умовах перехід до сухої технології виробництва здійснили три підприємства: Криворізький завод-філія ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»,

ПАТ «Подільський цемент» і ПрАТ «Івано-Франківськцемент». Також до модернізації виробництва і переходу на напівсухий спосіб виробництва готується керівництво ПАТ «Волинь-Цемент» (табл.2.2).

Таблиця 2.2

## Розподіл підприємств за видом технології виробництва цементу

Група підприємств	Підприємство	Технологія виробництва		
		Мокра	Суха	Інше
ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»	Філія «Волинь-Цемент»	+		
	Філія «Югцемент»	+		
ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	Криворізький завод, Кам'янський завод	+	+	
CRH Україна (Cemmark)	ПАТ «Миколаїв-цемент»			виробництво цементу з готового клінкеру ПАТ «Подільський цемент»
	ПАТ «Подільський цемент»		+	
	ТОВ «Цемент»			виробництво цементу з готового клінкеру ПАТ «Подільський цемент»
	ПрАТ «Івано-Франківськцемент»		+	
	ПрАТ «Бальцем»	+		

*\*складено автором на основі джерел [97, 152]*

Проте, окрім докорінної зміни технології виробництва, екологічна модернізація виробництва передбачає також і часткову заміну обладнання на більш енергоефективне та екологічно орієнтоване, встановлення очисних споруд, а також часткову трансформацію процесу виробництва з метою досягнення екологічних і економічних цілей. Зокрема, значні кроки у цьому напрямку зробили підприємства філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент» та «ЮгЦемент», ПрАТ «Кривий Ріг Цемент». На підприємстві «Волинь-Цемент» було встановлені електрофільтри на обертових печах, змонтовані нові фільтри у системі аспірації, сучасні рукавні фільтри на сушильному барабані та на цементних млинах, оновлено обладнання з очищення стічних вод. Новим для цементної промисловості України стало й використання на підприємстві

побутових відходів у печах для випалювання клінкеру у якості палива [92]. Запланованим є майбутнє встановлення печі для сухої технології виробництва клінкеру.

Суб'єкти підприємництва цементної галузі вже розпочали ряд модернізаційних заходів, які характеризуються різним ступенем оновлення техніки і технологій. Підприємства можна групувати за рівнем проведення екологічної модернізації виробництва (рис. 2.1).

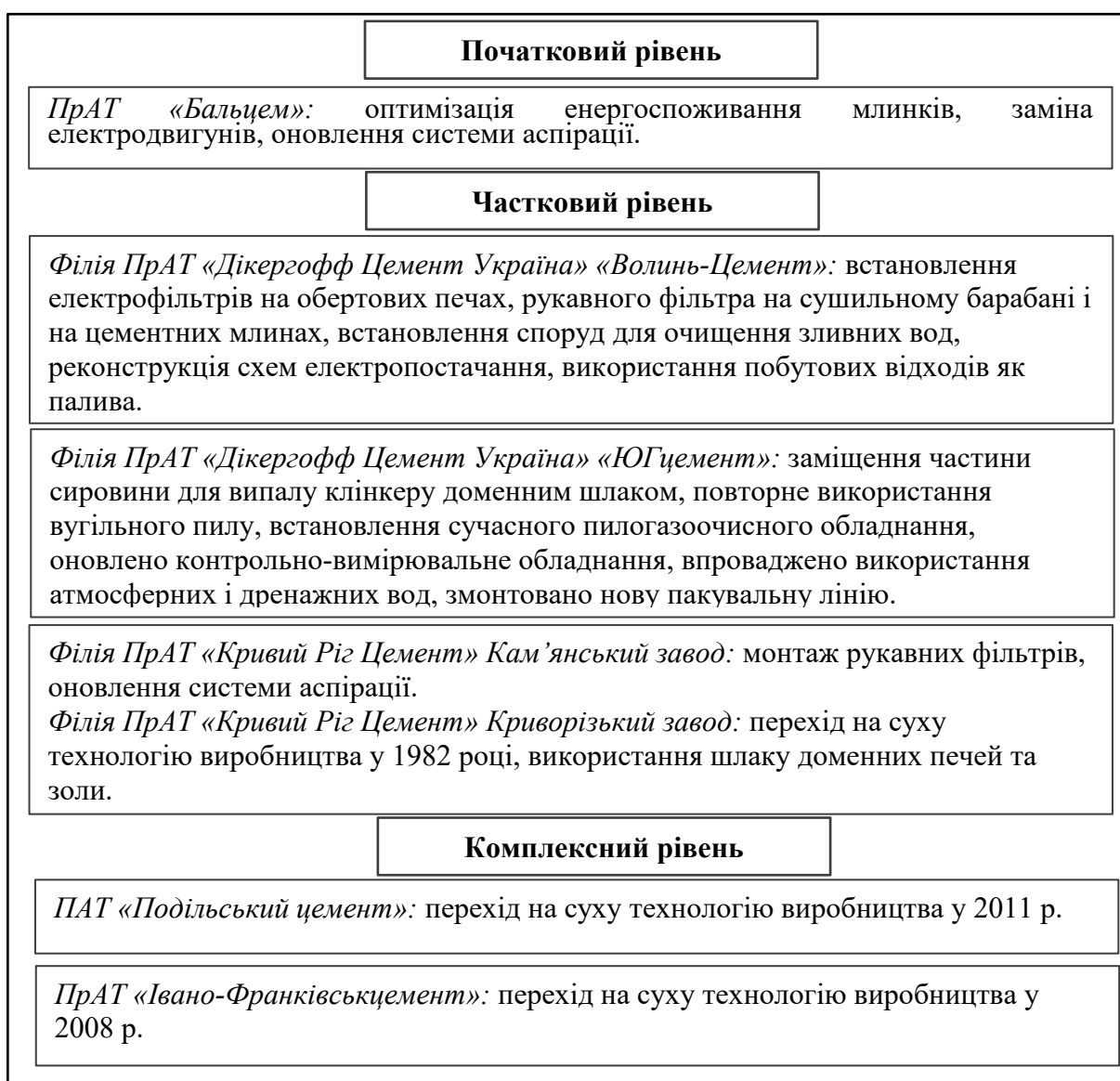


Рис. 2. 1. Рівні екологічної модернізації виробництва на підприємствах цементної галузі

\*складено автором

Однією із причин, з якої необхідно активізувати процес осучаснення виробничих процесів на цементних підприємствах, є високий ступінь зносу основних засобів. Зокрема, для деяких суб'єктів господарювання середнє значення коефіцієнту зносу у 2006-2022 рр. сягнуло рівня 0,7 (ПрАТ «Бальцем»). Для підприємств, які активно впроваджують екологічні інновації, показник перебуває в межах 0,31-0,33 (ПрАТ «Івано-Франківськцемент», ПАТ «Подільський цемент»). Середньогалузеве значення у цей період становить 0,48. Значення коефіцієнта зносу основних засобів для підприємств у 2022 р. представлено на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Коефіцієнт зносу основних засобів підприємств цементної галузі у 2022 р.

\* побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]

Значення показника по роках – додаток В.

Результати аналізу стану екологічної модернізації виробництва цементу показали, що лише три підприємства провели екологічну модернізацію виробництва на рівні радикальних змін технології виробництва. Загалом для виробників цементу характерна фрагментарність і частковість у проведенні модернізаційних заходів, а також послідовницький тип стратегії в освоєнні існуючих екологічних інновацій. Лише три суб'єкти підприємництва: ПрАТ «Івано-Франківськцемент», ПАТ «Подільський цемент» і ПрАТ «Кривий Ріг Цемент» демонструють високий технологічний рівень, що пов'язано з

переходом на суху технологію виробництва цементу. Проте заміна застарілої технології повністю не вирішує такі актуальні проблеми цементної промисловості, як значна залежність від викопного вугілля, висока енергоємність виробничих процесів, низька конкурентоспроможність суб'єктів підприємництва через високу собівартість виробництва.

Масштабність проведення розгорнутих модернізаційних заходів підприємств може бути кількісно охарактеризована через обсяг капітальних інвестицій виробників цементу. Згідно з даними про сумарні обсяги вкладень у необоротні активи, протягом 2006–2022 років найбільшу кількість коштів у техніко-технологічне оновлення було спрямовано ПрАТ «Івано-Франківськцемент» та групою підприємств у складі ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна». Третє місце зі значенням, близьким до сукупного показника двох підприємств у складі ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна», посідає головне підприємство групи CRH – ПАТ «Подільський цемент». З перелічених два виробники здійснили перехід на сучасну суху технологію виробництва (ПрАТ «Івано-Франківськцемент» та ПАТ «Подільський цемент»). Інші підприємства зі складу ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» здійснили часткову модернізацію виробництва, яка полягає у використанні доменного шлаку у якості декарбонізованої сировини для випікання клінкеру. Для підприємств, які продемонстрували нижчі обсяги інвестування у оновлення основних засобів, ключовими заходами з модернізації виробництва стали оновлення очисних споруд і обладнання, заміна млинів та системи подачі сировини до печей, перехід на використання вугілля замість газу. Деякі виробники лише оновили транспортні системи, а також підвищили рівень ефективності техніки, задіяної у кар'єрах та інше, тому відзначились меншим обсягом сумарних капітальних інвестицій (рис. 2.3).

Екологічна модернізація виробництва стала невід'ємною передумовою утримання конкурентних позицій підприємств на ринку і їх збереження, адже на сьогодні цементна промисловість України вже інтегрована у світову виробничу систему і підпорядковується міжнародним вимогам як до якості цементу, так і до

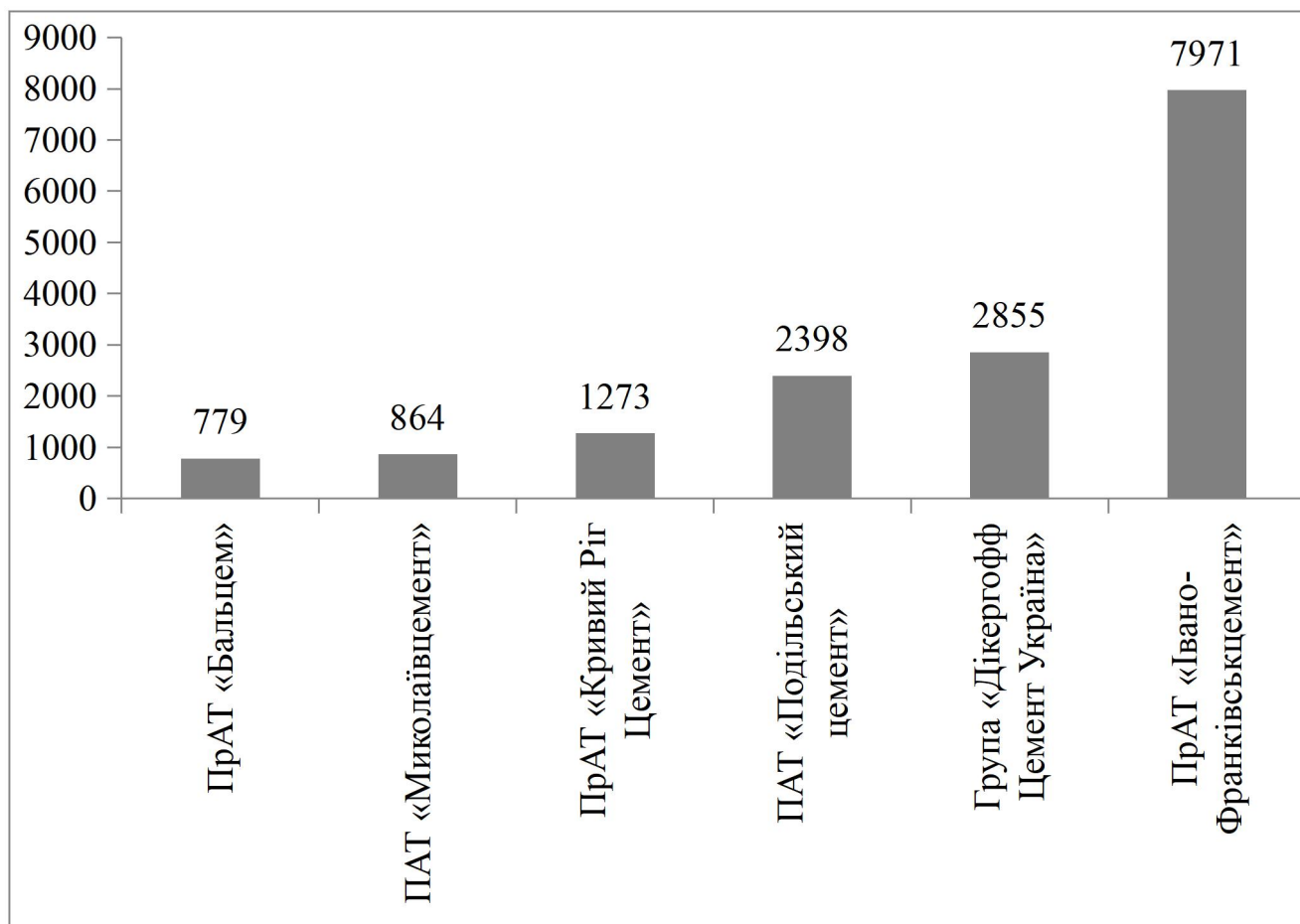


Рис. 2.3. Загальний обсяг капітальних інвестицій виробників цементу, використаних для оновлення необоротних активів у 2006–2022 рр., млн грн

*\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]*

мінімально допустимого рівня витрат. Окрім того, вихід на міжнародні ринки і перехід деяких вітчизняних підприємств у іноземну власність змінили конкурентні позиції більшості виробників цементу.

Високий рівень зносу основних засобів і нестача джерел фінансування визначили передумови до структурної перебудови галузі. Так, 1991 року у цементній промисловості налічувалось 15 виробників високоякісного портландцементу, а станом на 2024 рік їх залишилось лише 8. Рівень екологічної модернізації і далі продовжує визначати співвідношення конкурентних сил на ринку і шанси підприємства зберегти свою частку за умов кон'юнктурних коливань і нестабільності, адже впливає на формування собівартості продукції.

Насамперед варто звернути увагу на те, що вихід із фінансової кризи 2007–2008 років був не однаково результативним для виробників цементу. Виробники,

які здійснили екологічну модернізацію виробництва у формі зміни технології виробництва виявили більшу кризову стійкість. Це підприємства групи CRH та ПрАТ «Івано-Франківськцемент», які продемонстрували зростання обсягу виробництва у перші роки після кризи та перейшли на новий рівень виробництва і збуту, який в середньому у 2,5–3 рази перевищив докризовий показник. Друга група підприємств-виробників цементу, а саме: ПрАТ «Бальцем» і ПрАТ «Кривий Ріг Цемент» – відзначилась зниженням обсягів виробництва майже у двічі. Третя група виробників цементу, до якої можна віднести колишні ПАТ «Волинь-Цемент» і ПАТ «ЮГцемент», які нині входять у організаційну структуру ПрАТ «ДікергоффЦемент Україна», зберегла відносно стабільні обсяги виробництва з ознаками волатильності в межах 30 % від обсягу докризового виробництва. Надалі до 2021 року ці три групи підприємств зберегли відповідну тенденцію випуску продукції: групи CRH та ПрАТ «Івано-Франківськцемент» нарощували обсяг виробництва, ПрАТ «Бальцем» і ПрАТ «Кривий Ріг Цемент» зменшували випуск продукції, підприємства у складі ПрАТ «ДікергоффЦемент Україна» виготовляли цемент без значних коливань у обсязі випуску. Виокремлені групи, що характеризують динаміку обсягів виробництва, відповідають також і рівню капітальних інвестицій у технічне переозброєння виробництва. У 2006–2022 рр. найвищі темпи приросту обсягів виробництва цементу продемонстрували ПрАТ «Івано-Франківськцемент» (13,9 %) та підприємства групи CRH (1,12 %). Найнижчі темпи приросту виробництва характерні для підприємств другої групи: ПрАТ «Бальцем» (-35,4 %), ПрАТ «Кривий Ріг Цемент» (-6,3 %). Третя група – підприємства у складі ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – з незначними коливаннями обсягів виробництва мають середній темп приросту виробництва на рівні 1,9 %. У 2022 році виробництво цементу скоротилося вдвічі, середній темп росту для підприємств галузі у цьому році становив 50 %.

На рис. 2.4 зображено динаміку виробництва цементу компаніями.

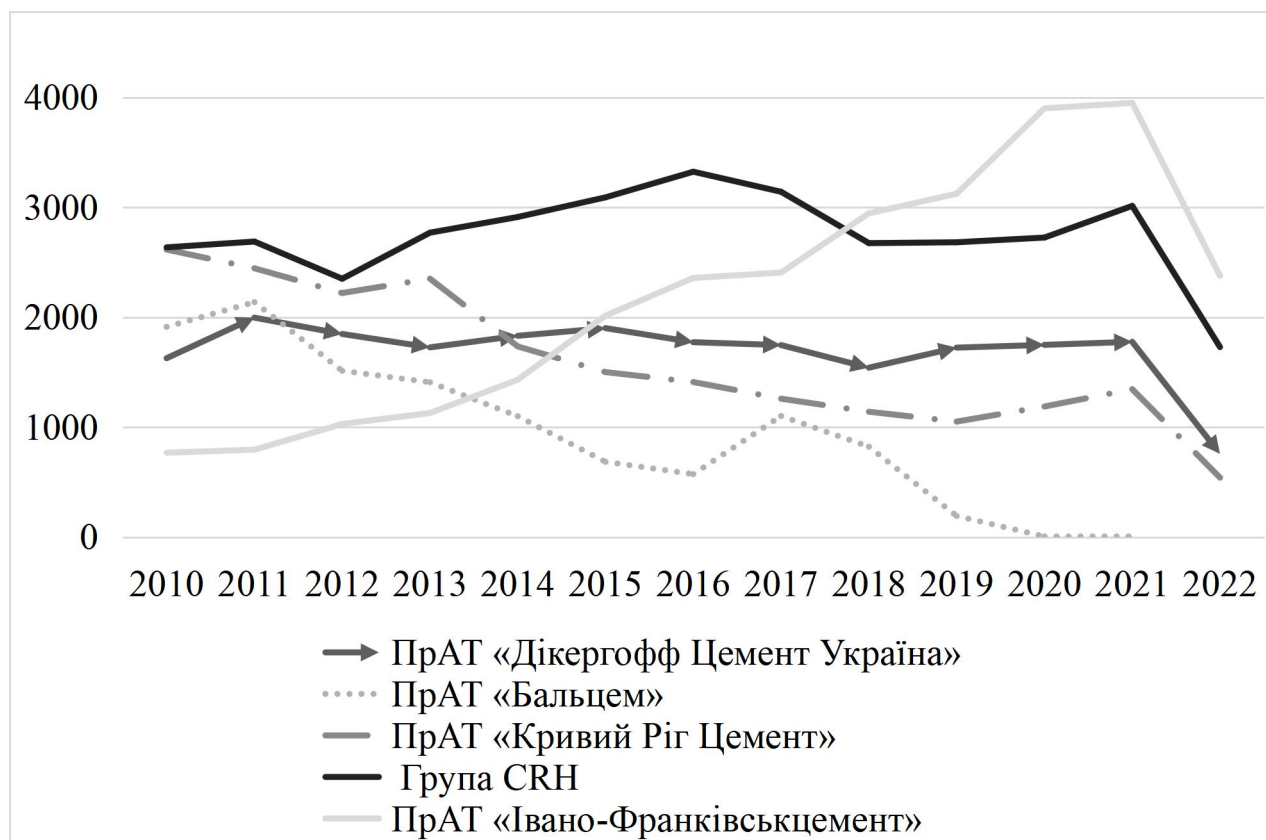


Рис. 2. 4. Динаміка обсягів виробництва цементу підприємствами у 2010–2022 рр., тис. т

*\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]*

До 2022 року розподіл часток на ринку також відбувся на користь підприємств групи CRH і ПрАТ «Івано-Франківськцемент», які значно посунули при цьому нещодавнього ринкового лідера ПрАТ «ХайдельбергЦемент Україна», нині ПрАТ «Кривий Ріг Цемент». Найбільшу частку ринку захопила група підприємств CRH – 44 %, яка представлена трьома заводами, а також ПрАТ «Івано-Франківськцемент» – 32 %, підприємство, яке теж здійснює випуск продукції на модернізованій виробничій лінії. Частки ПрАТ «Кривий Ріг Цемент» та ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» у 2022 році порівняно з попереднім роком зменшились. Можна зробити висновок, що у довгостроковій перспективі вищу конкурентостійкість можуть зберігати саме ті підприємства, які запровадили більше інновацій, зокрема і екологічних. Загалом, за висновком Антимонопольного комітету України [165], ринок цементу можна описати як висококонцентрований з наявними вхідними бар'єрами та достатньо низьким рівнем конкурентної боротьби (рис. 2.5).

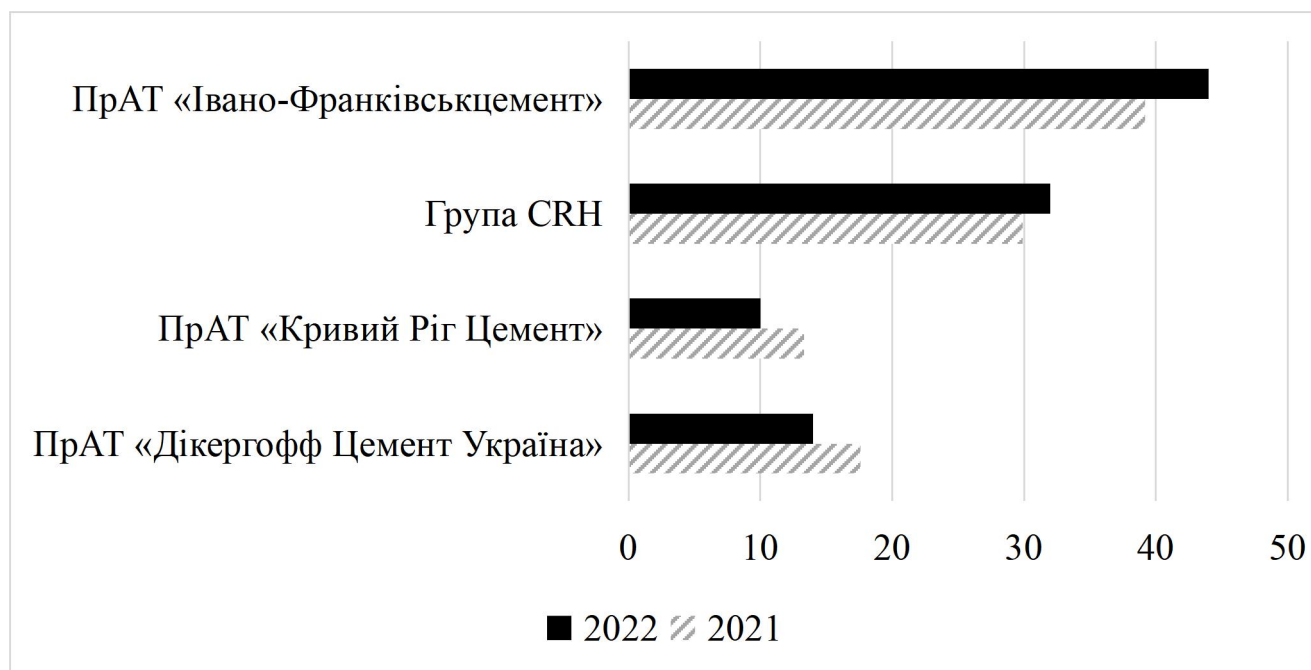


Рис. 2.5. Розподіл ринкових часток між виробниками цементу у 2021–2022 рр.

*\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]*

Найбільше зростання обсягу доходу також було продемонстровано підприємствами, які впровадили зміни безпосередньо у технологію виробництва. При середньорічному темпі приросту з 2006 по 2021 рік обсягу виробництва ПрАТ «Івано-Франківськцемент» у 13,8 %, середньорічний темп приросту обсягу доходу досяг майже 21,4 %. Для ПАТ «Подільський цемент» – головного підприємства групи CRH – ці показники були такими: 1,3 % для виробництва і 12,3 % для доходу. Значення середньорічного темпу приросту для інших підприємства за вказаний період дослідження становив приблизно від 8 % до 10 %, за винятком ПрАТ «Бальцем», для якого показник склав -33,9 % (рис. 2.6).

Різний рівень отриманого підприємствами доходу, а також пов'язана з цим зміна конкурентних позицій у посткризовому періоді може бути пояснена насамперед відмінностями у стратегіях модернізації виробництва, обраних виробниками, а також різницею у обсягах освоєних капітальних інвестицій. Підприємства, які виконали перехід від мокрої до сухої технології, досягли значної економії на енергоносіях внаслідок зниження рівня енергоспоживання. Окрім цього, значно знизився рівень шкідливого впливу на навколишнє природне

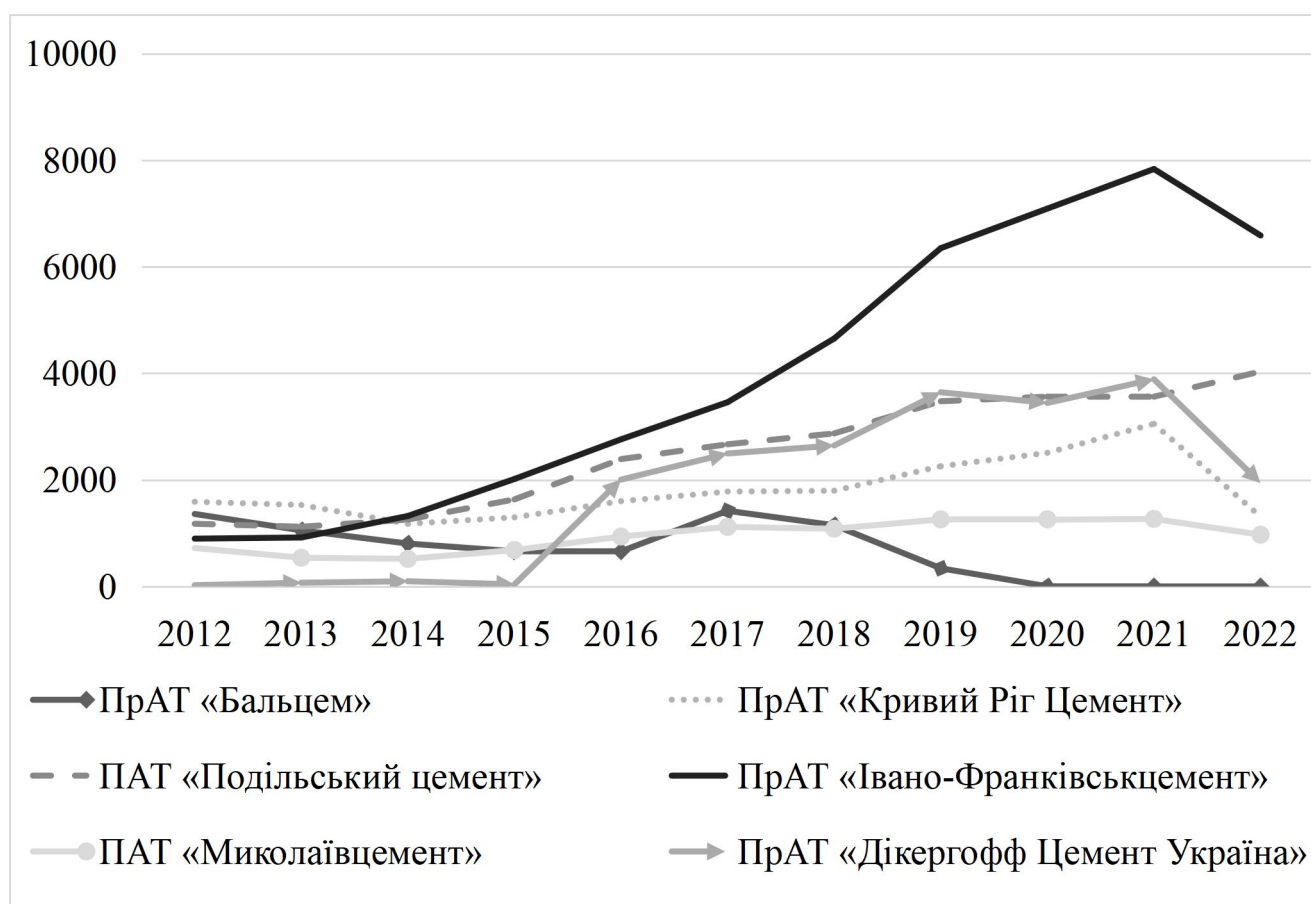


Рис. 2.6. Динаміка розміру доходу виробників цементу з 2012 по 2022 рр., млн грн

*\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]*

середовище у вигляді значного скорочення величини питомих викидів парникових газів та інших шкідливих речовин на одиницю готової продукції.

Ще однією вагомою конкурентною перевагою, отриманою в результаті проведеної підприємствами екологічної модернізації виробництва, стало уповільнення темпів зростання рівня матеріаломісткості. Залежність рівня матеріаломісткості від екологічної модернізації виробництва є закономірною і підтверджується лінійним коефіцієнтом кореляції Пірсона – між ним та обсягом загальних капітальних інвестицій, який дорівнює  $-0,9$ , вказуючи на сильну обернену залежність між двома показниками. Цементна продукція є стандартизованою і підлягає чітким вимогам, тому головні конкурентні переваги серед виробників формуються більшою мірою за рахунок економії у витратах та підвищенню ефективності ресурсо- та енергокористування. Безпосереднім

підтвердженням впливу модернізації на динаміку рівня матеріаломісткості серед виробників є приведені аналітичні розрахунки.

Для галузі характерна тенденція незначного зростання рівня матеріаломісткості – середньогалузевий темп приросту показника у 2006–2022 рр. становить 2,24 %. Впровадження сухої технології виробництва забезпечує виробникам економію паливно-енергетичних, водних, сировинних ресурсів і уповільнення темпів зростання рівня матеріаломісткості. Найменше середнє значення рівня матеріаломісткості було зафіксовано на ПрАТ «Івано-Франківськцемент» і досягло рівня 0,47. ПАТ «Подільський цемент» завдяки проведеній модернізації виробничого процесу вдалося досягти середнього показника матеріаломісткості на рівні 0,59 у 2006–2022 рр. Для інших виробників цементу середнє значення показника матеріаломісткості у 2006–2022 рр. було вищим за 0,6. Важливою характерною рисою втілення масштабних енергозберігаючих проєктів у цементній галузі стало реальне сповільнення щорічного зростання рівня матеріаломісткості у порівнянні з галузевими тенденціями. Зокрема, підприємства-лідери екологічних перетворень продемонстрували нижчі темпи середнього приросту показника у 2006–2022 рр.: ПрАТ «Івано-Франківськцемент» (0,83 %), ПАТ «Подільський цемент» (0,18 %), група підприємств ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» (0,53 %). Рис. 2.7 – динаміка рівня матеріаломісткості для виробників цементу.

Доцільність проведення екологічної модернізації виробництва цементу може бути підтверджена результатами аналізу енергоспоживання вітчизняними виробниками. Досвід ПрАТ «Івано-Франківськцемент» і ПАТ «Подільський цемент» свідчить, що середня потреба у енергії при виробництві за сухою технологією становить від 3,2 до 5,2 ГДж – при середньому рівні енергоспоживання на 1 т клінкеру 6,7 ГДж при мокрій технології. Реальна економія енергії для ПАТ «Подільський цемент» за 11 років використання сухої технології сягає майже 72 тис. ТДж енергії, а для ПрАТ «Івано-Франківськцемент» за 15 років – 43 тис. ТДж. Скорочення енергоспоживання за рахунок зміни технології виробництва для цих підприємств відповідає сумарній

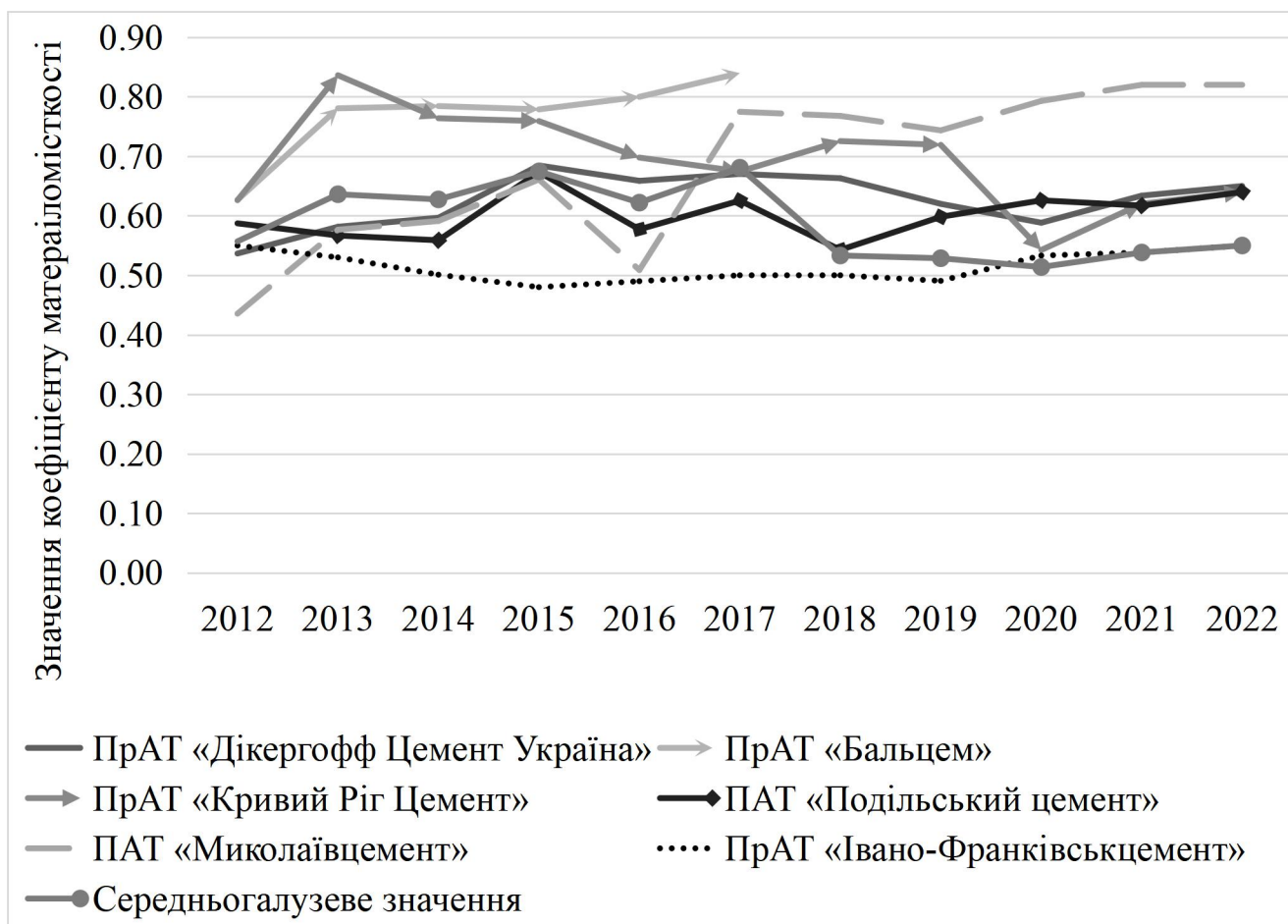


Рис. 2.7. Динаміка рівня матеріаломісткості для виробників цементу 2012–2022 рр.

*\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]*

величині спожитої енергії підприємством ПрАТ «Бальцем» за 15 років його функціонування. Динаміку споживання енергії виробниками наведено у додатку Г.

Суха технологія виробництва не передбачає такого енергоємного процесу просушування подрібненої сировини, як мокра технологія, тому викиди двоокису вуглецю є також відповідно меншими. Для підприємств, які не впровадили комплексну екологічну модернізацію виробництва, значення викидів двоокису вуглецю на 1 т цементу в середньому становить 0,65 т CO<sub>2</sub>, для підприємств, які запустили печі сухого типу виробництва цей показник варіює від 0,41 до 0,5 т CO<sub>2</sub> на 1 т виготовленого цементу.

Попри здійснення екологічної модернізації виробництва підприємствами галузі на частковому або комплексному рівні, середній темп росту викидів двоокису вуглецю, спричинений виробництвом цементу, становив 94 %. При

цьому середній темп росту випуску цементу у 2006–2022 рр. становив 92 %. Значною мірою на таку особливість вплинули сильно виражений ефект рикошету при впровадженні екологічних інновацій у лідера галузі ПрАТ «Івано-Франківськцемент», перехід виробників на вугілля як головний енергоносіє та використання твердих побутових відходів як альтернативного палива. Динаміку обсягів викидів двоокису вуглецю наведено на рис. 2.8.

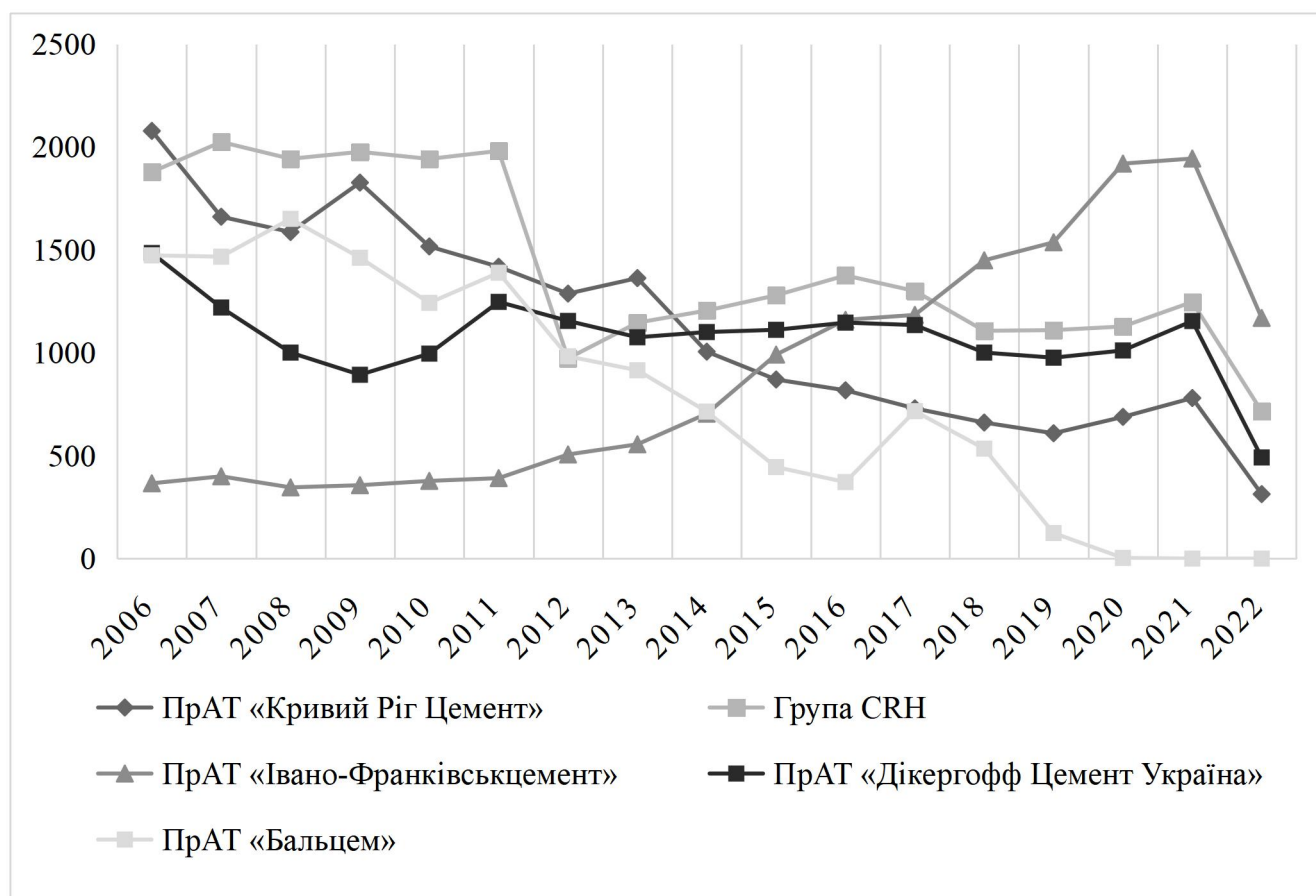


Рис. 2.8. Динаміка обсягів викидів двоокису вуглецю цементними виробниками у 2006–2022 рр., тис. т

*\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]*

Безпосереднє зниження рівня шкоди для навколишнього середовища має також і економічні наслідки для підприємств, які перейшли на суху технологію виробництва цементу. Оскільки з 2010 року підприємства зобов'язані сплачувати за викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря, то було розраховано економічний ефект від проведеної модернізації у вигляді економії від зниження рівня податкового навантаження. Отримані результати наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Економія фінансових ресурсів при сплаті екологічного податку  
виробниками у 2010–2022 рр.

Статус економії	Підприємство	Скорочення викидів CO <sub>2</sub> , тис. т		Економія при сплаті екологічного податку, тис. грн	
		Загальне	Середньорічне	Сукупна	Середньорічна
Потенційна	ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»	4964,6	292,0	13134,5	1010,3
	ПрАТ «Бальцем»	4151,6	276,8	976,4	88,8
	ПрАТ «Хайдельберг Цемент Україна»	2178,0	128,1	7058,9	543,0
Реальна	Група CRH	8396,0	493,9	3507,8	269,8
	ПрАТ «Івано-Франківськцемент»	4679,8	275,3	29310,6	2254,7

*\*розраховано автором*

У 2019 році ставка податку за викиди 1 т CO<sub>2</sub> становила 10 грн, а з 2022 року була збільшена до 30 грн за 1 т. Вітчизняні податкові норми стягнень за забруднення природного навколишнього середовища поступово наближаються до європейських, тому відтермінування проведення екологічної модернізації у часі починає вартувати все більше. Загалом за період сплати податку на викиди двоокису вуглецю підприємствам групи CRH та ПрАТ «Івано-Франківськцемент» вдалось зекономити приблизно 3 млн грн лише при сплаті податку за викиди двоокису вуглецю у атмосферне повітря. Інші види забруднень також обкладаються податками. Тобто загальна економія є набагато більшою. Для решти підприємств невикористаний потенціал економії від сплати цього виду податку становить майже 11 млн грн.

Окрім переваг, які виникають внаслідок використання більш ефективних технологій і зумовлюють зниження операційних витрат, економію на сплаті екологічних податків та зборів, а також знижують рівень матеріаломісткості, вплив екологічної модернізації на конкурентну позицію підприємства необхідно розглядати всебічно. Оскільки проведення модернізації потребує залучення значних фінансових ресурсів, необхідно оцінити також і фінансове становище

підприємств у результаті реалізації подібних проєктів. Для отримання комплексного уявлення про рівень конкурентоспроможності виробників цементу було прийнято за доцільне використати методику, що дозволить оцінити не лише ефективність виробництва і ринкову частку підприємств, а й фінансову та збутову складову діяльності підприємств. З огляду на поставлену мету за практичний інструментарій було обрано методику, засновану на теорії конкурентних переваг, що включає в себе оцінку чотирьох аспектів діяльності підприємства: виробничого, фінансового, збутового і маркетингового. Для отримання кінцевого рейтингового показника для кожного підприємства спочатку були обраховані окремі показники, які входять до кожного з чотирьох блоків. Отримані значення було порівняно із загальногалузевими, деякі фінансові показники було порівняно з рекомендованими значеннями. Як наслідок, кожному показнику було присвоєно відповідне бальне значення, яке дозволило уніфікувати різні одиниці виміру і абсолютні значення показників. Бальні значення показників надалі було зважено на величину їх значимості для діяльності підприємства, що дозволило отримати єдину оцінку для кожної з чотирьох груп показників. Результати розрахунків наведено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Результати оцінювання конкурентної позиції цементних підприємств України на основі методики, заснованої на теорії конкурентних переваг, бали

Група показників	ПАТ «Миколаїв-цемент»	ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»	ПАТ «Подільський цемент»	ПрАТ «Івано-Франківськ-цемент»
Ефективність виробничої діяльності	11,0	8,9	8,0	11,6	13,6
Фінансовий стан підприємства	7,6	7,9	9,4	5,0	6,5
Ефективність організації збуту і просування товару	5,1	7,6	8,3	12,3	15,2

Продовж. табл. 2.4

Конкурентоспроможності товару	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5
Рівень конкурентоспроможності підприємства	5,3	5,7	6,3	6,5	7,9

*\*розраховано автором на основі джерел [149-151, 156-160]*

Перевага методики полягає у можливості встановлення сильних сторін підприємства, окрім виключного визначення усередненої конкурентної позиції підприємств.

На рис. 2.9 зображено середню оцінку рівня конкурентоспроможності виробників цементу за групами показників.



Рис. 2.9. Оцінка рівня конкурентоспроможності виробників цементу, бал

*\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]*

Проведені розрахунки продемонстрували, що підприємства з найбільш високим ступенем оновлення технологічних процесів, а саме: ПАТ «Подільський цемент» і ПрАТ «Івано-Франківськцемент» до своїх сильних сторін можуть віднести ефективність виробничої та збутової діяльності. Ці підприємства мають одні з найвищих показників рентабельності продажів і завантаження виробничих потужностей. Проте критерії фінансового стану є нижчими, ніж у конкурентів, що зумовлено значними капіталовкладеннями у виробництво та зростанням частки позикових коштів у структурі пасиву. Інша група підприємств – ПрАТ «ХайдельбергЦемент Україна» та ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – відзначились достатньо високим значенням ефективності виробничої діяльності та кращим рівнем фінансової стійкості підприємств: за середнього рівня витрат на виробництво одиниці продукції та менших обсягів амортизаційних відрахувань підприємства продемонстрували середній рівень продуктивності праці і рентабельності товару. Для цієї групи підприємств характерна стадія освоєння переваг, згенерованих попереднім періодом капітального інвестування (характерно для ПрАТ «ХайдельбергЦемент Україна»), а також результативність часткової модернізації за нижчих капітальних витрат (характерно для ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»). Також варто зазначити, що на кінцевому етапі циклу техніко-технологічного оновлення, який для підприємств цементної галузі дорівнює 40 рокам – це максимальний термін експлуатації печі обжигу клінкеру, усереднена результативність діяльності підприємства, яке провело комплексну модернізацію, наближається до показників підприємства, яке здійснило ряд часткових оновлень. Це можна спостерігати на прикладі підприємств ПрАТ «ХайдельбергЦемент Україна» та ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна», які, попри різні рівні модернізації, вийшли на один рівень конкурентоспроможності. До умовної третьої групи підприємств віднесено ПАТ «Миколаївцемент». Це підприємство належить до промислової групи CRH та за усіма групами показників демонструє середні значення оцінок попри відсутність суттєвих модернізаційних процесів, пов'язаних із виробництвом. Такий рівень результативності зумовлений використанням сировини,

виготовленої на ПАТ «Подільський цемент» за сухою технологією. Завдяки організаційній та виробничій кооперації підприємство уникло масштабних капіталовкладень у період несприятливого економічного стану всередині країни, зберегло свою ринкову позицію та демонструвало задовільні показники фінансової та виробничої ефективності. Слабкою стороною цього підприємства є незавантаження своїх виробничих потужностей, залежність від привізної сировини та акумулювання значної кількості виробничих запасів, що збільшує період обороту оборотного капіталу.

Загалом результати рейтингового оцінювання відповідають попереднім висновкам, сформованим на основі аналізу окремих показників діяльності підприємств. Комплексна оцінка, що включає в себе аналіз виробничої діяльності, фінансове забезпечення підприємства, ефективність збуту і позицію товару по відношенню до конкурентів за якісно-ціновими показниками, демонструє лідерство у галузі тих виробників, які мають вищий рівень технічної і технологічної модернізації виробництва. Лідерство у рейтингу конкурентоспроможності належить підприємству ПрАТ «Івано-Франківськцемент» (7,9 бала) і ПАТ «Подільський цемент» (6,5 бала) (рис. 2.10).

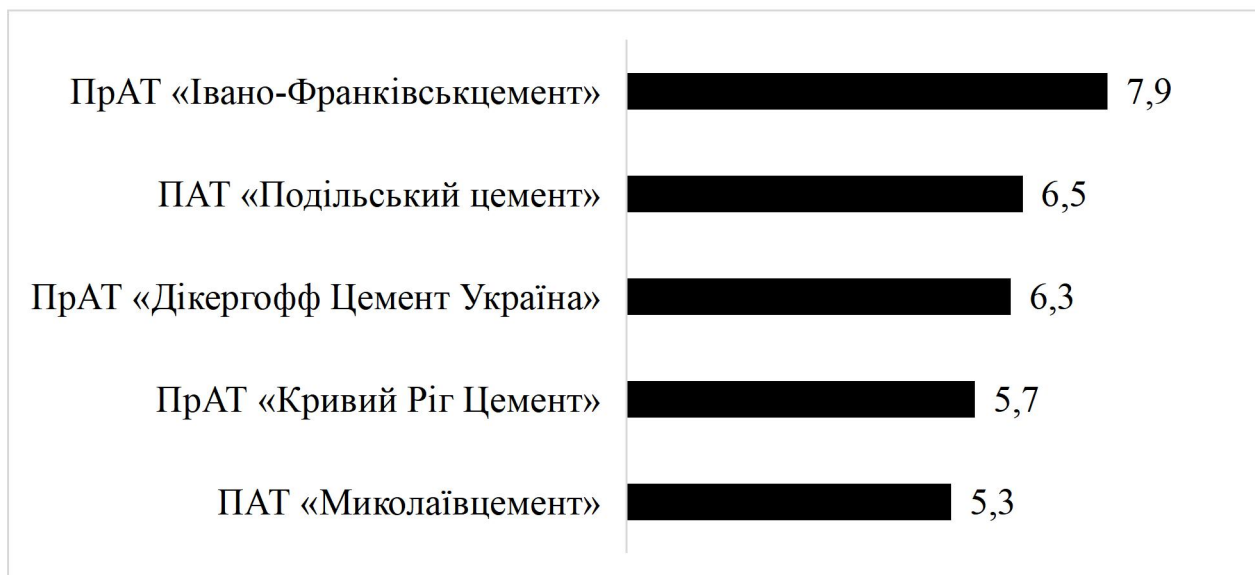


Рис. 2.10. Рейтинг рівня конкурентоспроможності підприємств цементної галузі, бал

*\*складено автором*

Лінійний коефіцієнт кореляції Пірсона між обсягом інвестицій у оновлення необоротних активів підприємств галузі та їх рівнем конкурентоспроможності складає 0,76 та свідчить про сильний прямий зв'язок між інвестиціями у модернізацію виробництва та досягнутими економічними перевагами серед виробників цементу.

Проведений аналіз сучасного стану екологічної модернізації виробництва суб'єктами підприємництва цементної промисловості підтверджує вплив впроваджених екологічних інновацій на рівень конкурентоспроможності суб'єктів підприємництва і доводить практичну необхідність подальшого проведення екологічної модернізації виробництва цементу для укріплення позицій підприємств на вітчизняному і міжнародному ринках.

## 2.2. Ефективність екологічної модернізації виробництва цементних підприємств

Основним показником, який дозволить всебічно оцінити результативність екологізації виробництва на промислових підприємствах, є показник комплексної еколого-економічної ефективності. Деталізований аналіз ефективності екологічної модернізації виробництва суб'єктів підприємництва цементної галузі було здійснено на матеріалах таких підприємств: ПрАТ «Івано-Франківськцемент», ПАТ «Подільський цемент», Криворізький завод ПАТ «Кривий Ріг Цемент», філія ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «ЮГцемент». Обрані підприємства здійснили модернізацію на частковому або комплексному рівні та відображають основні тенденції екологізації виробничого процесу, притаманні цементній галузі України.

Першим підприємством, яке розпочало комплексну екологічну модернізацію виробництва та є лідером галузі з позиції впровадження сучасних екологічно орієнтованих інновацій у виробництво є ПрАТ «Івано-Франківськцемент». До моменту переходу на сухий тип виробництва підприємство використовувало 3 печі мокрого типу, які сумарно забезпечували річний випуск 450 тис. т клінкеру. Проведена екологічна модернізація виробництва на ПрАТ «Івано-Франківськцемент» дозволила збільшити обсяг виробництва цементу з 0,5 млн т на рік до 3,4 млн цементу на рік. Головними екологічними вигодами від проведення модернізації стали економія приблизно 580 млн т вугілля, 20 млн кубометрів газу та 120 млн т торфу щорічно. Прогнозована економія енергії становить приблизно 13000 МВт у рік. Плановий середньорічний показник скорочення викидів двоокису вуглецю дорівнював 3 млн т [58].

Комплексна модернізація виробничого процесу на підприємстві ПрАТ «Івано-Франківськцемент» проходила у три етапи [1]:

1. Модернізація першої лінії цементного виробництва у 2008 році;

2. Завершення процесу модернізації другої лінії цементного виробництва у 2014 році;

3. Запуск останньої, третьої виробничої лінії у 2018 році.

Перший етап модернізації виробництва на ПрАТ «Івано-Франківськцемент» являв собою сценарій часткового переходу від мокрої технології виробництва до сухої, за якого одна піч із трьох функціонуючих буде замінена на нову. Також однією із цілей модернізації була зміна структури енергобалансу виробництва через скорочення обсягу споживання природного газу, а також збільшення обсягу використання твердих побутових відходів та відходів від деревообробної промисловості. Окрім цього, економію паливно-енергетичних ресурсів було досягнуто завдяки повторному використанню пічних газів на стадії просушки сировини та прекальцинації. Проект модернізації передбачав заміну печей, систем подачі палива, охолоджувальних установок, млинів, сушильних установок, а також сховищ.

Оскільки суха технологія виробництва не передбачає такого енергоємного процесу просушування подрібненої сировини, як мокра технологія, то й викиди двоокису вуглецю є також відповідно меншими. Для підприємств, які не впровадили комплексну екологічну модернізацію виробництва, значення викидів двоокису вуглецю на 1 т цементу в середньому становить 0,65 т  $\text{CO}_2$ ; для підприємств, які запустили печі сухого типу виробництва даний показник варіює від 0,41 до 0,5 т  $\text{CO}_2$  на 1 т виготовленого цементу. Також заміна мокрої технології виробництва на суху дозволяє суттєво скоротити й інші види шкідливих викидів.

Згідно з дизайном проекту [46], очікуваними перевагами від реалізації першого етапу модернізації були:

- щорічна економія 13 000 МВт електроенергії ;
- щорічна економія натурального газу у середньому обсязі 21 млн  $\text{m}^3$ ;
- збільшення виробничої потужності на 60 %;
- скорочення споживання вугілля на 90 тис. т щорічно;
- середньорічне скорочення обсягу викидів  $\text{CO}_2$  – 3млн т;
- скорочення середнього значення енергоспоживання на 50 %.

На першому етапі через Українську програму підвищення енергоефективності UKEEP підприємству вдалося залучити 87 млн доларів США (432 млн грн) [91].

Для аналізу ефективності проведення екологічної модернізації цементного виробництва на ПрАТ «Івано-Франківськцемент» було використано запропоновану у дисертації методику з оцінювання ефективності проведення екологічної модернізації виробництва. Для оцінювання ефективності екологічної складової, яка входить до складу комплексного показника ефективності використано програмне середовище Open LCA. Цей програмний продукт вміщує великі бази даних, які описують вплив на навколишнє середовище кожного окремого виробничого процесу. Також цей програмний продукт допомагає побудувати модель виробництва, врахувавши усі вхідні потоки, а також отримавши програмну аналітику усіх можливих вихідних потоків, які й будуть визначати вплив виробництва та міру його інтеграції у екологічну систему.

Перевагою використання програмних методів дослідження є комплексність обробки великих масивів даних. Для прикладу: у нашому випадку Open LCA при аналізі екологічного впливу вхідних виробничих потоків використовує наявні бази даних з фактичним впливом кожного з потоків на екосистему з урахуванням регіональних особливостей виробництва, технології виробництва і т. д. Тобто вхідний у виробництво потік оцінюється як готовий продукт, на який вже затрачено природні ресурси до моменту його потрапляння до досліджуваної виробничої системи. Програма автоматично пропонує стандартних постачальників ресурсів, або ж користувач може вручну запрограмувати попередній шлях виробництва та транспортування вхідного ресурсу.

Для порівняння рівня екологічності виробництва за умов використання сухої та мокрої технології виробництва нами було узяті базовий рівень виробництва клінкеру ПрАТ «Івано-Франківськцемент», а саме 456 960 т клінкеру, який відповідає середньому обсягу виробництва трьох мокрих печей. Такий рівень виробництва був базовим при розробці технічної документації проєкту модернізації та обґрунтуванні економічної доцільності проєкту спільного

впровадження на ПрАТ «Івано-Франківськцемент». У табл. 2.5 наведено вхідні і вихідні матеріальні потоки для базового обсягу випуску 456 960 т клінкеру для мокрої та сухої технології.

Таблиця 2.5

Вхідні виробничі потоки при мокрій та сухій технології виробництва при базовому обсязі виробництва

№ з/п	Вхідні виробничі потоки	Мокра технологія	Суша технологія
1	Вугілля, т	77363	85538
2	Вода, т	594048	164506
3	Газ, МДж	34887929	33867025
4	Електроенергія, МВт-год	3915	58787
5	ДСП, відходи деревообробної промисловості, м <sup>3</sup>	127340	97658
6	Шини, т	191848	147121
7	Відпрацьоване мастило, т	4132	28839
8	Торф, МДж	58849000	45131000

*\*складено на основі джерела [45]*

Оцінювання життєвого циклу виготовленого клінкеру було здійснено на основі методу EDIP 2003. Загалом можна використовувати будь-які методи для оцінки життєвого циклу продукту відповідно до поставлених цілей дослідження. Обрана методика передбачає оцінювання впливу з позиції цілого ряду категорій впливу, серед яких такі: окислення, водна евтрофікація (P), водна евтрофікація (N), будівельне сміття, хронічна екотоксичність ґрунту, гостра екотоксичність води, хронічна екотоксичність води, глобальне потепління, небезпечні відходи, токсичність повітря для людини, токсичність ґрунту для людини, токсичність води для людини, руйнування озонового шару, утворення озону (людина), утворення озону (рослинність), радіоактивне сміття, ресурси, шлаки/зола, наземна евтрофікація (категорії впливу можуть варіюватись в залежності від року модифікації методики).

Після побудови виробничої моделі було проведено оцінювання екологічного впливу на навколишнє природне середовище ПрАТ «Івано-Франківськцемент» під час виробництва клінкеру за умов використання мокрої

технології виробництва для базового обсягу клінкеру (456 960 т). Отримані результати наведено у табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Категорії впливу на екосистему при використанні мокрої технології виробництва клінкеру на ПрАТ «Івано-Франківськцемент»

Категорія впливу	Одиниці вимірювання	Значення	Нормалізоване значення, ум. од.
Окислення	тис.м	67101	170437
Водна евтрофікація (N)	т N	267	32070
Водна евтрофікація (P)	т P	160	570306
Будівельне сміття	млн т	207,6	153875
Хронічна екотоксичність ґрунту	тис.м <sup>3</sup>	66472,9	911
Гостра екотоксичність води	млн м <sup>3</sup>	53579	80369
Хронічна екотоксичність води	млн м <sup>3</sup>	378611,7	103361
Глобальне потепління	т CO <sub>2</sub> екв.	838796	108205
Небезпечні відходи	т	14567,5	703613
Токсичність повітря для людини	млн осіб	52650384,9	111092
Токсичність ґрунту для людини	тис.	14227,7	17642
Токсичність води для людини	млн м <sup>3</sup>	11901	252305
Руйнування озонового шару	кг CFC11 екв.	125	6079
Утворення озону (Людина)	особа /ppm.h	397335	139862
Утворення озону (Рослинність)	млн м <sup>2</sup> /ppm.h	5715,7	96024
Радіоактивне сміття	т	17,5	109708
Ресурси (Усі)	PR2004	965292	1177656
Шлаки/зола	т	131	376
Наземна евтрофікація	млн м <sup>2</sup>	65,8	48104
Разом	-	-	3881995

\* розраховано автором

Результати оцінювання за методом EDIP демонструють, що найбільший негативний вплив виробництва клінкеру мокрою технологією здійснюється в межах категорії токсичність повітря для людини, хронічна екотоксичність води та токсичність води для людини. Найменшим є вплив за категоріями руйнування озонового шару та радіоактивне сміття. Для формування повного уявлення про загальний рівень впливу виробництва зазначеного обсягу клінкеру з

використанням мокрої технології було використано нормалізовані значення категорій впливу, а також сумарне значення останніх. Сумарна величина нормалізованих значень категорій впливу становить 3881955 ум. од. Як база для нормалізації значень по категоріям впливу в межах методики EDIP використовуються середні обсяги викидів в межах кожної з категорій, що генерує одна людина протягом року.

Аналогічні розрахунки було проведено для аналізу екологічного впливу від виробництва цієї ж кількості клінкеру (456 960 т) на підприємстві, проте сухим способом. Результати наведено у табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Категорії впливу на екосистему при використанні сухої технології  
виробництва клінкеру на ПрАТ «Івано-Франківськцемент»

Категорія впливу	Од. вимірюван- ня	Значення	Нормалізова- не значення, ум. од.
Окислення	тис.м	53282,8	135338
Водна евтрофікація (N)	т N	135,5	16261
Будівельне сміття	т Р	170,5	126347
Хронічна екотоксичність ґрунту	млн т	53693	736
Гостра екотоксичність води	тис.м <sup>3</sup>	49462,5	74194
Хронічна екотоксичність води	млн м <sup>3</sup>	346032	94467
Глобальне потепління	млн м <sup>3</sup>	692867,8	89380
Небезпечні відходи	т CO <sub>2</sub> екв.	11199	540943
Токсичність повітря для людини	т	40623417	85715
Токсичність ґрунту для людини	млн осіб	113598	14086
Токсичність води для людини	тис.	10838,8	229784
Руйнування озонового шару	млн м <sup>3</sup>	97	4742
Утворення озону (Людина)	кг CFC11 екв.	213285	75076
Утворення озону (Рослинність)	особа /ppm.h	3005,3	50490
Радіоактивне сміття	млн м <sup>2</sup> /ppm.h	16,1	100653
Ресурси (Усі)	т	742326	905638
Шлаки/зола	PR2004	102,7	294
Наземна евтрофікація	т	30,7	22408
Разом	млн м <sup>2</sup>	-	3144488

\* розраховано автором

Отриманні результати оцінювання життєвого циклу виробленого клінкеру за сухою технологією також демонструють, що за категоріями токсичність повітря для людини та хронічна екотоксичність води збережено найбільший негативний вплив на екосистему, проте сила впливу є меншою. Сумарний показник нормалізованих значень категорій впливу для сухої технології при базовому обсязі виробництва становить 3144488 ум. од.

При порівнянні сумарних показників нормалізованих значень категорій впливу для мокрої та сухої технологій при базовому обсязі виробництва було встановлено, що виробництво 1 т клінкеру при використанні сухої технології виробництва зменшує екологічний вплив, оцінений з позиції життєвого циклу продукту, на 19 %.

Хоча суха технологія в цілому є менш агресивною з точки зору навантаження на навколишнє природне середовище, та при вивченні її впливу за різними категоріями було встановлено, що за окремими напрямками використання сухої технології за інших рівних умов є більш шкідливою для екології, ніж мокра. Тобто спостерігається різновекторність ефекту від переходу на суху технологію, що властиве для будь-якої нової технології.

Це підтверджує тезу про неоднозначність переваг від екологічних інновацій та необхідність комплексної оцінки можливих наслідків від їх впровадження. Тому, щоб всебічно оцінити екологічну ефективність від переходу на суху технологію, було розраховано індекси категорій впливу, які характеризують співвідношення значень категорій впливу за умов переходу на суху технологію виробництва, а також знайдено середнє геометричне значення отриманих індексів як узагальнюючий показник екологічної ефективності від переходу на нову технологію. Такий показник, на відміну від сумарного показника нормалізованих значень категорій впливу та похідних відносних показників, коригує отриманий позитивний результат від інновації у разі появи нових негативних видів впливу на екосистему від впровадження екологічних інновацій.

Значення розрахованих індексів категорій впливу наведено у табл. 2.8.

Таблиця 2.8

Індекси впливу за категоріями на екосистему для  
ПрАТ «Івано-Франківськцемент»

№ з/п	Категорія впливу	Значення
1	Окислення	0,79
2	Водна евтрофікація (N)	0,51
3	Водна евтрофікація (P)	1,01
4	Будівельне сміття	0,82
5	Хронічна екотоксичність ґрунту	0,81
6	Гостра екотоксичність води	0,92
7	Хронічна екотоксичність води	0,91
8	Глобальне потепління	0,83
9	Небезпечні відходи	0,77
10	Токсичність повітря для людини	0,77
11	Токсичність ґрунту для людини	0,80
12	Токсичність води для людини	0,91
13	Руйнування озонового шару	0,78
14	Утворення озону (Людина)	0,54
15	Утворення озону (Рослинність)	0,53
16	Радіоактивне сміття	0,92
17	Ресурси (Усі)	0,77
18	Шлаки/зола	0,78
19	Наземна евтрофікація	0,47
	Загальний індекс	0,75

*\* розраховано автором*

Загальний індекс категорій впливу, який розраховується як середнє геометричне усіх індексів категорій впливу, дорівнює 0,75. Тобто виробництво клінкеру на підприємстві за сухою технологією чинить негативний вплив на навколишнє природне середовище на рівні 75 % від рівня впливу виробництва за умов використання мокрої технології. Коефіцієнт 0,75 може бути використаний як компонент загальної ефективності екологічної модернізації виробництва на ПрАТ «Івано-Франківськцемент», який характеризуватиме екологічний ефект від реалізації проєкту.

Отримані індекси категорій впливу за усіма категоріями, окрім категорії «водна евтрофікація», є меншими за 1, що свідчить про загальне зменшення негативного екологічного впливу після проведеної модернізації виробництва .

Проте наявність категорії, за якою відмічено незначне зростання екологічного впливу, у даному випадку це категорія «водна евтрофікація», свідчить про те, що будь-яке екологічне рішення не є універсальним та беззаперечно позитивним. Саме тому питання екологічної модернізації виробництва потребує комплексного вивчення та аналізу (рис. 2.11).

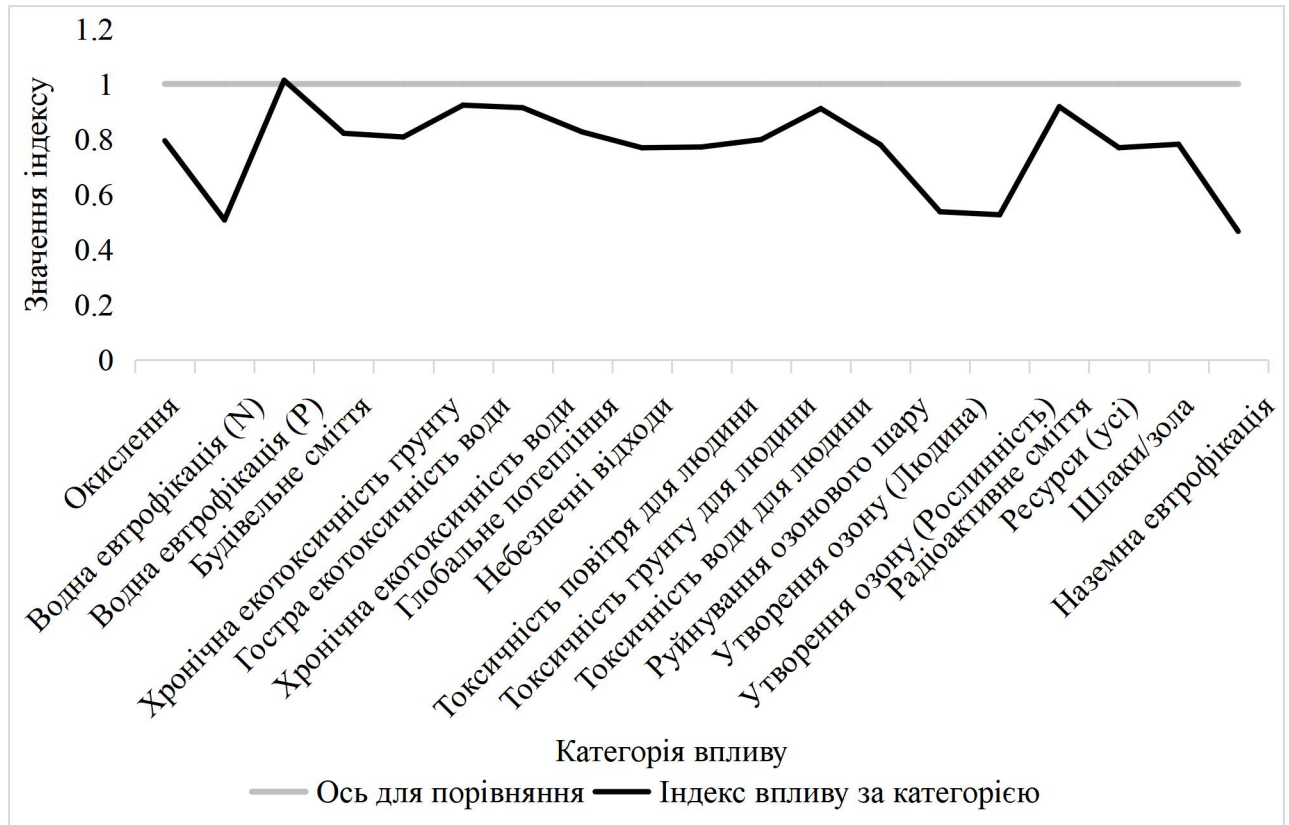


Рис. 2.11. Індекси впливу за категоріями на екосистему при переході ПрАТ «Івано-Франківськцемент» з мокрої технології виробництва на суху  
\*побудовано автором

Дослідження засвідчило, що здійснення екологічної модернізації виробництва призводить не лише до поліпшення екологічних параметрів виробництва, а й до збільшення обсягів виробництва. Як вже було зазначено раніше, введення в експлуатацію першої печі сухого типу призвело до збільшення виробничої потужності на 500 тис. т клінкеру в рік (з 450 до 950 тис. т). Тобто при зменшенні відносного тиску на екосистему при випуску 1 т клінкеру сухим способом, замість мокрого, фактичне абсолютне екологічне навантаження в процесі нарощення обсягу випуску продукції зростало. Розглянемо фактичне навантаження на екосистему від виробництва продукції за сухою технологією

виробництва вже після проведення першого етапу модернізації для обсягу виробництва 686034 т клінкеру в рік (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Категорії впливу на екосистему при використанні сухої технології виробництва клінкеру на ПрАТ «Івано-Франківськцемент», 2 етап модернізації

Категорія впливу	Одиниці вимірювання	Значення	Нормалізоване значення, ум. од.
Окислення	тис.м	79989	203173
Водна евтрофікація (N)	т N	203	24412
Водна евтрофікація (P)	т P	244	867656
Будівельне сміття	млн т	255,9	189684
Хронічна екотоксичність ґрунту	тис.м <sup>3</sup>	80610	1104
Гостра екотоксичність води	млн м <sup>3</sup>	74258	111387
Хронічна екотоксичність води	млн м <sup>3</sup>	519499	141823
Глобальне потепління	т CO <sub>2</sub> екв.	1040203	134186
Небезпечні відходи	т	16781	810544
Токсичність повітря для людини	млн осіб	60988001	128685
Токсичність ґрунту для людини	тис.	170545	21148
Токсичність води для людини	млн м <sup>3</sup>	162724	344975
Руйнування озонового шару	кг CFC11 екв.	146	7119
Утворення озону (Людина)	особа /ppm.h	320201	112711
Утворення озону (Рослинність)	млн м <sup>2</sup> /ppm.h	45112	75800
Радіоактивне сміття	т	24,2	151111
Ресурси (Усі)	PR2004	1114455	1359636
Шлаки/зола	т	154,2	441
Наземна евтрофікація	млн м <sup>2</sup>	46,1	33641
Разом	-	-	4719235

\* розраховано автором

Сумарний показник нормалізованих значень категорій впливу для середньорічного обсягу виробництва 686034 т клінкеру в рік за умови використання сухої технології виробництва становить 4719235 ум. од. шкідливих викидів. Для порівняння даний показник для мокрої технології при базовому обсязі випуску клінкеру складає 3881 тис. ум. од. шкідливих викидів. Таким чином, можна спостерігати зростання рівня абсолютної екологічної шкоди навіть

за умови виробництва продукції з використанням ефективнішої та ресурсоощадливішої технології.

Порівняємо міру впливу впровадження нової технології у виробництво цементу на зниження відносного екологічного навантаження при випуску 1 т клінкеру та викликаний перевагами нової технології виробництва додатковий негативний вплив на навколишнє середовище від подальшого збільшення середньорічного обсягу випуску продукції.

Скорочення рівня екологічного тиску від виробництва 1 т клінкеру в середньому на 20% зумовило зростання середньорічного обсягу виробництва в середньому на кожному з етапів модернізації (рис. 2.12). На першому етапі модернізації середньорічний обсяг виробництва зріс у 1,5 раза, на другому – 4,94 раза, на третьому – 7,42. Тобто при зниженні рівня відносної екологічної шкоди при виробництві одиниці продукції загальний вплив на екологічну систему зростає внаслідок нарощення обсягу виробництва. Так, сукупний екологічний вплив від виробництва клінкеру при використанні сухої технології виробництва у період першого етапу модернізації зріс в середньому на 22 % порівняно з сукупним екологічним впливом від виробництва меншого обсягу клінкеру на ПрАТ «Івано-Франківськцемент», проте за використання більш енерговитратної мокрої технології. На етапі другого етапу модернізації сукупний екологічний вплив порівняно з базовим зріс у 4 рази, а на третьому етапі – у 6 разів.

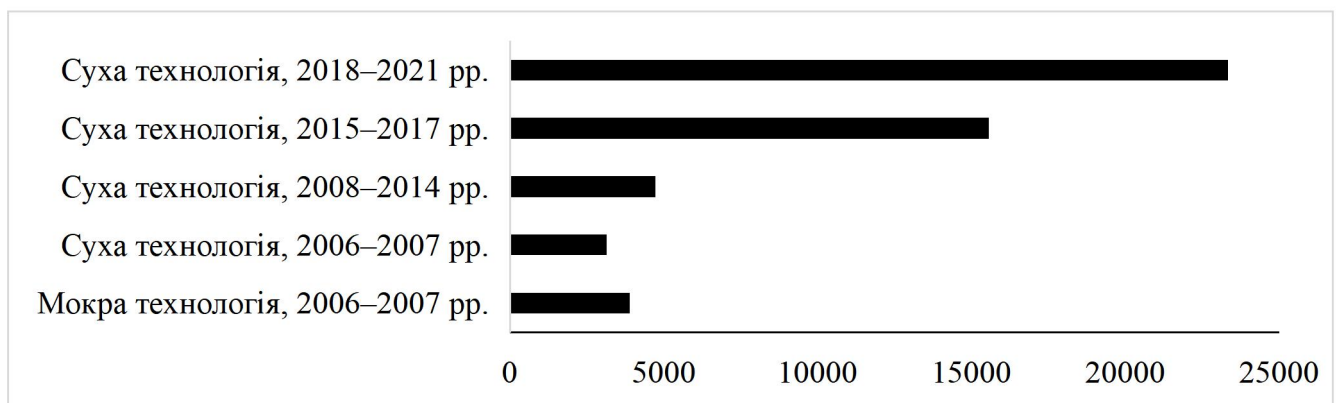


Рис. 2.12. Динаміка рівня екологічного впливу, зумовленого виробництвом клінкеру на ПрАТ «Івано-Франківськцемент», тис. ум. од.

\* побудовано автором

Базовий темп приросту середньорічного обсягу виробництва за період дослідження випереджав базовий темп приросту сукупного екологічного впливу у 1,23 рази. Обернений показник відношення базового темпу приросту показника сукупного екологічного впливу до базового темпу приросту середньорічного обсягу виробництва становить 0,81 і відповідає значенню показника відносного екологічного ефекту від впровадження нової технології (це відношення екологічного впливу від випуску 1 т клінкеру за сухою технологією до аналогічного показника, але при використанні базової мокрої технології). На рис. 2.13 зображено динаміку зміни базових темпів росту середньорічних значень обсягу виробництва та екологічного впливу на 1–3 етапах екологічної модернізації виробництва для ПрАТ «Івано-Франківськцемент».

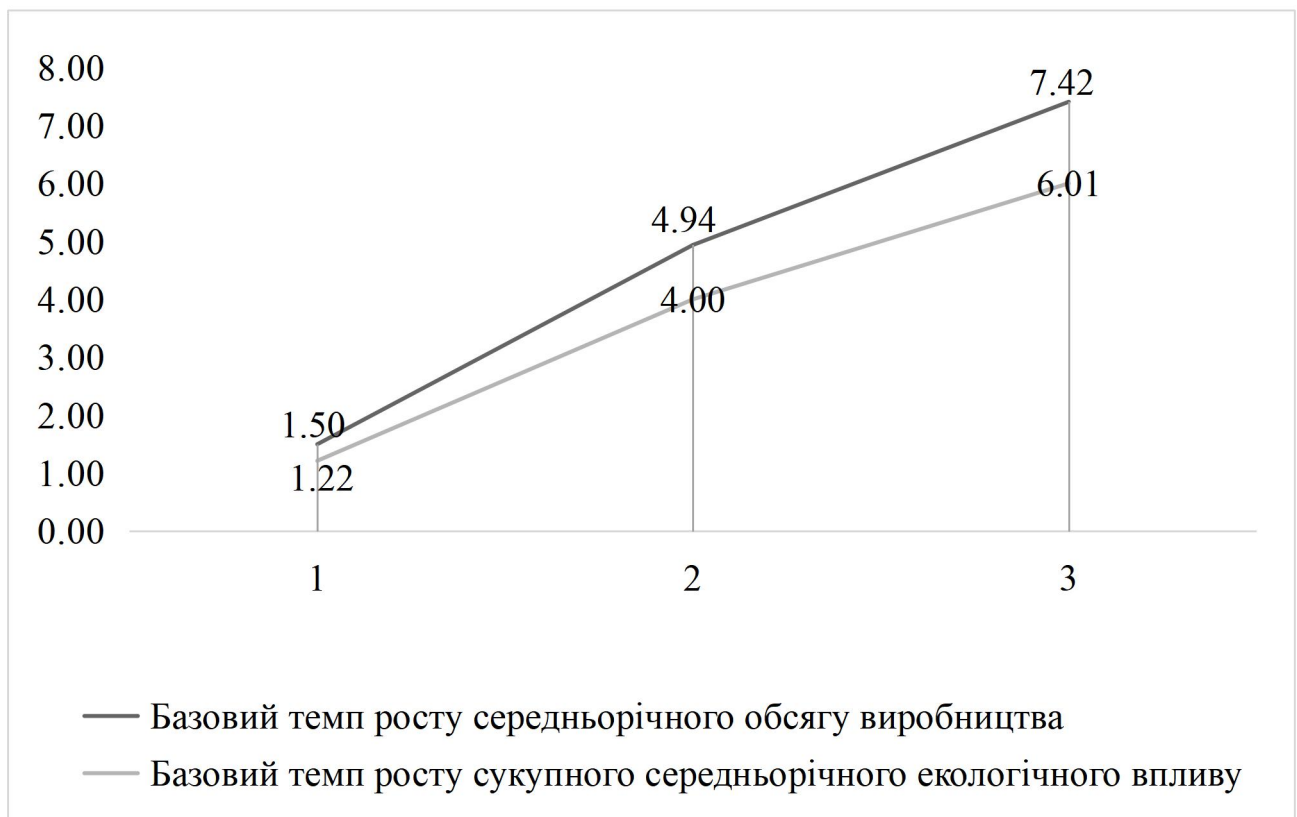


Рис. 2.13. Динаміка обсягу виробництва та екологічного впливу на 1–3 етапах екологічної модернізації виробництва на ПрАТ «Івано-Франківськцемент»

*\* побудовано автором*

Таким чином, суха технологія порівняно з мокрою є на 20 % менш шкідливою для навколишнього середовища (для надання екологічної оцінки було обрано методику оцінювання життєвого циклу, зокрема EDIP 2003), проте в

цілому впровадження більш енергоощадної технології призвело до різкого зростання обсягу виробництва та як наслідок – перевищення показників негативного впливу на навколишнє природне середовище у разі порівняно із впливом від виробництва при використанні попередньої, менш енергоефективної, технології. Отже, можна констатувати факт виникнення ефекту рикошету від впровадження екологічної інновації. Вперше ефект рикошету описано у працях Джевонса. Вчений у ході дослідження вугільної промисловості виявив, що зростання ефективності використання вугілля на 1 тону продукції та третину призвело до збільшення споживання цього виду палива у десять разів. Автор пояснив цей феномен тим, що природоохоронні заходи можуть мати різну направленість на мікро- та макрорівнях [102]. Інколи ефект від впровадження ресурсозберігаючих технологій може бути зворотнім через розширення масштабу їх використання та наявності прихованих негативних аспектів від впровадження інновації.

На основі очікуваної рентабельності проекту та обчисленої екологічної складової, обчислимо комплексну ефективність екологічної модернізації виробництва при переході з мокрої на суху технологію випуску продукції для ПрАТ «Івано-Франківськцемент»:

$$E_{EMB} = 1,129/0,75 = 1,505 \quad (2.1)$$

Отримане значення показника свідчить, що перехід на суху технологію виробництва для ПрАТ «Івано-Франківськцемент» був не лише економічно доцільним, а й зумовив суттєве зниження екологічного тиску від процесу виробництва. Включення екологічної складової у процес оцінки ефективності інвестиційних проектів є доречним і важливим, адже дозволяє врахувати потенційний чи фактичний екологічний вплив, який може бути у майбутнього монетизований або навпаки компенсований за рахунок підприємства. Тому використання запропонованого показника дозволяє оцінити реальну цінність проекту з урахуванням його антропогенного впливу.

*ПАТ «Подільський цемент»*

«Подільський цемент» – це завод по випуску цементу, заснований у 1966 році. У 1975 році підприємство вже випускало продукцію, використовуючи шість технологічних ліній по випалу клінкеру. Тогочасною технологією виробництва була класична для галузі мокра технологія виробництва з використанням класичних видів палива. З моменту входження у склад міжнародної компанії Cement Roadstone Holding (CRH) підприємство стало на шлях корінних технологічних змін. У період з 2008 по 2011 роки було здійснено екологічну модернізацію виробничого процесу, якою передбачалося повний перехід на суху технологію виробництва. Згідно з проектною документацією [46], нова технологічна лінія забезпечувала випуск 2,6 млн т клінкеру щорічно замість базової потужності, яка забезпечувала випуск 3 млн т цементу. Також в середньому було знижено енергоспоживання з 6771 МДж до 3180 МДж.

Процес втілення рішення про перехід на суху технологію виробництва відбувся у такій послідовності [72, с. 26]:

- затвердження рішення про перехід на суху технологію виробництва керівництвом підприємства у 2006 році;
- завершення підготовки проекту, ухвалення проекту Комітетом нагляду за спільним впровадженням ООН у 2007 році;
- початок монтажу сухої печі у 2007 році;
- виведення з виробничого процесу 5 печей мокрого типу у 2011 році;
- запуск печі сухого типу у виробничий процес у 2011 році (замість 2009 року з причини економічного спаду у країні).

Згідно з проектом модернізації ПАТ «Подільський цемент» обсяг інвестицій становить 140 млн Євро. Очікуваний загальний обсяг скорочення викидів в CO<sub>2</sub> еквіваленті становить 3023 млн т CO<sub>2</sub> еквіваленту, очікуване середньорічне скорочення викидів – 755 млн т CO<sub>2</sub> еквіваленту.

Відповідно до представленого проекту модернізації, основні викиди двоокису вуглецю виникають внаслідок спалювання палива, використання

електроенергії для млинів помелу сировини, безпосередньої експлуатації печей, роботи млинів для полому клінкеру, а також від роботи теплових генераторів.

Виробництво клінкеру відповідно до представленої технологічної схеми дозволить знизити рівень енергоспоживання до 3,18 МДж на тонну клінкеру порівняно з попереднім рівнем – 6,771 МДж на тонну клінкеру. Ключовим енергоносієм стане вугілля. Середньорічне очікуване скорочення обсягу викидів CO<sub>2</sub> після комплексної екологічної модернізації виробництва згідно з проектом становить 755,851 тис. т CO<sub>2</sub> екв., сукупний очікуваний обсяг скорочення за період кредитування – 3,023 млн т CO<sub>2</sub> екв.

Практика подібної комплексної модернізації цементного виробництва серед вітчизняних виробників цементу до реалізації проекту була відсутня, тому задля втілення проекту були використані знання та досвід спеціалістів компанії CRH.

Реалізація проекту дозволяє зменшити обсяги негативних викидів у атмосферу, пов'язаних зі спалюванням палива для печі, споживання електроенергії для сировинного млина, печі для випалу клінкеру та вугільного млину. Це ті межі, в рамках яких досягається пряме екологічне поліпшення від проведення модернізації. На екологічний вплив від видобутку сировини реалізація проекту не впливає. Також відсутній вплив модернізації на усі параметри екологічної дії після фази випалу клінкеру.

Для оцінки екологічного ефекту від втілення проекту та переходу на нову технологію було використано метод оцінювання життєвого циклу продукту EDIP, який також було застосовано при аналізі діяльності ПрАТ «Івано-Франківськцемент». У таблиці наведено результати оцінювання при виготовленні клінкеру за старою, мокрою, технологією. Як базу для розрахунків було узятو середній обсяг випуску продукції (за 5 років) до моменту реалізації проекту, а саме – 1272000 т клінкеру (базовий обсяг). Результати оцінювання – у табл. 2.10.

Проведений аналіз свідчить, що найбільший негативний вплив за умов використання мокрої технології виробництва справляється за категоріями «окислення» та «водна евтрофікація». Загальна величина нормалізованих значень

Таблиця 2.10

Категорії впливу на екосистему при використанні мокрої технології  
виробництва клінкеру на ПАТ «Подільський цемент»

Категорія впливу	Одиниці вимірювання	Результат	Нормалізоване значення
Окислення	тис.м	95873	243516
Водна евтрофікація (N)	т N	440,4	52852
Водна евтрофікація (P)	т P	58,9	209256
Будівельне сміття	млн т	871,8	646
Хронічна екотоксичність ґрунту	тис.м <sup>3</sup>	4004	55
Гостра екотоксичність води	млн м <sup>3</sup>	12461	18692
Хронічна екотоксичність води	млн м <sup>3</sup>	82861	22621
Глобальне потепління	т CO <sub>2</sub> екв.	979134	126308
Небезпечні відходи	т	39,3	1901
Токсичність повітря для людини	млн осіб	380931	804
Токсичність ґрунту для людини	тис.	6662	826
Токсичність води для людини	млн м <sup>3</sup>	2547	54005
Руйнування озонового шару	кг CFC11 екв.	2	113
Утворення озону (Людина)	особа /ppm.h	543,5	191342
Утворення озону (Рослинність)	млн м <sup>2</sup> /ppm.h	8144	136823
Радіоактивне сміття	т	3,9	24587
Ресурси (Усі)	PR2004	15116	18441
Шлаки/зола	т	2,8	8
Наземна евтрофікація	млн м <sup>2</sup>	114,3	83477
Разом	-	-	1186273

\* складено автором

шкідливих викидів для мокрої технології при середньорічному обсязі випуску 1272000 т клінкеру становила 1186273 ум. од.

Загальне величина нормалізованих значень шкідливих викидів для сухої технології при базовому обсязі випуску 1272000 т клінкеру становить 868 тис. ум. од.

При використанні сухої технології виробництва для базового обсягу значення категорій впливу будуть в середньому нижчими. Розраховані значення – у табл. 2.11.

Таблиця 2.11

Категорії впливу на екосистему при використанні сухої технології виробництва клінкеру на ПАТ «Подільський цемент» (базовий обсяг виробництва)

Категорія впливу	Одиниці вимірювання	Результат	Нормалізоване значення
Окислення	тис.м	76910	195352
Водна евтрофікація (N)	т N	127,6	15319
Водна евтрофікація (P)	т P	80,2	284769
Будівельне сміття	млн т	1186,4	879
Хронічна екотоксичність ґрунту	тис.м <sup>3</sup>	5449	74
Гостра екотоксичність води	млн м <sup>3</sup>	16958	25437
Хронічна екотоксичність води	млн м <sup>3</sup>	112762	112762344387
Глобальне потепління	т CO <sub>2</sub> екв.	641585	82764
Небезпечні відходи	т	53,5	2587
Токсичність повітря для людини	млн осіб	513418	1083
Токсичність ґрунту для людини	тис.	9066,6	1124
Токсичність води для людини	млн м <sup>3</sup>	3467	73493
Руйнування озонового шару	кг CFC11 екв.	3,14	153
Утворення озону (Людина)	особа /ppm.h	150,1	528401
Утворення озону (Рослинність)	млн м <sup>2</sup> /ppm.h	2238,7	37611
Радіоактивне сміття	т	5,3	33459
Ресурси (Усі)	PR2004	6519	7954
Шлаки/зола	т	3,8	11
Наземна евтрофікація	млн м <sup>2</sup>	30,8	22493
Всього	-	-	868192

*\*складено автором*

Якщо порівняти зумовлений екологічний вплив при однаковому обсязі випуску продукції за умов використання мокрої та сухої технології то встановимо, що за рівних умов суха технологія виробництва дозволяє скоротити негативний екологічний вплив на 27 %.

Для встановлення рівня окремих видів впливу та загального екологічного тиску при виробництві клінкеру на ПАТ «Подільський цемент» було розраховано значення категорій впливу та загальну величину екологічного впливу для середньорічного обсягу виробництва у період 2012–2021 рр., який склав 1477000 т. Результати наведено у табл. 2.12.

Таблиця 2.12

Категорії впливу на екосистему при використанні сухої технології виробництва клінкеру на ПАТ «Подільський цемент» (середньорічний обсяг виробництва)

Категорія впливу	Одиниці вимірювання	Результат	Нормалізоване значення
Окислення	тис.м	89305,6	226836
Водна евтрофікація (N)	т N	148,2	17789
Водна евтрофікація (P)	т P	93,1	330664
Будівельне сміття	млн т	1377,6	1021
Хронічна екотоксичність ґрунту	тис.м <sup>3</sup>	6328	87
Гостра екотоксичність води	млн м <sup>3</sup>	19691	29537
Хронічна екотоксичність води	млн м <sup>3</sup>	130936	35745
Глобальне потепління	т CO <sub>2</sub> екв.	744985	96103
Небезпечні відходи	т	62,1	3004
Токсичність повітря для людини	млн осіб	596162	1258
Токсичність ґрунту для людини	тис.	10528	1305
Токсичність води для людини	млн м <sup>3</sup>	4025	85338
Руйнування озонового шару	кг CFC11 екв.	4	178
Утворення озону (Людина)	особа /ppm.h	174,3	61357
Утворення озону (Рослинність)	млн м <sup>2</sup> /ppm.h	2599,5	43673
Радіоактивне сміття	т	6,2	38851
Ресурси (Усі)	PR2004	7570	9236
Шлаки/зола	т	4,5	13
Наземна евтрофікація	млн м <sup>2</sup>	35,7	26118
Разом	-	-	1008113

\*складено автором

Можна зробити висновок, що внаслідок переходу на суху технологію виробництва загальний тиск на екологічну систему було знижено. Сумарний показник нормалізованих значень для сухої технології виробництва становить 1008 тис. ум. од. Таким чином, при повному переході на суху технологію виробництва у 2012–2021 р. р. підприємство знизило свій загальний вплив порівняно показниками для мокрої технології на 15 %, навіть за умови, що середній обсяг випуску клінкеру за рік зріс на 16 %. Тобто у випадку ПАТ «Подільський цемент» ефект рикошету від впровадження екологічних інновацій на спостерігається.

Розглянемо спрямованість зміни екологічного впливу при переході на нову технологію для кожної з категорій впливу. Як і у випадку ПрАТ «Івано-Франківськцемент», перехід на нову технологію виробництва для ПАТ «Подільський цемент» мав неоднаковий вплив – як за силою, так і за напрямом – за категоріями екологічного впливу. Розрахований індекс категорій впливу, який характеризує усереднену зміну для усіх категорій впливу, дорівнює 0,45, тобто суха технологія у практиці цього підприємства зумовлює такий рівень екологічного тиску на різні сфери екосистеми, який на 55 % нижчий при аналогічному рівні виробництва за умов використання мокрої технології. Індокси впливу за категоріями – табл. 2.13.

Таблиця 2.13

Індокси впливу за категоріями на екосистему для ПАТ «Подільський цемент»

Категорія впливу	Значення
Окислення	0,80
Водна евтрофікація (N)	0,29
Водна евтрофікація (P)	1,36
Будівельне сміття	1,36
Хронічна екотоксичність ґрунту	1,36
Гостра екотоксичність води	1,36
Хронічна екотоксичність води	1,36
Глобальне потепління	0,66
Небезпечні відходи	1,36
Токсичність повітря для людини	1,35
Токсичність ґрунту для людини	1,36
Токсичність води для людини	1,36
Руйнування озонового шару	1,36
Утворення озону (суспільство)	0,28
Утворення озону (рослинність)	0,27
Радіоактивне сміття	1,36
Ресурси (всі)	0,43
Шлаки/зола	1,36
Наземна евтрофікація	0,27
Загальний індекс	0,86

*\*складено автором*

Загальний індекс категорій впливу для ПАТ «Подільський цемент» дорівнює 0,86 та може бути використаний як екологічна складова при розрахунку загальної ефективності екологічної модернізації виробництва.

Перевищення окремого індексу одиничного рівня, нанесеного на графік, свідчить про погіршення параметру за умов зміни технології, і, навпаки, розміщення нижче одиничного рівня свідчить про наявне екологічне поліпшення за певною категорією. Можна констатувати різновекторність змін у структурі екологічного впливу та наявність власних недоліків у новій технології виробництва, адже, попри заміну самого способу виробництва з мокрого на сухий, також відбулися зміни у паливній структурі, зокрема тепер головним енергетичним ресурсом для технологічних процесів стало вугілля, яке є тим типом палива, спалювання якого зумовлює значний екологічний вплив. На рис. 2.14 зображено вплив переходу ПАТ «Подільський цемент» на суху технологію на кожну з категорій впливу.

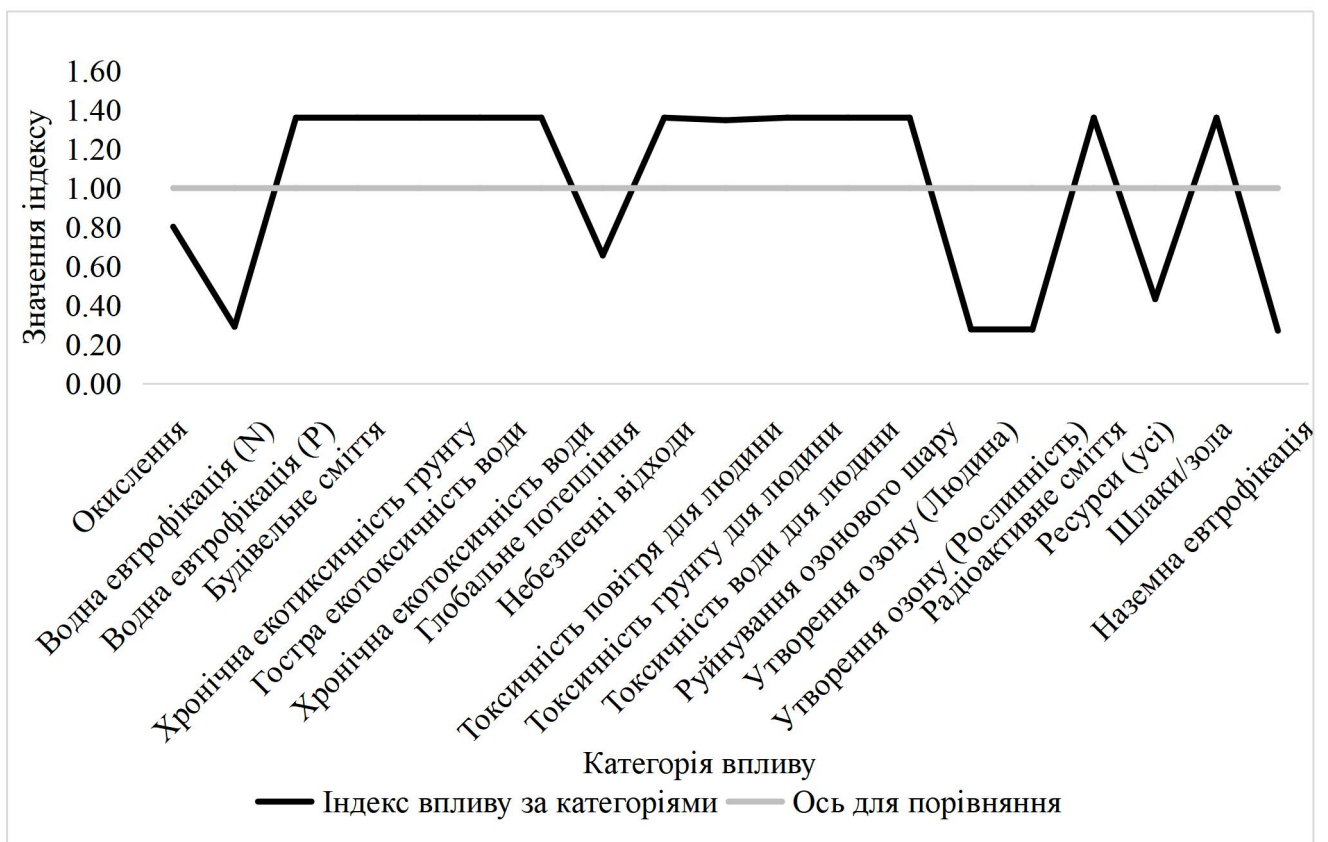


Рис. 2.14. Індекси впливу за категоріями на екосистему при переході ПАТ «Подільський цемент» з мокрої технології виробництва на суху

*\*побудовано автором*

На основі очікуваної рентабельності проєкту та розрахованого загального індексу категорій впливу визначено ефективність екологічної модернізації виробництва при переході з мокрої на суху технологію випуску продукції для ПАТ «Подільський цемент»:

$$E_{EMB} = 1,119/0,86 = 1,301, \quad (2.2)$$

Отримане значення ефективності здійсненої комплексної екологічної модернізації виробництва свідчить, що перехід на суху технологію виробництва для ПАТ «Подільський цемент» забезпечив не лише досягнення позитивного економічного ефекту, а й значного екологічного поліпшення.

Загалом при порівнянні досвіду переходу на суху технологію двох підприємств ПАТ «Подільський цемент» і ПрАТ «Івано-Франківськцемент» можна дійти до висновку, що у обох випадках підприємства досягають синергетичного ефекту від впровадження сучасної енергозберігаючої технології у виробничий процес. Зокрема, при виробництві клінкеру як ключової складової цементної продукції, виробництво якої зумовлює найбільший антропогенний вплив та пов'язане з найбільшими енерго- та ресурсовитратами у ланцюжку створення цінності, внаслідок втілення проєкту спільного впровадження підприємством ПАТ «Подільський цемент» було знижено відносний показник загального екологічного впливу на 1 т клінкеру зі значення 0,93 ум. од. до 0,68, а на підприємстві ПрАТ «Івано-Франківськцемент» – з 8,5 до 6,88. Відповідно ПрАТ «Івано-Франківськцемент» більшою мірою скоротило негативний екологічний вплив. Комплексна оцінка ефективності ЕМВ для ПрАТ «Івано-Франківськцемент» є вищою, адже проєкт дозволив досягти вищого показника рентабельності та більш суттєвого зниження тиску на екосистему. В той же час промисловому суб'єкту ПАТ «Подільський цемент» реалізація проєкту дала можливість постачати клінкер, виготовлений з меншими енерговитратами та супутніми негативними екологічними наслідками, до асоційованих підприємств ПАТ «Миколаївцемент» та ТОВ «Цемент». Також загальний показник

нормалізованих значень категорій впливу для ПАТ «Подільський цемент» є нижчим, ніж для ПрАТ «Івано-Франківськцемент», адже підприємство не використовує відходи інших галузей у процесі виробництва цементу, а також у випадку даного суб'єкту підприємництва не спостерігався ефект рикошету від впровадження екологічних інновацій.

#### *Інші підприємства*

Інші підприємства, окрім описаних вище ПАТ «Подільський цемент» та ПрАТ «Івано-Франківськцемент», ще не виконали комплексну екологічну модернізацію виробництва. Деякі виробники виконали фрагментарне оновлення виробничого процесу, у більшості випадків мова йде про заміну частини карбон-вмісної сировини на шлак та золу. Серед цих суб'єктів підприємництва – Криворізький завод ПАТ «Кривий Ріг Цемент» та філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна». У окрему групу варто виділити підприємства групи CRH, які вступили у виробничу кооперацію, яка передбачає використання клінкеру, виготовленого на ПАТ «Подільський цемент», двома іншими асоційованими компаніями – ТОВ «Цемент» та ПАТ «Миколаївцемент». Решта підприємств спрямували свої зусилля на заходи з подолання наявного екологічного впливу, тобто здійснювали екологічну модернізацію виробництва на початковому рівні.

Для оцінки ефективності часткової модернізації було розглянуто досвід Криворізького заводу ПАТ «Кривий Ріг Цемент» та філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «ЮГцемент».

На Криворізькому заводі ПАТ «Кривий Ріг Цемент» було здійснено перехід на новий рівень додавання доменного шлаку до використовуваної сировини. До моменту реалізації проєкту на заводі додавали лише 4 % шлаку до сировинної суміші. Проведена модернізація устаткування дозволила збільшити частку до 15 % [17].

У табл. 2.14 наведено результати оцінювання життєвого циклу клінкеру, виготовленого за базових умов – 4 % клінкеру та використання газу у якості головного виду палива та проєктних умов – 16 % шлаку у сировинній суміші та вугілля як головного виду палива.

Таблиця 2.14

Категорії впливу на екосистему при використанні сухої технології  
виробництва клінкеру (додавання шлаку 4%, 16%) на Криворізькому заводі  
ПАТ «Кривий Ріг Цемент»

Категорія впливу	Од. вим.	Частка шлаку 16%		Частка шлаку 4%	
		Результат	Нормалізо- ване значення, ум. од.	Результат	Нормалізо- ване значення, ум. од.
Окислення	тис.м	55582	141179	51261	130202
Водна евтрофікація (N)	т N	99,2	11907	90,9	10918
Водна евтрофікація (P)	т P	54	192947	48,5	172377
Будівельне сміття	млн т	96301	71359	79939	59235
Хронічна екотоксичність ґрунту	тис.м <sup>3</sup>	9388	129	4710	65
Гостра екотоксичність води	млн м <sup>3</sup>	11967,6	17951	10383	15575
Хронічна екотоксичність води	млн м <sup>3</sup>	80056	21855	69163	18881
Глобальне потепління	т CO <sub>2</sub> екв.	709574	91535	1038692	133991
Небезпечні відходи	т	2260	109162	583,5	28187
Токсичність повітря для людини	млн осіб	409536	864	327344	691
Токсичність ґрунту для людини	тис.	6615	820	5605	695
Токсичність води для людини	млн м <sup>3</sup>	2463,8	52235	2127	45092
Руйнування озонового шару	кг CFC11 екв.	3	146	2	103
Утворення озону (Людина)	особа /ppm.h	118,1	41586	108,1	38063
Утворення озону (Рослинність)	млн м <sup>2</sup> /ppm.h	1762	29603	1613,8	27112
Радіоактивне сміття	т	4,9	30556	3,5	22208
Ресурси (Усі)	PR2004	4885	5960	6065	7399
Шлаки/зола	т	6,1	17	3,2	9
Наземна евтрофікація	млн м <sup>2</sup>	24,2	17715	22,2	16267
Разом	-	-	837527	-	727071

*\*розраховано автором*

Загальна величина нормалізованих значень категорій впливу для підприємства до реалізації проєкту становила 727 тис. ум. од. Після збільшення частки використовуваного шлаку до 15 % та заміни базового виду палива на вугілля значення показника становило 837,5 тис. ум. од.. Негативний екологічний вплив від здійсненої модернізації зріс на 15 %, що зумовлено переходом на новий

тип палива. Тобто проєкт більшою мірою дозволив досягти економії на сировинних ресурсах та енергоносіях, проте в цілому погіршив екологічну дію від виробничого процесу, оцінену з позиції життєвого циклу продукту.

У табл. 2.15 наведено індекси впливу за категоріями та загальний індекс впливу за категоріями, які характеризують направленість змін у екологічного впливу виробництва на навколишнє середовище.

Таблиця 2.15

Індекс впливу за категоріями на екосистему для Криворізького заводу  
ПАТ «Кривий Ріг Цемент»

Категорія впливу	Значення
Окислення	1,08
Водна евтрофікація (N)	1,09
Водна евтрофікація (P)	1,12
Будівельне сміття	1,20
Хронічна екотоксичність ґрунту	1,99
Гостра екотоксичність води	1,15
Хронічна екотоксичність води	1,16
Глобальне потепління	0,68
Небезпечні відходи	3,87
Токсичність повітря для людини	1,25
Токсичність ґрунту для людини	1,18
Токсичність води для людини	1,16
Руйнування озонового шару	1,41
Утворення озону (Суспільство)	1,09
Утворення озону (Людина)	1,09
Радіоактивне сміття	1,38
Ресурси (Усі)	0,81
Шлаки/зола	1,90
Наземна евтрофікація	1,09
Загальний індекс	1,25

*\*розраховано автором*

Загальний індекс демонструє, що в середньому рівень впливу по кожній з категорій після проведеної модернізації виробництва на Криворізькому заводі ПАТ «Кривий Ріг Цемент» зріс у 1,25 раза.

На філіях ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» було здійснено перехід на використання більшого обсягу шлаку та золи у процесі виробництва продукції.

Для оцінки рівня екологічного ефекту було розглянуто філію «ЮГцемент», адже проекти модернізації для обох підприємств є подібними, проектна частка шлаку становить 15 %. Технічну інформацію щодо проекту взято з технічної документації [87].

У табл. 2.16 наведено результати оцінювання категорій впливу для філії «ЮГцемент» ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» за різних сценаріїв. Сценарій 1 – випуск клінкеру без додавання шлаку, використовуване паливо – газ; сценарій 2 – випуск клінкеру без додавання шлаку, використовуване паливо – вугілля; сценарій 3 – випуск клінкеру з додавання 15% шлаку, використовуване паливо – вугілля.

Таблиця 2.16

Нормалізовані категорії впливу на екосистему для різних сценаріїв виробництва клінкеру на філії «ЮГцемент» ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»

Категорія впливу	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3
Окислення	1827546	2139757	2114815
Водна евтрофікація (N)	838228	990128	974542
Водна евтрофікація (P)	108907829	129570444	127544156
Будівельне сміття	385410	441094	441181
Хронічна екотоксичність ґрунту	28736	33974	33489
Гостра екотоксичність води	9730883	11574076	11393500
Хронічна екотоксичність води	11776696	14006875	13788421
Глобальне потепління	3752091	4434956	4357689
Небезпечні відходи	1042308	1182758	1228197
Токсичність повітря для людини	399125	465329	458131
Токсичність ґрунту для людини	431208	511545	503580
Токсичність води для людини	28117926	33439986	32918480
Руйнування озонового шару	60704	69781	68713
Утворення озону (суспільство)	1808939	2114591	2081249
Утворення озону (рослинність)	1210439	1414626	1392296
Радіоактивне сміття	12799204	15224350	14990958
Ресурси (всі)	1592410	1792132	1764883
Шлаки/зола	4281	5060	4987
Наземна евтрофікація	521272	608612	598941
Разом	185235235	220020073	216658207

\*складено автором

Отримані результати загальної величини категорій впливу для сценаріїв дозволяють зробити висновок, що впровадження використання доменного шлаку та золи від ТЕЦ є відносно екологічно безпечним, адже зумовлюють зростання загальної величини нормалізованих значень категорій впливу на 2 %, якщо не брати до уваги негативну дію, зумовлену використанням вугілля у якості головного палива. В свою чергу заміна газу на вугілля спричиняю ріст даного показника на 17 %. Тобто перехід українських виробників цементу на використання вугілля значно збільшує загальний негативний екологічний вплив від виробництва цементу.

У табл. 2.17 представлено індекси категорій впливу для двох варіантів модернізації: 1 варіант – впровадження використання шлаку у виробництво при використанні вугілля у якості основного паливно-енергетичного ресурсу; варіант 2 – впровадження використання шлаку у виробництво при використанні газу у якості основного палива.

Таблиця 2.17

Індекси впливу за категоріями на екосистему для філії «ЮГцемент»  
ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»

Категорія впливу	Значення	
	Варіант 1	Варіант 2
Окислення	0,99	1,16
Водна евтрофікація (N)	0,98	1,16
Водна евтрофікація (P)	0,98	1,17
Будівельне сміття	1,00	1,14
Хронічна екотоксичність ґрунту	0,99	1,17
Гостра екотоксичність води	0,98	1,17
Хронічна екотоксичність води	0,98	1,17
Глобальне потепління	0,98	1,16
Небезпечні відходи	1,04	1,18
Токсичність повітря для людини	0,98	1,15
Токсичність ґрунту для людини	0,98	1,17
Токсичність води для людини	0,98	1,17
Руйнування озонового шару	0,98	1,13
Утворення озону (Людина)	0,98	1,15
Утворення озону (Рослинність)	0,98	1,15
Радіоактивне сміття	0,98	1,17
Ресурси (Усі)	0,98	1,11

Продовж. табл. 2.17

Шлаки/зола	0,99	1,16
Наземна евтрофікація	0,98	1,15
Загальний індекс	0,99	1,16

\*складено автором

Отримані значення загальних індексів підтверджують попередній висновок, що використання вугілля зумовлює появу значного негативного екологічного ефекту. Загальний індекс для переходу на використання шлаку у якості альтернативного виду сировини при базовому виробництві клінкеру мокрою технологією (головне паливо – газ) дорівнює 0,99, тобто суттєвої зміни екологічного впливу не відбулось. Таким чином, якщо розглядати лише технологічний крок по введенню шлаку у сировинну суміш, то можна зробити висновок, що це рішення суттєво не змінює екологічний баланс виробничої діяльності суб'єктів підприємництва та є економічно виправданим рішенням для виробників. Значне підвищення рівня антропогенного впливу було спричинене паралельним переходом підприємств на використання вугілля як більш дешевого виду сировини. Тому лімітування негативного впливу від використання вугілля та пошук альтернативних видів палива є актуальним завданням для усіх виробників цементу.

Реалізація проекту комплексної модернізації згідно зі Звітом організації про грошові потоки [44] у 10-річному періоді аналізу, який узятो як найбільш оптимальний період оцінки такого роду проектів, не забезпечує додатного чистого грошового потоку. Окупність проекту знаходиться за межами періоду кредитування. Тому можна зробити висновок, що у довгостроковій перспективі (більше 10 років) проект виправдовує себе, адже у чистому вигляді без впливу фактору заміни газу як головного паливно-енергетичного ресурсу, проект є екологічно нейтральним та натомість дозволяє вирішити проблему накопичення відходів металургійної та енергетичної галузей. В цілому при порівнянні досвіду проведення часткової та комплексної модернізації виробництва можна стверджувати, що комплексна модернізація при ретельній підготовці проектів та

ефективному пошуку інвесторів є більш результативною, ніж часткова модернізація, здійснена вітчизняними виробниками цементу.

Для аналізу сучасного стану екологічної трансформації цементного виробництва в Україні було здійснено експертне оцінювання складових екологічної модернізації виробництва представниками галузі. Було опитано 8 експертів, які працюють на різних посадах. Зокрема, серед опитаних є представники керівного складу, технічний персонал та працівники економічного відділу. Анкету опитування наведено у додатку Д.

Максимальна оцінка для кожної зі складових дорівнює 10. У табл. 2.18 наведено узагальнення результатів експертного оцінювання технологічної, технічної, екологічної, управлінської, інноваційної та економічної складових екологічної модернізації виробництва цементних підприємств.

Таблиця 2.18

Оцінка складових екологічної модернізації виробництва на підприємствах цементної галузі, бал

Група підприємств	Підприємство	Середня експертна оцінка						Середнє значення
		Техноло-гічна	Техні-чна	Еколо-гічна	Управ-лінська	Іннова-ційна	Еконо-мічна	
-	ПрАТ «Бальцем»	3	4	3	1	2	1	2,3
ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	Кам'янська філія	2	3	3	7	3	5	3,8
ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»	Філія «Волинь-Цемент»	3	3	3	5	4	6	4,0
ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»	Філія «ЮГцемент»	3	3	3	5	4	6	4,0
Група CRH	ТОВ «Цемент»	2	2	8	5	3	8	4,7
Група CRH	ПАТ «Миколаївце-мент»	2	3	8	5	3	8	4,8
ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	Криворізька філія	7	7	7	7	5	6	6,5
-	ПрАТ «Івано-Франківськцемент»	10	10	7	9	10	7	8,8
Група CRH	ПАТ «Подільський цемент»	10	10	8	10	10	8	9,3

\*складено автором

Найвищий середній бал в результаті експертного оцінювання, здійсненого спеціалістами галузі, отримали підприємства ПАТ «Подільський цемент»

(9,3 бала) та ПрАТ «Івано-Франківськцемент» (8,8 бала). Обидва підприємства провели комплексну екологічну модернізацію та досягли значного поліпшення як у екологічній площині, так і в техніко-технологічній та економічній. На третьому місці за цим показником знаходиться Криворізька філія ПрАТ «Кривий Ріг Цемент», адже підприємство виготовляє цемент за сухою технологією, проте рівень технологічності виробництва є нижчим, ніж у лідерів оцінювання, з причини того, що перехід на суху технологію був здійснений у 1982 році, тобто обладнання працює вже понад 40 років. Для порівняння: у європейських країнах подібні технічні лінії працюють не більше 35–40 років. Тому для підприємства є актуальним проведення чергової комплексної модернізація виробничого процесу. Також підприємство здійснювало фрагментарне оновлення виробництва і здійснювало ряд заходів зі зниження рівня викидів забруднюючих речовин через їх уловлювання та накопичення. Підприємства ПАТ «Миколаївцемент», ТОВ «Цемент» отримали відповідні бали 4,8 та 4,7, що відповідає середньому рівню результативності. Досягти такого показника оцінювання виробникам вдалося за рахунок використання клінкеру, виготовленого за сучасною технологією підприємством ПАТ «Подільський цемент». Подібна виробнича кооперація дозволила компенсувати відсутність результативної фрагментарної або комплексної екологічної модернізації виробництва. Підприємствами з найнижчою середньою оцінкою складових екологічної модернізації виробництва є Кам'янська філія ПрАТ «Кривий Ріг Цемент» та ПрАТ «Бальцем», що зумовлено досягненням лише початкового рівня проведення модернізаційних заходів на підприємствах.

В результаті аналізу було проведено групування підприємств за рівнем проведення та результативністю екологічної модернізації виробництва серед виробників цементу України. Підприємства розділено на три групи за рівнем модернізації. На початковому рівні проведення трансформації перебувають такі підприємства: ПрАТ «Бальцем», ПАТ «Миколаївцемент», ТОВ «Цемент», Кам'янський завод ПрАТ «Кривий Ріг Україна». Загальний індекс категорій впливу на екосистему для підприємств цієї групи становить не менше, ніж 1,35.

До другої групи підприємств, які здійснили часткове оновлення, віднесено філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна», Криворізький завод ПрАТ «Кривий Ріг Україна». Ці підприємства, окрім подолання наявних негативних наслідків виробничої діяльності, частково змінили технологію виробництва, зокрема здійснили заміну частини карбоновмісної сировини, що дозволило знизити обсяг викидів парникових газів від процесів кальцинування сировинної суміші. Загальний індекс категорій впливу для цієї групи підприємств складає не менше, ніж 0,9. До третьої групи підприємств, які здійснили комплексну модернізацію виробництва та мають найвищі оцінки за складовими екологічної модернізації виробництва, належать такі суб'єкти підприємництва: ПАТ «Подільський цемент», ПрАТ «Івано-Франківськцемент». Реалізація проєктів комплексної модернізації дозволила цим суб'єктам господарювання досягти загального індексу категорій впливу, меншого за 0,9.

Групування підприємств цементної галузі за рівнем екологічної модернізації виробництва – рис. 2.15.

Відповідно до досягнутого підприємствами рівня екологічної модернізації виробництва розроблено рекомендації щодо підвищення її ефективності. Для підприємств першої групи запропоновано зосередження уваги на виявленні найслабших ланок виробничої системи, для яких є значний потенціал зниження рівня екологічної шкоди. Також для них є актуальним вивчення досвіду інших підприємств, які вже здійснили часткову або комплексну модернізацію. На цьому етапі розвитку керівництво підприємств має приділити значну увагу акумулюванню та залученню фінансових ресурсів, а також оцінці альтернативних варіантів часткової або комплексної модернізації.

Підприємства другої групи, як правило, вже готуються до проведення комплексної екологічної модернізації виробництва або ж до чергової фрагментарної модернізації. Ключовими завданням для керівництва має стати налагодження систем контролю за виробництвом, вхідними та вихідними виробничими потоками задля досягнення готовності скласти точні звіти інвентаризації викидів та обґрунтовані інвестиційні проєкти.

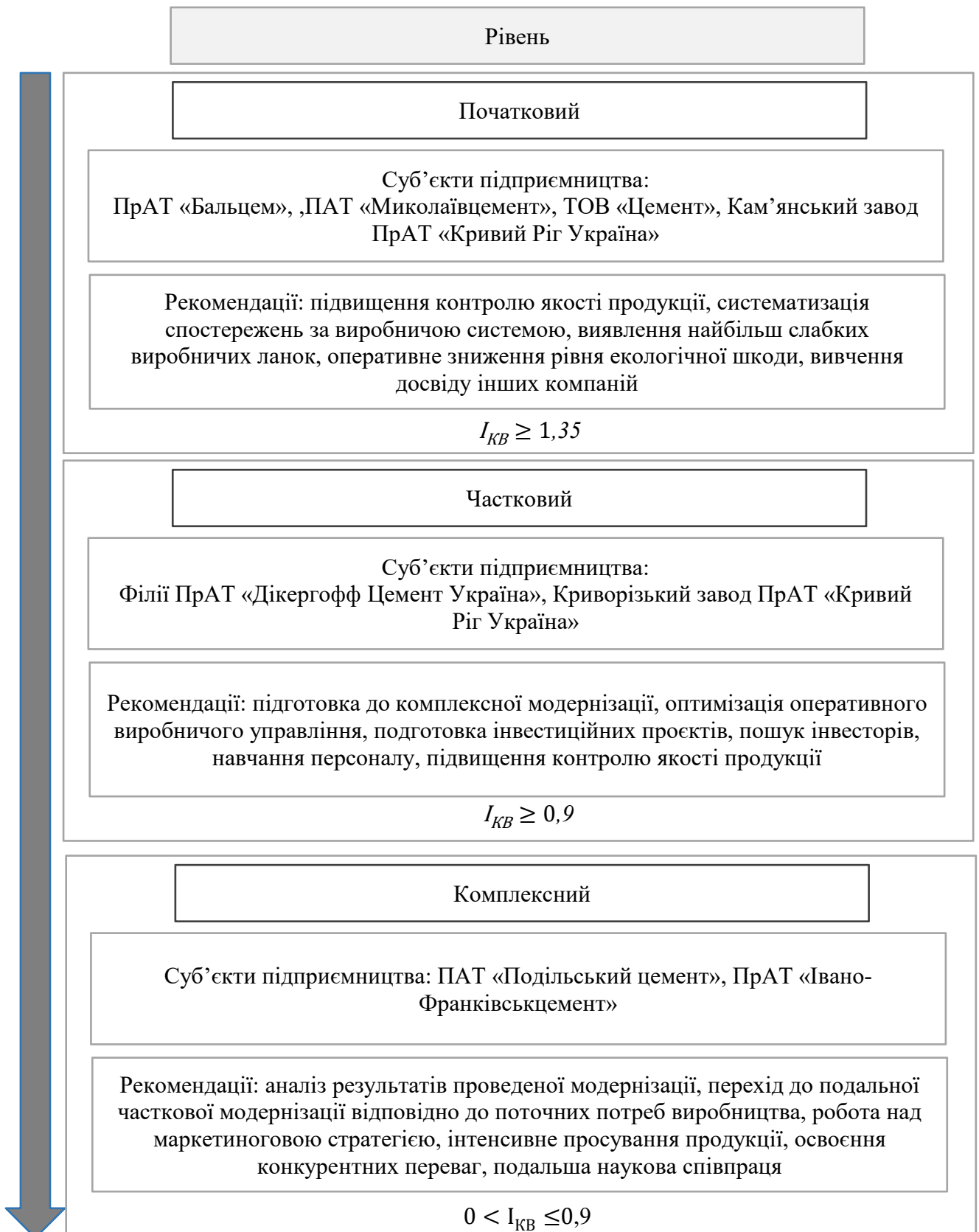


Рис. 2.15. Розподіл підприємств цементної галузі за рівнем екологічної модернізації виробництва

\* складено автором

Підприємствам третьої групи доцільно спрямувати свої зусилля на комерціалізацію проведеної модернізації. Рекомендованим є активне просування продукції, донесення до кінцевих споживачів інформації про екологічні переваги продукту. Також актуальним залишається перманентний моніторинг виробничих процесів, досягнення поінформованості щодо подальших наукових розробок, участь у науковій співпраці.

Оцінивши ефективність екологічної модернізації виробництва для цементних виробників України, можна зробити такі висновки. Серед вітчизняних цементних підприємств з повним виробничим циклом комплексне оновлення здійснили лише 2 з 9 заводів (22 % від загальної кількості). 3 заводи (33 % від загальної кількості), які є філіями ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» та ПрАТ «Кривий Ріг Цемент», фрагментарно оновили виробничий процес, частково змінивши попередній технологічний процес. Решта підприємств – 4 з 9, що становить 44 % від загальної кількості виробників, не здійснювали заходів, спрямованих на модернізацію технології виробництва. Екологічні поліпшення виробничого процесу виконувалися в межах заходів по подоланню фактичних негативних наслідків виробничої діяльності. Два суб'єкти господарювання, а саме: ТОВ «Цемент» та ПАТ «Миколаївцемент», які перебувають на початковому рівні екологічної модернізації виробництва, проте мають достатньо високий середній бал, отриманий в результаті експертного оцінювання складових екологічної модернізації виробництва, демонструють альтернативний підхід до зниження антропогенного тиску в процесі виробництва цементу завдяки участі у виробничій кооперації та ефективному менеджменту організації. Загалом цементна галузь перебуває у процесі трансформації та переходу до використання більш екологічно дружніх та ощадливих технологій.

При розрахунку комплексного показника ефективності екологічної модернізації виробництва, методика застосування якого описаного у параграфі 1.3, було встановлено, що підприємства, які комплексно модернізують виробничий процес, охоплюючи як техніко-технологічну, так і організаційні системи, отримують кращий кінцевий результат. Запропонована методика оцінювання

дозволяє визначити ту частину конкурентних переваг, яка не може бути оцінена з позиції лише економічних показників результативності. Тому використання запропонованої методики дозволяє всебічно оцінити трансформаційні процеси та прийняти оптимальні управлінські рішення стосовно подальшої стратегії модернізації виробництва.

Підприємства, які здійснили комплексну екологічну модернізацію виробництва, досягли зниження екологічного впливу від виробництва, оновлення технічного парку обладнання, вивели свою продукцію на європейський рівень конкурентоспроможності та збільшили обсяги збуту. Враховуючи сучасний стан оновлення та екологізації підприємств цементної галузі, також було встановлено, що підприємства з досягнутим вищим рівнем осучаснення виробництва виявились більш стійкими до кризових явищ у економіці.

Також у ході дослідження було встановлено, що попри позитивну економію сировинних ресурсів підприємствами, які виконали фрагментарну або комплексну екологічну модернізацію виробництва, характерне часткове нівелювання екологічних поліпшень через перехід підприємств на вугілля як основний паливно-енергетичний ресурс. Тобто це ще раз підтверджує попередньо висунуту тезу про різновекторність аспектів дії екологічної модернізації виробництва. Окрім цього, для деяких підприємств характерна дія ефекту рикошету при проведенні комплексної модернізації, за якої попри зниження відносного екологічного тиску при випуску одиниці продукції, загальний рівень негативного впливу на екосистему зростає.

### 2.3. Перспектива впровадження екологічно ефективних технологій на підприємствах цементної галузі у післявоєнний період

Оскільки світова спільнота визнає існування серйозних екологічних загроз, спричинених накопиченням двоокису вуглецю в атмосфері, та працює над рішеннями щодо подолання цих екологічних загроз (зокрема через створення Рамкової угоди ООН та подальшої розробки Паризької угоди), скорочення викидів парникових газів стає не лише прогресивною ініціативою, а зобов'язанням суб'єктів господарювання. Попри те, що Паризька угода не чинить примусу країнам щодо зниження рівня обсягів викидів до встановленого ними плановим внеском обсягу, у майбутньому відповідні міжнародні угоди будуть спрямовані також і на контроль за досягнутим рівнем національних викидів. Тому можна зробити висновок, що необхідність озеленення цементного виробництва має як екологічні, так і економічні мотиви, які в міру посилення законодавчого регулювання перейдуть у пряму функціональну залежність.

Для українських цементних виробників потенціал зниження рівня екологічної шкоди від цементного виробництва є набагато більшим, ніж, наприклад, для європейських виробників. Це пов'язано з тим, що основні модернізаційні процеси серед більшості європейських країн почалися набагато раніше, ніж в Україні. Окрім цього, для європейських виробників характерною є здебільшого низька вологість сировини, що зумовило превалювання сухого способу виробництва над мокрим. Для прикладу, дослідження німецької цементної галузі свідчить, що середнє споживання теплової енергії на 1 т клінкеру становить 3510 МДж. Німецькі виробники цементу планують знизити середній показник галузі до 3300–3400 МДж до 2030 року та до рівня 3150–3250 до 2050 року [19, с. 10]. Для українських підприємств даний показник коливається від 6700 МДж до 3180 МДж. Окрім суттєвого скорочення викидів парникових газів (на 12 % у 2007-2017 рр.), країнам ЄС вдалось також скоротити загальний обсяг викидів оксидів сірі (на 54 %) оксидів азоту (на 32 %) [81].

З огляду на потребу європейських виробників у генеруванні одиниць скорочення викидів, які можуть бути створені на українських підприємствах, та наявності досвіду з використання найкращих доступних технологій виготовлення клінкеру та цементу, для української цементної галузі період до 2030 року має стати ключовим для ґрунтовної екологізації галузі. Саме до цього року діятимуть «м'які» обмеження Паризької угоди як доповнення до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату. Національний внесок виступатиме лише як бажана, а не обов'язкова мета на шляху декарбонізації світового господарства. Це означає, що якщо не здійснити екологічний перехід до цієї дати, найімовірніше цементні виробники просто будуть змушені виходити з ринку через невідповідність екологічному законодавству та низьку конкурентоспроможність продукції. Одним із проявів поступового звуження коридору можливостей для екологічно недружніх виробників стає введення обмежень на імпорт продукції з надлишковими вуглецевим слідом.

Станом на 2022 рік в Україні із 8 установок по виробництву клінкеру сухим способом функціонували 6, а з 17 установок з мокрою технологією виробництва працювали лише 5. Усього з наявних 25 установок експлуатувались лише 11 [153, с. 16]. Тобто для української цементної галузі характерним було неповне використання наявного виробничого потенціалу, адже максимальна виробнича потужність виробників становить 16,5 млн т цементу в рік, а протягом останніх років середній обсяг випущеної продукції становив приблизно 10 млн т.

Якщо порівняти динаміку виробництва цементу в світі та в Україні, то можна стверджувати, що на світовому рівні цей показник має тенденцію до поступово зростання. Протилежна ситуація характерна для України: середній темп приросту обсягу виробництва у 2006–2022 рр. склав -0,8 %. У 2022 році обсяг випущеної продукції досяг рівня 5,4 млн т, тобто знизився майже вдвічі, а рівень споживання цементу в країні досяг 35 % від показника попереднього року. Динаміка обсягу виготовленого цементу в Україні та світі у 2006–2022 рр. – рис. 2.16.

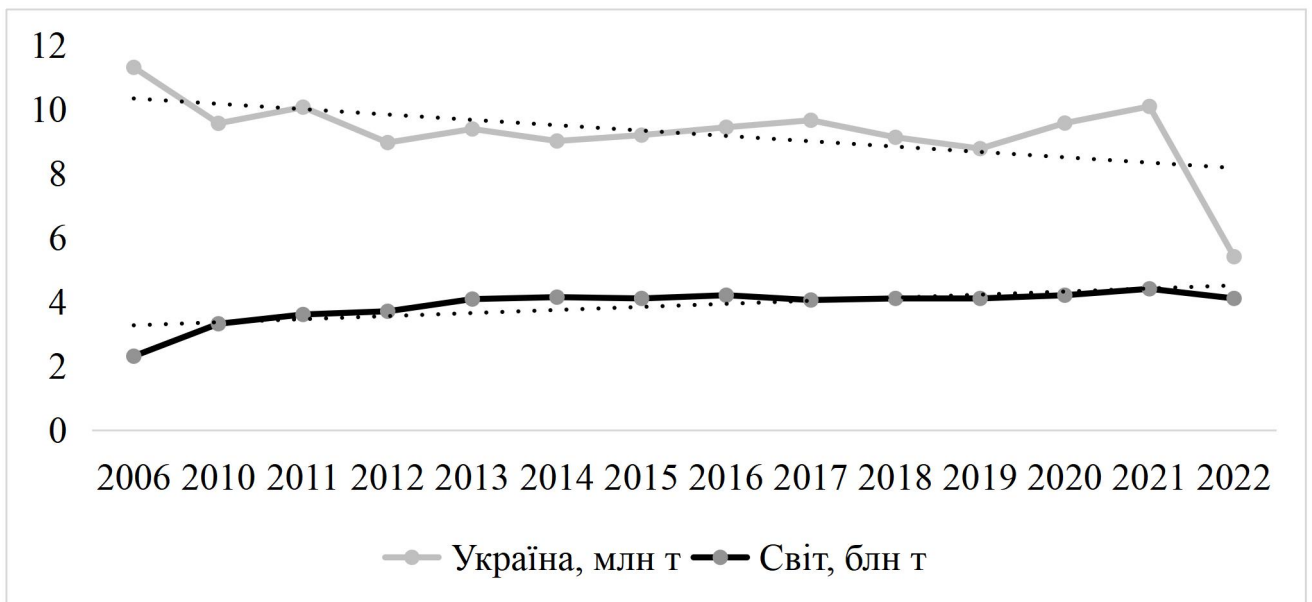


Рис. 2.16. Динаміка виробництва цементу в Україні та світі у 2006–2022 рр.,

млн т

*\*побудовано на основі джерела [77]*

У 2020 році на ринку цементу відбулося поживлення, темп приросту загального обсягу виробництва досяг 9 %, а у 2021 р. – 5,4 %. У будівельному секторі у ці роки відбувалося поживлення ділової активності, зумовлене насамперед зростанням попиту на житлову нерухомість. Повномасштабний воєнний напад Росії на Україну у 2022 р. став форс-мажорним фактором, що спричинив радикальне падіння обсягів виробництва цементу в країні попри світову тенденцію до перманентного нарощення обсягу випуску цементної продукції. Тому можна зробити припущення, що за умов відсутності воєнної агресії український ринок цементу також синхронізував би свій ріст зі світовим. Отож логічно припустити, що у післявоєнний період світові тенденції до збільшення випуску цементної продукції будуть відтворені і у вітчизняному економічному просторі. Окрім цього, стимулюючим фактом послугуватиме потреба у післявоєнній відбудові та відновленні цивільної і військової інфраструктури.

За оцінками експертів, необхідність повоєнної відбудови країни може сприяти збільшенню внутрішнього попиту на цементну продукцію до рівня 15 млн т у рік [41]. За результатами проведення Конференції будівельників

України було встановлено, що для відбудови вже зруйнованих станом на лютий 2023 року будівель знадобиться 11,9 млн т бетону, без врахування поточного споживання цементної продукції [145]. Враховуючи продовження бойових дій на території України, реальна потреба країни у цементі буде набагато більшою. Сучасний стан виробничих потужностей галузі дозволяє виробляти до 13,6 млн т продукції. Деякі виробники вже планують нарощення своїх виробничих потужностей відповідно до вимог ринку.

Попри складну економічну ситуацію, розподіл конкурентних сил у галузі не залишається статичним. Зокрема, Ірландська група CRH планує придбати українські активи італійського виробника цементу «Buzzi», до складу яких входять два заводи: «Волинь-Цемент» та «ЮГцемент» [96]. Угода має бути завершена до кінця 2024 року, на даному етапі проводяться дослідження ринку з боку Антимонопольного комітету України, адже ринок цементу вважається висококонцентрованим. Попередня оцінка вартості укладення угоди становить 100 млн євро.

Дослідження впливу від проведення екологічної модернізації виробництва на рівень конкурентоспроможності виробників дозволяє чітко стверджувати, що у середній та довгостроковій перспективі стійкими до кон'юнктурних коливань залишають саме ті виробники цементу, яким вдалося впровадити екологічні інновації у виробничий процес. На ринку залишились у переважній більшості ті учасники, які провели комплексну модернізацію виробництва або переорієнтували виробництво на використання клінкеру, виготовленого за сухою технологією. Найімовірніше за все, що ця причина стала вирішальною для керівництва італійської групи «Buzzi» при прийнятті рішення про продаж своїх активів в Україні (ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»). В свою чергу, для компанії «CRH» це може бути вдала угода, так як вона вже має досвід модернізації заводів саме в Україні та, з огляду на повномасштабне вторгнення Росії в Україну, може придбати активи за суттєво нижчою ціною.

Підприємства, які входять до промислової групи «Дікергофф Цемент Україна» («Волинь-Цемент» та «ЮГцемент») через погіршення умов залучення

інвестицій після фінансової кризи 2008 року не змогли реалізувати проекти комплексної модернізації виробництва. Зокрема, керівництво волинської філії планувало здійснити перехід на напівсуху технологію, оскільки вологість сировини складає приблизно 40 %. Миколаївська філія – «ЮГцемент» також мала пройти через процес комплексної модернізації виробничого процесу. Керівництво підприємства планувало перейти на суху технологію виробництва та замінити частину викопної сировини з високим вмістом вуглецю на відходи доменного виробництва. Через несприятливий інвестиційний клімат менеджменту заводу «ЮГцемент» вдалося лише частково модернізувати технологічний процес шляхом монтажу установки з подачі шлаку. Обидва підприємства мають значний потенціал, адже мають власну сировинну базу та вдале географічне розташування. Тому пожвавлення у будівельному секторі та приплив нових інвестицій можуть стати факторами активізації призупинених процесів модернізації.

Налагодити випуск продукції планує керівництво підприємства ПрАТ «Бальцем». У ході підготовки до відновлення роботи після виходу зі складу групи «Євроцемент» підприємство пройшло ресертифікаційний аудит системи менеджменту та отримало сертифікат відповідності №Q-5515/21 [97], що підтверджує узгодженість процесів виробництва та продажу клінкеру і цементу міжнародним стандартам якості ISO 9001:2015 «Система управління якістю». Також у травні 2021 року підприємство увійшло до складу Асоціації виробників цементу України.

Вивчивши закономірності перебігу екологічної модернізації виробництва серед виробників цементу, можна дійти висновку, що вирішальним фактором для приваблення інвестицій у модернізацію цементного виробництва був попит на цей вид будівельного матеріалу. Ретроспективний аналіз свідчить, що найбільш вагоме зростання обсягу виробництва цементу відбувалось у період з 2001 по 2007 рік, коли середній обсяг випуску продукції сягав 15 млн т.

Відповідно до запропонованої нами вище класифікації рівнів проведення екологічної модернізації виробництва, технологічний перехід може бути здійснений на таких двох рівнях:

- частковий перехід (фрагментарна модернізація виробництва);
- комплексний перехід.

Проведення комплексної модернізації виробництва є неможливим для ряду підприємств з причин дефіциту власних та інвестиційних коштів, а також стагнації на ринку цементу. Тому для цих суб'єктів господарювання доречним є планомірне просування до комплексної модернізації через ряд часткових змін у виробничому процесі. Фрагментарна модернізація на початкових етапах дозволить частково скоротити негативний екологічний вплив за менших витрат порівняно з комплексною модернізацією. Такий крок дозволить виконувати вимоги НОВ2 (Другий національний визначений внесок) по скороченню обсягів викидів парникових газів і залишатись при цьому на ринку цементу з метою подальшої акумуляції коштів і пошуку інвесторів. Відсутність будь-яких кроків у напрямку модернізації виробництва надалі стане причиною виходу виробника з ринку через надмірні податкові платежі і високу собівартість продукції.

На рис. 2.17 зображено два основні сценарії проведення технологічного переходу цементного виробництва для підприємств галузі.

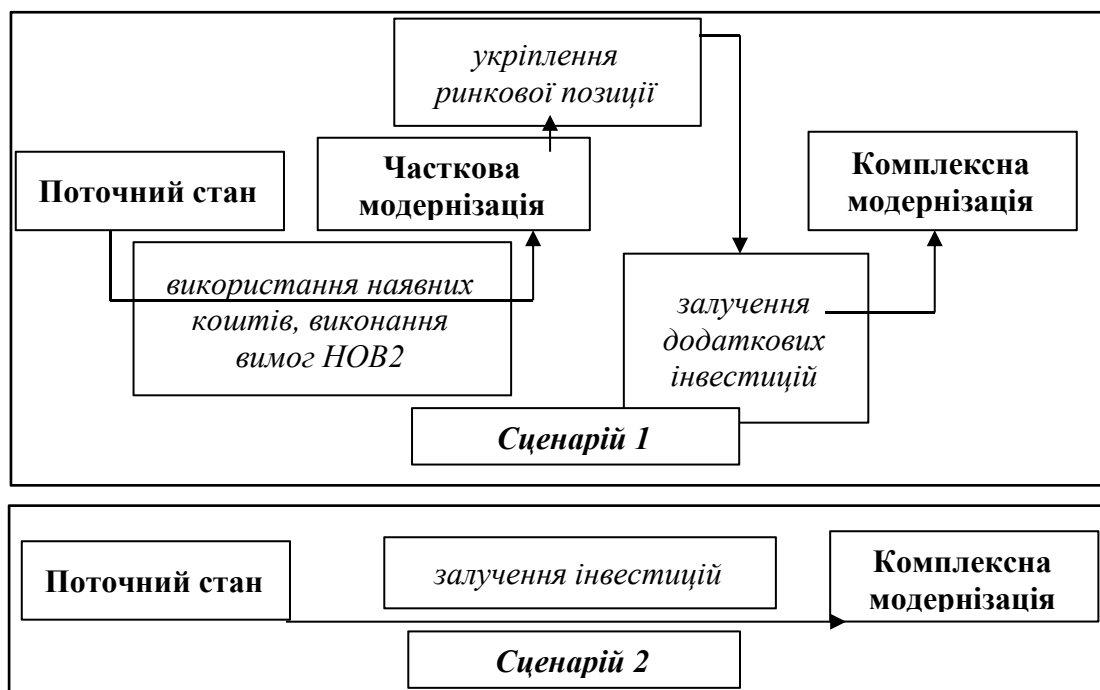


Рис. 2.17. Сценарії ймовірного технологічного переходу при екологічній модернізації виробництва на цементних підприємствах України

*\*побудовано автором*

Сценарій 1 описує поетапне проведення модернізації через фрагментарне оновлення виробничих ліній, яке дозволить поступово скорочувати обсяги викидів парникових газів і залишатись таким чином на ринку. Планомірний перехід є актуальним для таких підприємств, як ПрАТ «Бальцем», ПАТ «Миколаївцемент», ТОВ «Цемент».

Сценарій 2 є більш актуальним для підприємств групи «Дікергофф Цемент Україна», адже для них характерне збільшення обсягів реалізованої продукції, зміцнення своєї ринкової позиції, яке забезпечене вже проведеним частковим оновленням виробничих процесів. Заводи «ЮГцемент» та «Волинь-Цемент» вже працюють над розробкою проєктів модернізації та пошуком інвесторів. Ймовірно, що поживлення на ринку цементу стане відправним моментом для розгортання комплексної модернізації виробництва на цих підприємствах.

З огляду на вищенаведене, найбільш ймовірними варіантами подальшого проведення екологічної модернізації виробництва виробниками цементу в Україні будуть такі:

1) за умов входження заводів «Волинь-Цемент» та «ЮГцемент» до складу промислової групи «СРН-Україна» обидва заводи можуть бути модернізовані поетапно, що передбачатиме виготовлення клінкеру за сухою або комбінованою технологією для обох заводів лише на одному з них; також ймовірним є сценарій проведення паралельної модернізації обох заводів за сприятливих зовнішніх умов;

2) здійснення комплексної екологічної модернізації виробництва з переходом на суху технологію виробництва на підприємствах ПрАТ «Миколаївцемент» та ТОВ «Цемент», які нині працюють з клінкером, виготовленим на ПАТ «Подільський цемент». Усі три підприємства входять у промислову групу «СРН-Україна», також як і у випадку «Волинь-Цемент» та «ЮГцемент» здійснення їх модернізації може бути поетапним та не паралельним;

3) відновлення повноцінного виробництва на ПрАТ «Бальцем» (актуальна виробнича потужність підприємства складає 4 млн т цементу в рік), можлива подальша часткова або комплексна модернізація виробничого процесу, так як це

важливе підприємство для Східної України з найбільш якісною сировинною базою у країні.

Основні закономірності перебігу модернізаційних процесів значною мірою будуть визначені результатами імплементації європейських вимог щодо планового скороченню рівня екологічної шкоди від діяльності промислових об'єктів (Директива ЄС 2010/75/ЄС). На нинішньому етапі гармонізації українського та європейського законодавств відбувається підготовка законопроекту 6004-Д від 04.01.2023 «Про забезпечення конституційних прав громадян на безпечне для життя і здоров'я довкілля» [127]. Відповідно до законопроекту, промисловим об'єктам буде виділено 12 років для здійснення модернізації виробничого процесу відповідно до найкращих доступних технологій та методів управління. У перший рік після ухвалення законопроекту закон має бути введений у дію, наступні 4 роки відведені для затвердження норм найкращих доступних технологій та методів управління. Згідно законопроекту, максимальне відтермінування модернізації промислового виробництва може становити 7 років.

Також варто зазначити, що вже з 1 жовтня 2023 року суб'єкти господарювання, які здійснюють експорт промислової продукції у країни ЄС, зобов'язані складати звітність щодо викидів парникових газів, а з 2026 року мусять сплачувати вуглецевий податок при ввезенні продукції до ЄС. Таким чином, фактично вже з 2026 року промисловці, які вчасно не провели екологічну модернізацію, будуть платити за понаднормові викиди парникових газів. Тобто відтермінування модернізаційних процесів означатиме втрату коштів, яку можна було спрямувати на декарбонізацію діяльності, а отже і звуження подальшого поля можливостей для успішного функціонування на ринку.

На основі методу експоненційного згладжування було побудовано прогноз обсягу інвестицій, які ймовірно будуть надходити у цементну галузь у 2024–2028 рр. З огляду на наявну тенденцію до скорочення обсягу інвестицій у матеріально-технічне переозброєння підприємств протягом останніх 10 років, згідно з проведеним прогнозуванням, галузі вдасться залучати від 0,8 до 0,7 млрд

в грн у рік впродовж наступних 5 років. Проте недоліком такого методу побудови прогнозу є те, що він опирається на значення показника попередніх періодів з різним рівнем значущості даних залежно від їхньої новизни. Тому, якщо враховувати думку експертів про можливе зростання обсягу виробництва цементу у період післявоєнної відбудови до 15 млн т, то вірогідним буде нетипове стрибкоподібне зростання обсягу інвестицій, як це було у 2009 році – після досягнення галуззю пікового обсягу виробництва у 2006–2007 рр. У разі збільшення випуску цементу у період повоєнної відбудови потреба у інвестиційних коштах може зрости до 1,2–1,3 млрд грн в рік. Прогнозні значення інвестицій у модернізацію цементного виробництва – рис. 2.18.

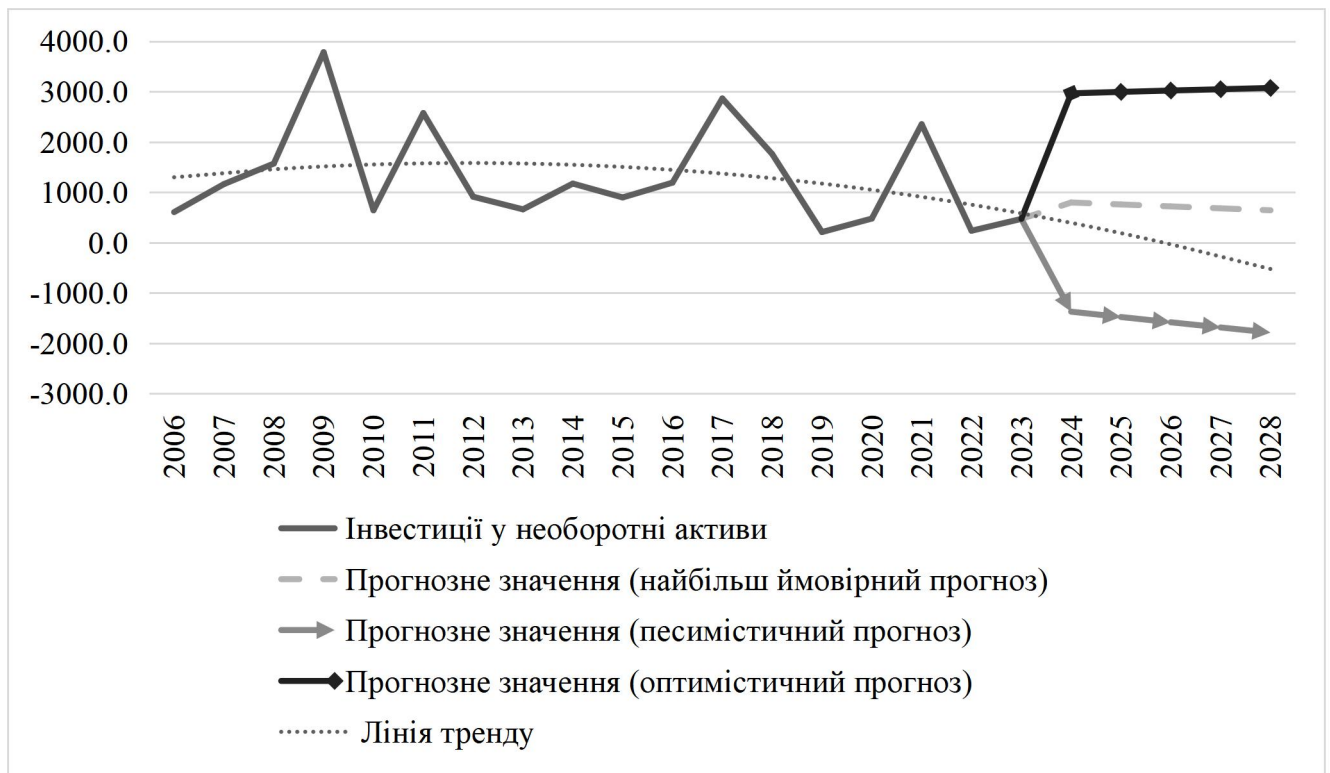


Рис. 2.18. Прогноз обсягу інвестицій у модернізацію цементного виробництва в Україні у 2024–2028 рр., млн грн

*\*побудовано автором*

Для зниження сучасного обсягу викидів двоокису вуглецю на 40 % до технологічно мінімального рівня необхідно залучити приблизно 9,8 млрд. грн. інвестиційних коштів, враховуючи середню вартість комерціалізації та впровадження екологічних інновацій у процес виробництва цементу на рівні 120 дол. США [167] на тону скорочення викидів двоокису вуглецю. Скорочення

обсягу викидів понад 40 % для вітчизняної галузі може бути забезпечено лише через використання технології уловлювання вуглецю.

Можна зробити висновок, що для української цементної галузі ймовірним є здійснення подальшої трансформації виробництва на різних рівнях. Зокрема, для цього є декілька основних причин. По-перше, як вже було раніше встановлено, екологічна модернізація виробництва є визначальним фактором при здобутті виробниками конкурентних переваг. По-друге, наближення вітчизняного законодавства у сфері регулювання впливу на навколишнє середовище до європейського означатиме висунення більш жорстких вимог до способу виробництва з боку держави. Екологічна трансформація стане невід'ємною умовою для продовження господарської діяльності підприємницькими структурами. По-третє, в Україні очікується поживлення у будівельному секторі у зв'язку з необхідністю післявоєнної відбудови, що безпосередньо вплине на обсяг випуску цементу та готовність підприємств до фінансування подальших екологічних проєктів. Поживлення на ринку цементу закономірно викликає посилення інвестиційного інтересу до галузі.

## Висновки до другого розділу.

Необхідність екологізації цементного виробництва зумовлена негативним впливом цементного виробництва на екосистему через шкідливі викиди в атмосферу, генерування шуму і коливань, забруднення водних ресурсів, накопичення виробничих відходів. Окрім цього, виготовлення цементу є надзвичайно енерго- та матеріалоємним процесом. В умовах євроінтеграції та необхідності повоєнної відбудови екологічна трансформація галузі є важливою та неминучою. Нині комплексну модернізацію виробництва здійснило лише кожне четверте підприємства із загальної кількості, решта виробників здійснили лише часткові заходи на шляху екологізації цементного виробництва.

Результати аналізу основних показників діяльності підприємств свідчать про досягнення екологічних та економічних поліпшень переважно тими суб'єктами господарювання, які провели екологічну модернізацію виробництва. Ті підприємства, які впровадили екологічні інновації у виробничий процес, збільшили свої ринкові частки та продемонстрували вищу стійкість до кризових явищ в економіці. Лідерами галузі стали ті суб'єкти господарювання, які провели комплексну екологічну модернізацію виробництва (ПрАТ «Івано-Франківськцемент» та ПАТ «Подільський цемент»). Найбільш суттєво комплексна екологічна модернізація виробництва вплинула на ріст ефективності виробничої та збутової діяльності підприємств. Встановлену пряму сильну залежність між інвестиціями у модернізацію виробництва та конкурентною позицією виробників.

На основі отриманих результатів оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва здійснено групування виробників цементу за рівнем їх технологічної трансформації та впровадження ідей екологічної модернізації у виробничий процес. До першої групи віднесено підприємства, які модернізували виробництво на початковому рівні, до них належать ПрАТ «Бальцем», ПАТ «Миколаївцемент», ТОВ «Цемент» та Кам'янський завод ПрАТ «Кривий Ріг Цемент» із загальним індексом категорій впливу на екосистему більше 1,35. До

другої групи підприємств, які вже провели часткову екологічну модернізацію виробництва, віднесено філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» та Криворізький завод ПрАТ «Кривий Ріг Цемент» із загальним індексом категорій впливу на екосистему від 0,9 до 1,35. До третьої групи, яка відповідає комплексному рівню модернізації, віднесено ПАТ «Подільський цемент» та ПрАТ «Івано-Франківськцемент», загальний індекс категорій впливу на екосистему менше 0,9.

Досліджено сучасні тенденції та перспективи галузі виробництва цементу в Україні, встановлено перманентність модернізаційних процесів. У перспективі очікується збільшення обсягу випуску цементу виробниками у зв'язку з післявоєнною відбудовою, прогнозованою є інтенсифікація процесу виробничого оновлення. В роботі представлено індивідуальні сценарії подальшої трансформації для підприємств, що перебувають на початковому чи частковому рівні модернізації. Визначено два типових сценарію майбутньої екологічної трансформації для цих підприємств: з проміжною фазою часткових поліпшень або з одночасним переходом від досягнутого рівня до комплексної модернізації. Імплементация європейських норм регулювання промислових викидів має послугувати каталізатором для підприємств, які ще не здійснили комплексну екологічну модернізацію, та стане вирішальним фактором завершення модернізаційних процесів вітчизняної цементної галузі та виходу її на європейський рівень якості та відповідності цілям сталого розвитку.

Основні результати наукових досліджень, викладених у другому розділі дисертації, опубліковано в роботах автора [105, 108, 112, 114, 116].

## РОЗДІЛ 3

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ  
ВИРОБНИЦТВА ПІДПРИЄМСТВ ЦЕМЕНТНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ3.1. Впровадження сучасних енергозберігаючих технологій з урахуванням  
цілей Європейського зеленого курсу

Сучасний рівень досягнень науки та прогресу поки що не дозволяє радикально знизити екологічну шкоду від виробництва цементу, адже технологічний процес пов'язаний з вивільненням великої кількості двоокису вуглецю у процесі випікання клінкеру, утворенням значної кількості пилу через необхідність подрібнення сировини та самого клінкеру. За своєю суттю цементне виробництво є одним із найбільш ресурсо- та енергомістких виробництв: у структурі усього промислового енергоспоживання його частка становить 7 %. Проте без виготовлення цементу сучасний розвиток людства також неможливий. За оцінками ООН, до 2050 року кількість жителів міст може зрости на 50 % [147], а цемент – як найпоширеніший будівельний матеріал – слугуватиме процесу урбанізації. За оцінками Європейської асоціації цементу Cembureau [11], використання бетону до 2050 року зросте в середньому на 15 %. Що стосується антропогенного впливу, то галузь цементного виробництва за обсягами викидів CO<sub>2</sub> посідає друге місце серед інших секторів світової економіки із часткою 5–8% [70]. Тому перехід до низьковуглецевої економіки та сталого екологічного розвитку постає як неможливий без екологічної трансформації цементної галузі.

Пріоритетними завданнями для галузі мають стати раціоналізація ресурсовикористання, оптимізація технологічних процесів, пов'язаних із випалом клінкеру, а також пошук сучасних енергоносіїв, які можна інтегрувати у систему

виробництва. Окрім заходів, пов'язаних зі зміною виробничого процесу, трансформації потребує і сам цемент як продукт виробництва. Головною метою вдосконалення цементу є досягнення зниження середньої частки клінкеру у складі продукту.

Основними джерелами викидів CO<sub>2</sub> при виробництві цементу виступають викиди від процесу кальцинації (54 %), другими за часткою є викиди від спалювання палива (43 %), найменшу частку становлять непрямі викиди, пов'язані зі споживанням електроенергії (12 %) [64, с. 75]. Вартість теплової енергії, необхідної для виготовлення клінкеру, сягає від приблизно 52-55 % від собівартості клінкеру та 40 % вартості готово портландцементу [148]. Випуск 1 т портландцементу в середньому зумовлює вивільнення 700–900 кг вуглекислого газу.

Існують чотири основні шляхи зниження рівня екологічної шкоди, зокрема скорочення викидів CO<sub>2</sub> від виробництва цементу:

- зниження показника енергоспоживання;
- заміна традиційних видів палива на альтернативні;
- зниження клінкерного фактору у цементі;
- використання технології уловлювання вуглецю.

#### *Зниження показника енергоспоживання*

Відповідно до даних Європейської Агенції з дослідження цементу (European Cement Research Academy), середній світовий рівень споживання теплової енергії при виробництві сірого клінкеру становить 3,510 МДж/т клінкеру (без врахування енерговитрат на сушіння палива). Це середній показник, розрахований на основі показників енергоспоживання 900 випалювальних печей різного типу та конфігурації. Граничні значення енергоспоживання зафіксовано при використанні мокрої технології – 5,7 МДж та 3,0 МДж – для сухої технології [19]. Обсяг споживання енергії при виробництві цементу залежить від декількох факторів: спосіб виробництва, конструкція обертової печі, специфічні хімічні і фізичні властивості сировини та палива, технологічний рівень виробництва. Вчені дійшли до висновку, що технологічний необхідний мінімум

енергоспоживання, до якого теоретично можна знизити витрати енергії на випал клінкеру перебувають в межах від 1,85 до 2,8 МДж на 1 тону клінкеру в залежності від мінерального складу сировини та хімічного перебігу реакції спікання клінкеру.

До головних заходів технічного напрямку з підвищення ефективності енергоспоживання при виробництві цементу належать ті, які передбачають зміну технології виробництва на більш ощадливу (наприклад, з мокрої на суху або напівсуху). Особливо це актуально для української цементної галузі, де завжди традиційною була мокра технологія виробництва, що зумовлено специфікою місцевої сировинної бази. Та попри усталеність технологічних підходів до виробництва, яка зумовлена тривалим періодом експлуатації пічного обладнання, складністю та дороговизною технічного переобладнання, перехід на менш енерговитратні суху та напівсуху технології виробництва дає значні екологічні поліпшення та економічні переваги. Передусім, перехід від мокрої технології до сухої вирішує проблему енергоємності виробничого процесу: від 5450 до 6800 КДж на тону виготовленого цементу і від 2700 до 3700 КДж на тону при сухій технології. Внаслідок зниження частки енергоносіїв у структурі матеріального споживання зменшується і кількість викидів вуглекислого газу та інших шкідливих сполук, середній рівень пічних газів стає нижчим на 30-40 % порівняно з мокрою технологією [153, с. 23]. Також при переході на суху технологію значно знижується виробниче споживання води. Оскільки вартість енергоносіїв сягає інколи 50 % собівартості продукції, вирішення проблеми надмірного енергоспоживання перетворюється у екзистенційну необхідність для цементних виробників з метою збереження своїх ринкових позицій та досягнення відповідності умовам конкурентної боротьби.

Загалом мокра технологія виробництва вважається застарілою і у будь-якому разі потребує заміни. Проте перехід на іншу технологію часто є складним та навіть суперечливим. До прикладу, при сухій технології виробництва рівень пилоутворення значно вищий, ніж при мокрій, а випалювальні печі є складнішими у експлуатації та дуже чутливими до зміни хімічного складу сировини, що робить

їх менш універсальними. Тому до питання модернізації треба підходити комплексно.

Оскільки частина підприємств не можуть виконати повний перехід на суху технологію виробництва з ряду причин, то важливо розглянути і проміжні варіанти модернізації, які можуть лімітувати негативний вплив існуючої технології і є більш доступними. Особливо актуальним є питання вартості проведення екологічної модернізації виробництва цементу у період стагнації галузі, низьких показників зростання попиту, відсутності державної підтримки та слабкого інтересу інвесторів до національного виробництва. Тому розглянемо і інші підходи до зниження негативного впливу виробництва цементу на навколишнє середовище.

#### *Заміна традиційних видів палива на альтернативні*

Як вже було зазначено, обрання спільнотою країн курсу на сталий розвиток стало причиною перегляду застарілих підходів до господарювання. Головним виразником змін у промисловому секторі, який є одним із найбільш енергоємних, є тенденція заміни традиційних видів палива, спалювання яких призводить до вивільнення великої кількості парникових газів. Згідно з даними Європейської агенції навколишнього середовища (European Environment Agency) [24], серед країн ЄС відбувся зсув у структурі використовуваних паливних ресурсів. Країнами досягнуто значного зниження загального рівня використання натурального газу (в середньому вдвічі з 2004 по 2021 рік).

За даними Європейської Академії з вивчення цементу (European Cement Research Academy) [19], використання альтернативних видів палива для потреб цементної індустрії у світовому розрізі в середньому становить 16 %, з яких 6 % припадають на спалювання біомаси. Решта 84 % паливно-енергетичних ресурсів охоплюють усі традиційні види палива, які і раніше забезпечували енергетичні потреби цементного виробництва.

Динаміка використання різних видів палива країнами ЄС – рис. 3.1.

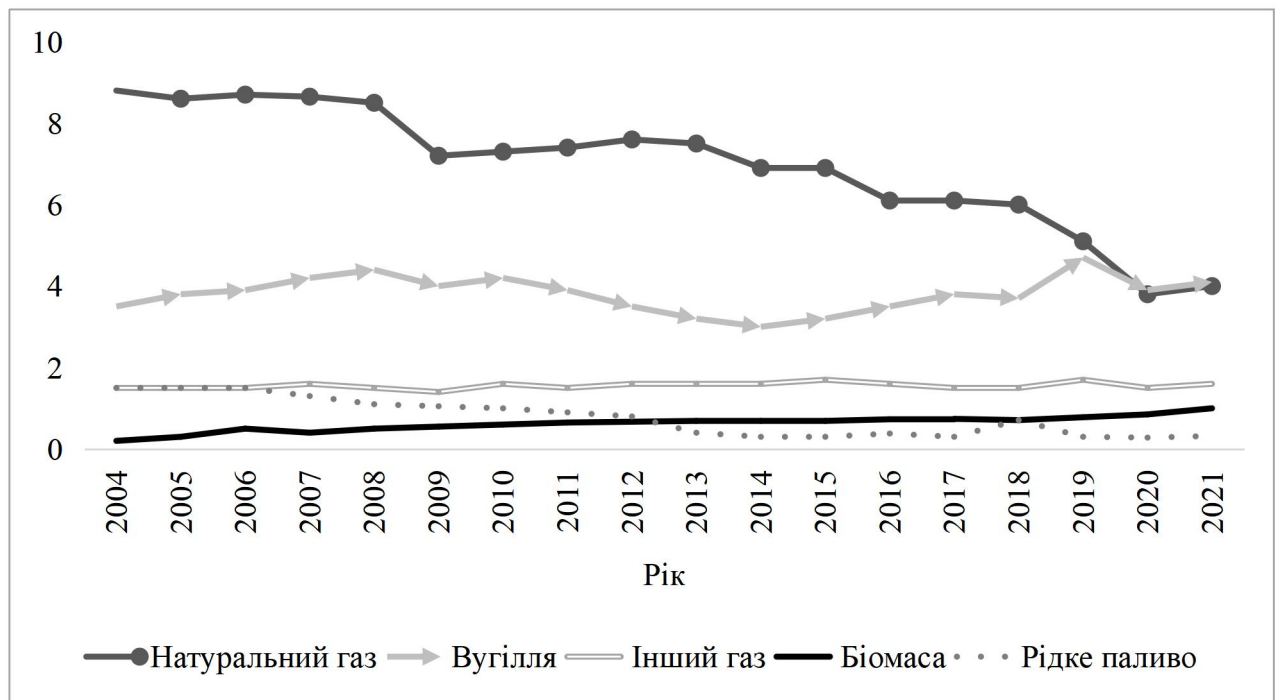


Рис. 3.1. Динаміка використання різних видів палива країнами ЄС у 2004–2021 рр., млн ТДж

*\*побудовано автором на основі джерела [24]*

Що стосується країн ЄС, то для них характерне переважне використання твердого відновленого палива як альтернативного, а також змішаних промислових відходів та відпрацьованих шин. Частка відходів біомаси є трохи нижчою, ніж загалом у світі, і становить 5 % [12, с. 9]. Загалом, середня часта заміщення традиційних видів палива на альтернативні є різною як за регіонами, так і за окремими підприємства. Виробники, які провели модернізацію усіх функціонуючих печей, досягають рівня заміщення традиційного палива на альтернативні види до 30 % та 17 % при заміщенні на біомасу. Проте такі показники не є свідченням максимально допустимої норми заміщення. Деяким європейським виробникам вдалось знизити рівень використання традиційних видів палива до 40 % для цементної галузі загалом, та навіть до рівня 5 % для деяких окремих заводів [19, с. 15]. З огляду на те, що викиди CO<sub>2</sub>, спричинені спалюванням традиційного палива, становлять приблизно третину у загальній структурі вуглецевого сліду, можливість заміщення такого виду палива більш декарбонізованим постає як надзвичайно важлива та перспективна для цементної індустрії. Окрім можливості уникнути генерування надлишкових парникових

газів, такий підхід до модернізації допомагає паралельно сприяти вирішенню проблеми накопичення, обробки та утилізації різних видів відходів, які у будь-якому випадку необхідно або спалювати, або залишати на полігонах, що також спричиняє виникнення парникових газів. На рис. 3.2 зображено розподіл часток альтернативних видів палива у загальній структурі споживання цементними виробниками країн ЄС.

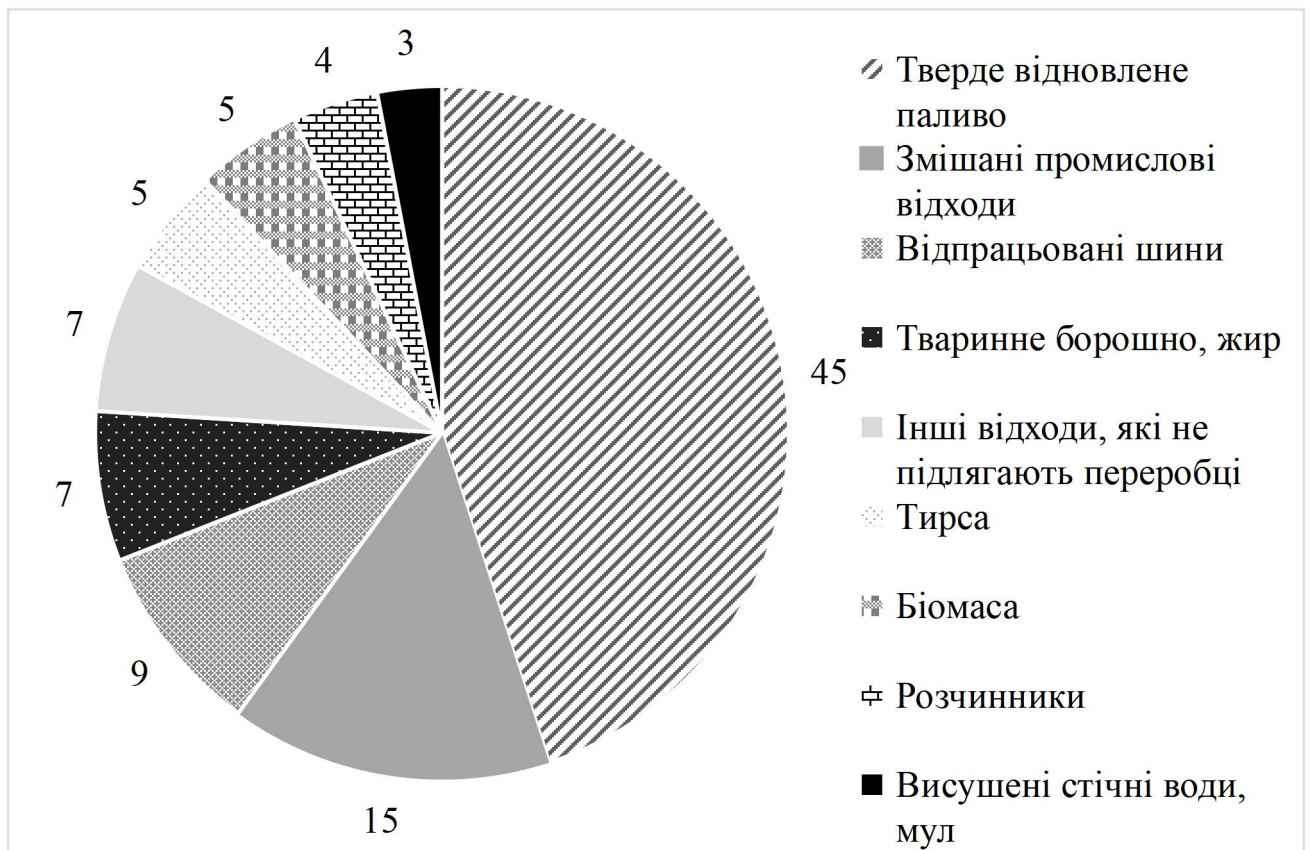


Рис. 3.2. Структура використання палива з вторинних відходів виробниками цементу країн ЄС у 2021 році, %

\* побудовано на основі джерела [12, с. 10]

Труднощі на шляху до заміщення традиційного палива альтернативним пов'язані перш за все з неоднорідністю наявної паливної сировини, а також її обмеженою кількістю. Хімічний склад таких видів альтернативного палива, як доменний шлак, зола бурого вугілля, карбідний шлам, газобетонне борошно або залишки вапна від цукрової промисловості – різний. Відмінність декарбонізованої фракції одного й того ж матеріалу обмежує його використання у великій кількості та певною мірою здорожує виробничий процес. Використання альтернативної сировини висуває нові вимоги до тестування цієї сировини і визначення її

придатності до використання у процесі виробництва клінкеру та сумісності з наявним виробничим обладнанням (відповідність вимогам до калорійності, відсутності зайвих домішок).

### *Співспалювання*

Особливого значення та поширення у сучасних реаліях смітєвого накопичення набувають способи співспалювання різних видів сміття як альтернативного палива та традиційного палива, яке використовують в процесі виготовлення клінкеру. В середньому у країнах Євросоюзу щороку спалюється приблизно 7 млн т альтернативного палива на промислових установках. Серед європейських країн також значно поширене спалювання таких відходів як відпрацьовані шини, осади стічних вод. Окрім зниження рівня використання викопної сировини, описаний підхід дозволяє знизити питомі витрати енергії на випал клінкеру та просунутись вперед у вирішенні питання накопичення сміття. Опосередкований екологічний ефект також викликаний тим, що при накопиченні сміття на полігонах також виділяються парникові гази, а у разі простого спалювання сміття також виникають витрати енергії та викиди забруднюючих речовин. Головними передумовами до впровадження співспалювання сміття у печах для випалу клінкеру є узяття курсу на обмеження практики захоронення сміття на полігонах та на організацію контрольованого збору та торгівлі відходами на рівні держави. Також вагомим аспектом у поширенні цього способу є погодження та прийняття практики спалювання сміття з боку громадськості. Безумовно, що з боку підприємства використання сміття як палива ставить нові вимоги до технічного контролю за викидами забруднюючих речовин та заходів до їх уловлювання.

Українські виробники цементу також підтримують світову тенденцію заміщення традиційного палива на альтернативне, попри наявні технологічні та організаційні труднощі. Зокрема, ПрАТ «Кривий Ріг Цемент» розпочало перехід на використання лушпиння соняшнику для забезпечення технологічного процесу просушування сировини. Керівництвом підприємства встановлено, що очікувані обсяги скорочення викидів парникових газів можуть досягати 30 тис. т на

рік [101]. Також менеджмент підприємства планує впровадити використання RDF палива, тобто твердого відновленого палива, з 2024 року.

#### *Зниження клінкерного фактору*

Європейська асоціація цементу Cembureau [53] визначає середнє значення клінкерного фактора серед європейських виробників цементу на рівні 80 % та постулює амбітну екологічну мету для підприємств – знизити цей показник до 70 %. Це може бути досягнуто декількома шляхами: заміщенням сировинних компонентів на відходи інших галузей, які мають цементуючі здатності; розробка сучасних видів цементу з новими характеристиками.

Заміщення сировинних компонентів на відходи інших галузей промисловості може бути багатоваріантним. Наприклад, технологи пропонують використовувати шлаки чорної та кольорової металургії. Це дозволить знизити частку алюмосилікатного або карбонатного компонентів до 20 % у структурі сировинної суміші. Золошлакові відходи здатні замінити до 50 % карбонатного компоненту у сировині і до 70 % алюмосилікатного. Кооперація з металургійними підприємствами здатна забезпечити заміщення 100 % золівмісного компонента у сировинній суміші [153, с. 41]. На сьогодні увага вчених також присвячена дослідженню можливості використання кальцинованої глини та карбонізованої бетонної крошки, оскільки згідно з прогнозами обсяги відходів від вугільних електростанцій та доменних печей з часом будуть зменшуватись. Також відома успішна практика використання силікату магнію підприємствами зі США.

Практика декарбонізації цементного виробництва через заміщення частини сировини з вуглецевою частиною на безвуглецеву активно застосовується на підприємстві ПрАТ «Кривий Ріг Цемент». Підприємство використовує як замітник доменний шлак, частка заміщення є найвищою по країні та складає 20 % від усієї сировинної суміші. Окрім цього, частину сировини замінюють відпрацьованим золошлаком від ТЕЦ, частка заміщення до 5 %. Загалом таке заміщення дозволяє скорочувати викиди вуглекислого газу у пропорції 300–350 кг на 1 т заміщеної сировини доменним шлаком [101].

### *Нові види цементу*

Європейська асоціація цементу Cembureau визначає розробку сучасних низькоенергоємних цементів з пониженим клінкерним фактором (65-50 %) як одне із рішень проблеми енергоємності та високої інвазивності цементного виробництва у навколишнє природне середовище [84, с.64]. На сьогодні вітчизняні науковці займаються розробкою лужно-сульфатноактивованих композиційних цементів (Кропивницька М. [133]), в основу яких покладена ідея оптимізації гранулометричного складу головних компонентів та управління процесом раннього структуроутворення цементуючої сировини через вплив на перебіг хімічних реакцій. Також вітчизняні науковці [139] фокусують свою увагу на розробці клінкер-ефективних бетонів на базі оптимізованих високоякісних порландцементів марок СЕМ І 42,5R, СЕМ ІІ/А-S 42,5R, СЕМ ІІ/А-LL 42,5R, СЕМ ІІ/А-Р 42,5R виробництва ПрАТ «Івано-Франківськцемент» та створенні композиційного портландцементу з високою ранньою міцністю. На ПрАТ «Кривий Ріг Цемент» спеціалісти теж займаються розробкою нового жаростійкого бетону, до складу якого входять шлаки феросплавних виробництв.

Використання перших двох способів, а саме: скорочення енергоспоживання та підвищення клінкер-ефективності цементів, з метою оптимізації екологічного навантаження вважається вже традиційним для галузі та активно використовується протягом останніх десятиріч. Що стосується заходів, пов'язаних із використанням альтернативних видів палива та уловлювання вуглецю, – то вони дозволять скоротити негативний вплив у разі, якщо внесення змін у технологічну складову виробництва більше не дозволяє це робити.

### *Технологія уловлювання вуглецю*

Технологія уловлювання вуглецю унікальна тим, що без зміни технологічного процесу виготовлення цементу дозволяє подолати усталені норми викидів та значно знизити їх. Для виробництва цементу таке рішення дасть змогу скоротити викиди вуглекислого газу, попри технологічно передбачені норми забруднення. Попри свою вартість, ця технологія постає як один з тих кроків, які промислові підприємства будуть вимушені здійснити на шляху зменшення свого

вуглецевого сліду у недалекому майбутньому. Чим більшою буде вартість викидів вуглецевих одиниць, тим швидше активізується впровадження технології на підприємствах. На сьогодні вартість уловлювання вуглекислого газу складає в межах 40 до 120 дол. США за 1 т CO<sub>2</sub>. Вартість транспортування акумульованих сполук є варіативною та залежить від об'ємів газу, відстані для транспортування та умов зберігання. Досвід США показує, що вартість транспортування наземними трубопроводами становить від 2 до 14 дол. США. Вартість зберігання тонни CO<sub>2</sub> починається з 10 дол. США та є неоднаковою у різних регіонах [7]. Окрім цього, експерти прогнозують поступове зниження вартості імплементації технології уловлювання вуглецю по мірі збільшення досвіду з її комерціалізації.

Найважливішим під час проведення екологічної модернізації виробництва є комплексність та раціональність обраних підходів, адже осучаснення цементного виробництва проходить у різних площинах: технологічній, правовій, управлінській. Тобто оптимізація технології виробництва має супроводжуватися поліпшенням супутніх виробничих процесів, налагодженням ефективної системи контролю за виробництвом, розробкою дієвого управлінського підходу для імплементації та підтримки інноваційних рішень, а саме: впровадження системи інноваційного менеджменту. Особливої уваги заслуговує дотримання принципу найкращих доступних технологій у ході екологічної модернізації виробництва.

Найкращі доступні технології мають стати серцевиною управлінської моделі, яка втілює екологічну модернізацію виробництва, адже саме принцип використання найкращих доступних техніко-технологічних рішень з метою екологічного поліпшення виробничого процесу закладений у фундамент самої ідеї екологічної модернізації як соціо-економічного концепту. Що стосується законодавчої площини, то порядок застосування найкращих доступних технологій та методів управління з метою досягнення цілей вуглецевої нейтральності країн Європи до 2050 року визначено у Директиві 2010/75/ЄС про промислове забруднення. Угода про асоціацію України та ЄС, у свою чергу, визначає загальний політичний та економічний курс України та потребує узгодження вітчизняного законодавства з європейським. Використання найкращих доступних

технологій та методів управління постає як виконання обов'язкової вимоги до екологічної трансформації промислового виробництва та визначає перспективи для українського реального сектору. Проте навіть до того, як такий підхід до модернізації виробництва стане обов'язковим для промислових підприємств, деякі компанії вже впровадили у виробництво найкращі доступні технології (наприклад ПрАТ «Івано-Франківськцемент» та ПАТ «Подільський цемент») з метою зменшення антропогенного впливу та отримання конкурентних переваг.

Використання найкращих доступних технологій та методів управління передбачає відповідну організаційну підготовку, зокрема, впровадження та дотримання системи енергетичного менеджменту (СЕМ) (Energy efficiency management system), якою передбачається виконання таких вимог [66]:

- прихильність вищого керівництва до інноваційного типу розвитку компанії;
- визначення вищим керівництвом підвищення енергоефективності як однієї з ключових цілей розвитку;
- планування та встановлення цілей і завдань відповідно до політики енергоефективності;
- впровадження та функціонування процедур, які сприяють планомірному підвищенню енергоефективності;
- визначення структури та обов'язків персоналу відповідно до політики енергоефективності, відповідне навчання та перепідготовка штату;
- внутрішня комунікація, залучення працівників до загального процесу оптимізації енергоспоживання;
- налагоджений документообіг;
- ефективний контроль усіх процесів;
- використання сучасних програм технічного обслуговування;
- технічна та організаційна готовність до надзвичайних ситуацій;
- забезпечення дотримання законодавства та угод у сфері енергоефективності (якщо такі існують);
- приділення особливої уваги перевірці ефективності та вжиттю коригувальних заходів;

- безперервний моніторинг та вимірювання рівня енергоспоживання, фіксування усіх подій;
- незалежний внутрішній аудит для визначення відповідності СЕМ запланованим заходам та фактичному її втіленню;
- перегляд СЕМ на предмет її релевантності та адекватності і ефективності з боку керівництва;
- розробка енергоефективних технологій та відстеження змін у сфері енергоефективності.

Таким чином, можна зробити висновок, що екологізація промислового виробництва, цементного зокрема, постає необхідною умовою продовження успішної господарської діяльності для суб'єктів підприємництва. Вхідження України у європейський торговельний і економічний простір ставить нові вимоги до якості та екологічності виготовленої продукції. З огляду на досвід європейських виробників та сучасні найкращі доступні технології та методи управління українські виробники цементу з повним виробничим циклом насамперед мають досягти зниження енергоємності цементної продукції та скорочення частки сировини, яка може спричинювати вивільнення двоокису вуглецю. Використання сучасних технологій, спрямованих на екологічне поліпшення, сприятиме зростанню конкурентоспроможності виробників як на національному, так і на міжнародному рівні.

### 3.2. Фінансове забезпечення екологічної модернізації виробництва суб'єктів підприємництва

Можливості залучення фінансування для реалізації інноваційних проєктів стають визначальним фактором розвитку суб'єктів підприємництва. Фінансування екологічних інновацій потребує ще більш детального вивчення, адже є специфічним видом інвестиційної діяльності. Вивчення сучасних тенденцій у сфері фінансування інноваційної діяльності суб'єктів підприємництва дозволить розробити актуальні рекомендації щодо залучення коштів на реалізацію екологічних проєктів, в тому числі і у цементній галузі.

Стан сучасного рівня інноваційного розвитку промислових підприємств України може бути наочно охарактеризований часткою витрат на виконання наукових досліджень і розробок у структурі ВВП. З 2016 по 2022 рік середня частка дорівнювала 0,42 % [119]. Для порівняння: середня частка витрат на науково-дослідні розробки у країнах ЄС, у аналогічному періоді становила 2,21 % та мала стійку тенденцію до зростання, на відміну від показника України (рис. 3.3).

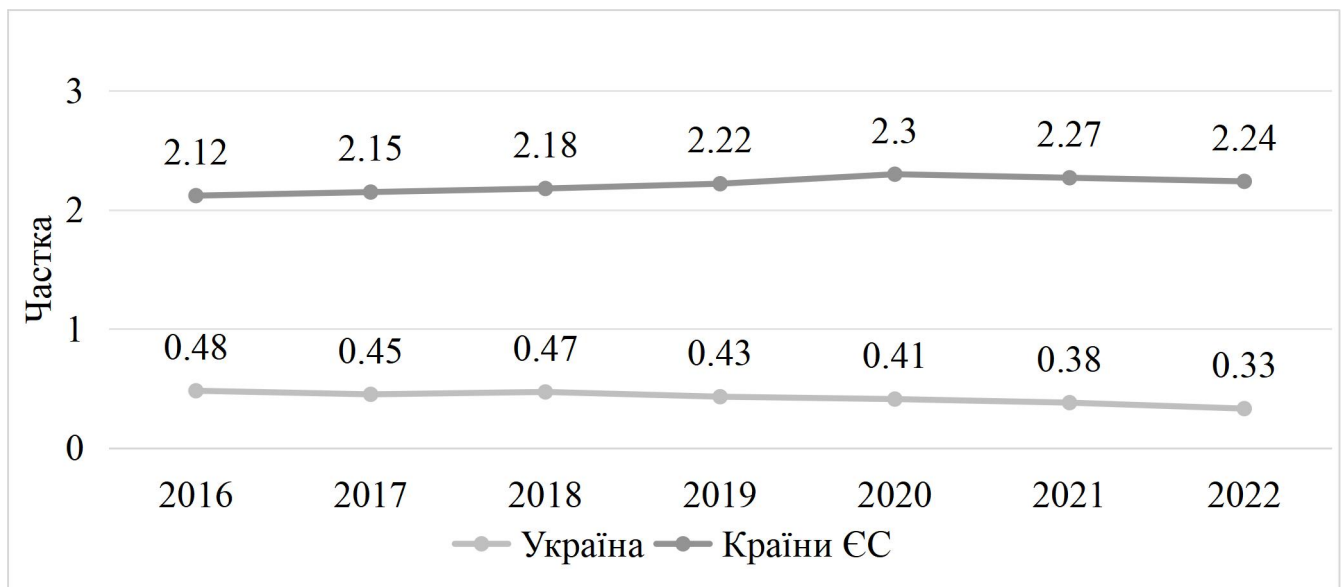


Рис. 3.3. Динаміка частки витрат на науково-дослідні розробки в Україні та країнах ЄС у 2016–2022 рр., %

*\*побудовано автором на основі джерела [119]*

Найбільшу частку у структурі витрат на інноваційну діяльність підприємств України за видами діяльності склали витрати на науково-технічні розробки (середня частка 55 %). Витрати на прикладні та фундаментальні розробки є меншими за обсяг, середні частки 22 % та 23 % відповідно. Динаміка витрат у 2016–2022 рр. наведено на рис. 3.4.



Рис. 3.4. Обсяг витрат на інноваційну діяльність підприємств України за видами діяльності у 2016–2022 рр., млн. грн

*\*побудовано автором на основі джерела [119]*

Відповідно до даних Державної статистичної служби України [119] середня частка витрат на оновлення основних засобів, а також купівлю програмного забезпечення у структурі витрат на інноваційну діяльність за напрямками інноваційної діяльності підприємств становить 72,5 %. Середні витрати на фундаментальні дослідження та розробки досягають приблизно 20 % від загального обсягу. Категорія «інші витрати», що включає витрати, пов'язані з поліпшенням товару та його властивостей, організаційних інновацій, захистом нетрадиційних видів інтелектуальної власності, реєстрацією товарних знаків та місць географічних місць розташування тощо в середньому становлять 7 %. Стаття витрат, пов'язана з купівлею знань із зовнішніх джерел є найменшою, її середня частка складає 0,5 %. Також варто додати, що витрати несуть лише ті підприємства, які власне несуть зазначені витрати і займаються науковими

розробками та впроваджують інновації у різні сфери своєї діяльності, тобто вважаються інноваційно активними. Проте частка таких підприємств в Україні все ще невелика: лише 17 % промислових підприємств належать до цієї категорії.

Фінансове забезпечення напряму впливає на інтенсивність впровадження інновацій серед суб'єктів господарювання, тому розглянемо ті джерела фінансування, які можуть бути використані для забезпечення інноваційної діяльності, та дослідимо типову для промислового сектору структуру джерел залучення необхідних коштів.

Ст. 18 Закону України «Про інноваційну діяльність» визначає такі джерела фінансування інноваційної діяльності для суб'єктів господарювання [161]:

- 1) кошти Державного бюджету;
- 2) кошти місцевих бюджетів;
- 3) власні кошти, які належать спеціалізованим державним і комунальним фінансово-кредитним установам;
- 4) кошти суб'єктів інноваційної діяльності: власні або запозичені;
- 5) кошти у вигляді інвестицій, які належать фізичним чи юридичним особам;
- 6) кошти з інших джерел, які не заборонені законодавчо.

Найменш ризикованим та більш простим з точки зору процедури залучення є використання власних коштів суб'єкта господарювання. Як правило, спрямування власних коштів підприємства на інвестиційні потреби здійснюється через використання нерозподіленого прибутку, амортизаційних нарахувань та фонду розвитку виробництва. Відрахування у фонд розвитку виробництва здійснюються до сплати податків, зменшуючи таким чином обсяг валового прибутку. Кошти фонду мають використовуватися відповідно до цільового призначення, а саме: фінансування науково-дослідної та дослідно-конструкторської робіт, розширення чи оновлення виробництва, нарощення матеріально-технічної бази [124]. Також можливе використання коштів із резервного фонду для покриття витрат на ведення інноваційної діяльності до моменту досягнення запланованого рівня виробництва та прибутковості проєкту.

Ще одним критерієм для класифікації механізмів залучення інвестиційних коштів є метод залучення інвестицій. Автори виділяють такі основні механізми залучення коштів [99]:

- засновані на акціонуванні;
- на базі позикового фінансування;
- на базі державного фінансування;
- самофінансування.

Основними суб'єктами інвестування виступають самі підприємства, їхні об'єднання, промислово-фінансові групи, окремі фізичні особи, інноваційні та інвестиційні фонди, кредитні установи, держава. Залежно від національної приналежності суб'єкти інвестування виступають як резиденти та нерезиденти.

Згідно з даними Державної служби статистики України [119], основним джерелом фінансування інноваційної діяльності серед промислових підприємств країни були власні кошти (середнє значення становить 77,5 % від загального обсягу інвестицій за період). Другим джерелом за частотою використання виступають кошти інших джерел, в середньому вони становили 15 % у загальній структурі джерел фінансування за період. До цієї категорії належить банківське кредитування, кошти венчурних та спеціалізованих фінансових інститутів, ресурси інвесторів-резидентів. Участь інвесторів-нерезидентів є не такою активною, як цього потребує економіка країни, середня частка останніх у фінансуванні інноваційної діяльності за період – 5,5 %. Найменш поширеним є механізм державного фінансування інноваційного розвитку серед промислових підприємств України – 2 %. Власне, саме така особливість вітчизняного фінансування інноваційної діяльності підприємств визначає переважання у загальній структурі витрат на інноваційну діяльність видатків на придбання обладнання, машин та програмного забезпечення.

На рис. 3.5 зображено динаміку коливання структури джерел фінансування інноваційної активності у 2016–2022 рр.

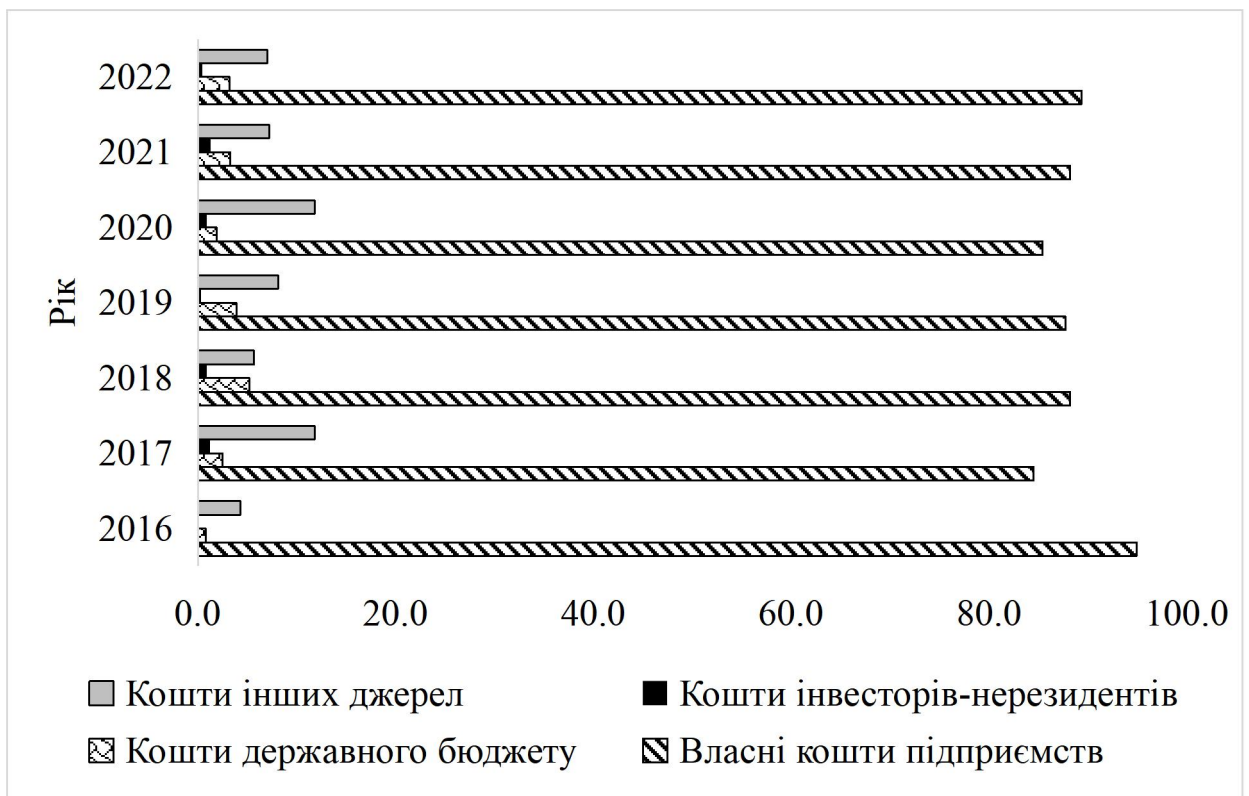


Рис. 3.5. Динаміка часток джерел фінансування інноваційної активності у загальній структурі серед промислових підприємств України у 2016–2022 рр., %

*\*побудовано автором на основі джерела [119]*

Як було зазначено раніше, другим за значенням у структурі джерел фінансування інноваційної діяльності серед промислових підприємств є використання інших джерел фінансування. Розглянемо можливості використання основних методів залучення коштів в межах цієї категорії: банківського кредитування, венчурного та проєктного фінансування.

Згідно з даними Національного банку України [169], найбільшу частку у структурі наданих кредитів займають кредити, надані нефінансовим корпораціям, середня частка за період становить 73 %, на другому місці – кредитування споживчого сектору з середньою часткою 25 %. На третьому місці – одразу дві категорії боржників: сектор державного управління та інші фінансові установи з середньою часткою 1 % (рис. 3.6). Можна зробити висновок, що кредитування суб'єктів господарювання є найпоширенішим для вітчизняної кредитної системи.

Попри те, що банківське кредитування є рушійною силою для інноваційного розвитку підприємств у країнах з ринковою економікою, використання цього

джерела фінансування є утрудненим для українських підприємств. Головним недоліком вітчизняного банківського кредитування є те, що фінансові установи радше кредитують поточні фінансові потреби підприємств, ніж великі інвестиційні проєкти. Вартість довгострокових кредитів є вищою, також банки вимагають наявності застав та гарантій, які підприємства не завжди можуть надати. Окрім високої вартості залучення кредиту, стримувальним фактором є обмежений обсяг довгострокових ресурсів у кредитних установах. У більшості випадків українські банки не здатні виділяти кошти на масштабні довгострокові проєкти через свою малу потужність. Поширеним серед кредитних установ є низький рівень капіталізації, наявність переважно короткострокової ресурсної бази, висока вартість депозитних вкладів, неготовність точно оцінювати ризики. В свою чергу, проєктне інвестування втрачає свою привабливість для банків через високий рівень ризикованості та відносно невисоку рентабельність [103, с. 15].

Основною перешкодою для більш активного використання цього фінансового інструменту серед суб'єктів підприємництва є висока фактична вартість залучення кредитів. У 2018–2022 рр. відбулося зниження відсоткових ставок за довгостроковими кредитами у національній валюті з 19,9 до 13,5 %. Аналогічна тенденція спостерігалась і для короткострокових позик у національній валюті, значення процентної ставки за 5 років знизилось з 17,7 % по 10,3 %, особливо стрімке зниження ставки відбулось у 2020 році (7,6 п.п.) [169]. Проте варто зазначити, що фактична вартість залучення банківських кредитів є вищою через наявність прихованих платежів та комісій. Інколи вартість кредитів досягає рівня 30 %.

На рис. 3.6 зображено значення відсоткових ставок за кредитами у національній та іноземній валютах для суб'єктів господарювання.

До категорії «інші джерела» фінансування інноваційної діяльності промислових підприємств також належить венчурний капітал. Венчурне інвестування вважається більш ризикованим та орієнтованим на вкладення коштів у бізнес, який перебуває на початковій стадії свого розвитку. Хоча вкладення коштів у масштабні довгострокові проєкти, пов'язані з технічним переозброєнням

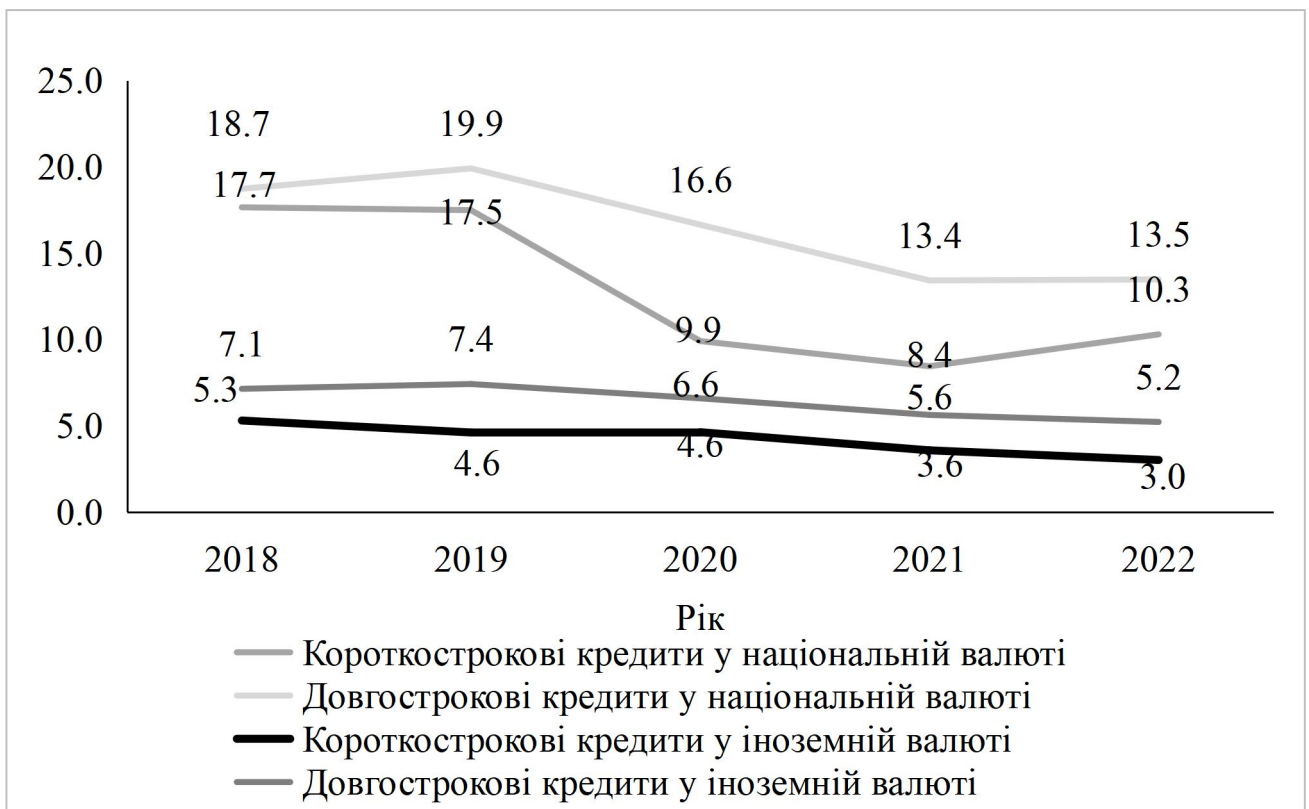


Рис. 3.6. Динаміка відсоткових ставок за кредитами у національній та іноземній валюті, наданих суб'єктам господарювання у 2018–2022 рр., %

*\* побудовано автором на основі джерела [169]*

підприємств, також є достатньо ризикованим, проте рівень очікуваної прибутковості є нижчим.

Згідно з доповіддю аудиторської компанії «Deloitte», лідером серед галузей за інвестованим венчурним капіталом у 2019 році є ІТ-сектор, а саме: розробка програмного забезпечення із загальною сумою укладених угод 272, 2 млн дол. США. На другому місці за цим показником – сфера розробки онлайн-сервісів, на третьому – машинобудування та виробництво обладнання, на четвертому – створення маркет-плейсів [86]. Таким чином, можна зробити висновок, що залучення венчурного фінансування є недоцільним у випадку пошуку фінансових ресурсів для масштабних інноваційних проєктів на промислових підприємствах. Брак власних коштів та дорожня і складність залучення позикових коштів на внутрішньому ринку стимулюють суб'єктів підприємництва до пошуку альтернативних рішень, які дають змогу додатково залучати іноземні інвестиції до процесу фінансування проєкту. На жаль, середня частка фінансової участі

нерезидентів у процесі фінансування інноваційної діяльності за період з 2002 по 2023 рік досягала лише 5,5 % [163], а обсяг прямих іноземних інвестицій мав стійку тенденцію до скорочення (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Динаміка обсягу прямих іноземних інвестицій в Україну з 2008 по 2023 рік, млн дол. США

*\*побудовано автором на основі джерела [163]*

Частка прямих іноземних інвестицій, які спрямовуються на промисловий сектор, становить приблизно 10 % [73]. Що стосується цементної галузі, то прямі іноземні інвестиції стали вирішальними для вітчизняних підприємств на шляху до проведення екологічної модернізації виробництва. До 2017 року виробництво цементу було сконцентроване переважно в руках іноземних холдингів з Німеччини, Ірландії, Кіпру, Росії лише ПрАТ «Івано-Франківськцемент» перебував у державній власності. Проте з 2018 року контрольний пакет акцій (96,61 %) підприємства був куплений керівництвом швейцарської компанії «CemInWest SA» [154]. Залучення прямих іноземних інвестицій, зокрема коштів ірландської компанії CRH, яка є світовим лідером з випуску будівельних матеріалів, дозволило провести комплексну екологічну модернізацію виробництва на підприємстві ПАТ «Подільський цемент» та перейти на суху технологію виробництва. Часткове оновлення виробничих ліній та посилення уваги до очисних систем на цементних заводах (Кам'янський та Криворізький)

було досягнуто завдяки залученню інвестицій німецької компанії «HedelbergCement AG». Входження ПАТ «Волинь-Цемент» до міжнародної корпорації «Buzzi Unicem» уможливило перехід підприємства на напівсухий спосіб виробництва, будівництво сучасного цементного млина, нової електростанції. Притік іноземного капіталу дозволив вийти українським цементним підприємствам із стану стагнації, допоміг перейти на європейський рівень вимог до виробництва, сприяв підвищенню ефективності екологічних заходів. Міграція іноземного капіталу продовжується. Через ряд обставин, зокрема воєнні дії в Україні, неефективні антидемпінгові заходи, з українського ринку вийшла компанія «HedelbergCement AG». Натомість швейцарська компанія «CemInWest SA» освоює вітчизняну цементну галузь. Можна зробити висновок, що прямі іноземні інвестиції є одним із ключових факторів розвитку галузі.

Ще одним важливим способом залучення інвестицій у модернізацію великих промислових об'єктів, зокрема цементних заводів, є використання проектного фінансування. Проектне фінансування – це спосіб залучення інвестицій для реалізації проектів, при якому грошові потоки, які генерує проект, і будуть виступати джерелом для погашення боргового зобов'язання. Тобто ключовим фактором при прийнятті рішення про виділення фінансових ресурсів є не наявність застави чи гарантій, а безпосередня інвестиційна привабливість проекту, його здатність генерувати грошові кошти та обраний спосіб розподілу ризиків. Цей тип фінансування є безрегресним або частково регресним. Тобто у випадку невдалої реалізації проекту інвестор може повернути кошти шляхом реалізації тих активів підприємства, які йому були виділені. Тому проектное фінансування вважається більш ризикованим, ніж банківське кредитування, яке має забезпечення та гарантії повернення. Саме така специфіка проектного фінансування ставить високі вимоги до попереднього оцінювання проектів, а також до моніторингу діяльності об'єкта інвестування. Окрім вимог до підготовки необхідної документації, проект фінансування є можливим для суб'єктів середнього та великого бізнесу, адже лише такі суб'єкти господарювання здатні забезпечити значні витрати на проведення підготовчих робіт, вони мають

прогнозовані доходи та є привабливими з точки зору набуття інвесторами частини їхніх активів. Для заохочення інвесторів суб'єкти підприємництва вимушені погоджуватись на високий відсоток обіцяного прибутку для інвесторів, власну фінансову участь, а також уступку частини активів для можливості фактичної участі інвесторів в управлінні проектом.

Ключовими характеристиками проектного фінансування є такі [94, с. 206]:

- об'єктом інвестування виступає прибуткова організація, яка здатна забезпечити позитивні майбутні грошові потоки у ході реалізації проекту;
- розподіл інвестиційного ризику відбувається між учасниками фінансового консорціуму, саме підприємство також бере на себе частину ризиків;
- обов'язковою умовою для надання коштів інвесторами є розробка детального бізнес-плану, який має відповідні експертні висновки по технічних, економічних чи екологічних питаннях.

Як правило, метод проектного фінансування призводить до консорціумного фінансування масштабних проектів, розробка і організація перебігу яких була б важкою для самого підприємства. Членами подібного консорціуму, окрім власне підприємства, можуть виступати кредитні установи, інвестиційні, пенсійні фонди, лізингові компанії, інституціональні інвестори, держава. Для контролю за реалізацією проекту часто створюється балансоутримуючий орган. Проектне фінансування часто використовують для фінансування інфраструктурних проектів, при технічному переозброєнні підприємств видобувних галузей, енергетичного сектору, розвідуванні нових покладів корисних копалин і т. д. Перевагою цього способу залучення коштів для фінансування проектів є можливість використання інвестиційних коштів з різних джерел за умови неможливості отримати великий обсяг інвестицій з єдиного джерела. Проектне фінансування поєднує такі способи залучення коштів: банківське кредитування, цільове проектне фінансування, випуск акцій і облігацій, внески у статутний капітал, фінансовий лізинг, використання власних коштів підприємства, державне фінансування у вигляді субсидій, позик, гарантій, пільг і т. д.

Проектне фінансування відбувається у такі основні етапи [118]:

- попереднє оцінювання життєздатності спрощеного бізнес-плану проекту;
- деталізація проекту, уточнення інформації, проведення комплексного прогнозування очікуваних грошових потоків, розрахунок економічної ефективності проекту, залучення експертів до надання економічної оцінки, а також для консультування з технічних, екологічних та інших організаційних питань, аналіз ризиків, які супроводжують реалізацію проекту;
- пошук джерел фінансування, визначення структури фінансування, узгодження умов залучення позикових коштів, пошук партнерів та гарантів;
- інвестиційна фаза, освоєння отриманих коштів;
- контроль за відповідністю фактичного використання коштів розробленому плану.

Головними міжнародними кредиторами, які беруть активну участь у фінансуванні проектів, є Група Світового Банку, до якої входять Міжнародний банк реконструкції та розвитку, Міжнародна фінансова корпорація, Багатостороння агенція з гарантування інвестицій, Міжнародний центр з врегулювання інвестиційних суперечок, Міжнародна асоціація розвитку, Європейський банк реконструкції та розвитку, а також регіональні банки розвитку (наприклад, Міжамериканський банк розвитку, Азіатський банк розвитку і т.д.). Що стосується Міжнародного банку розвитку та реконструкції, то він не бере участь у проектному фінансуванні, адже під кожний виділений кредит вимагає надання урядових гарантій. Його роль полягає у розробці методичного забезпечення з оцінки інвестиційних проектів.

На сьогодні діяльність інвестиційних фондів, які вкладають кошти в реальний сектор економіки України, спрямована насамперед на інвестиції у малий та середній бізнес, а також фінансування стартапів. Пошук інвесторів у масштабні довгострокові проекти більш складний. Тому перелічимо деякі інвестиційні фонди, які здійснюють вкладення коштів у промисловий сектор економіки України:

1) Europe Virgin Fund – регіональний фонд прямих інвестицій, сферою інтересів якого виступає Україна, Молдова, Білорусь. Статутний капітал фонду – 57 млн дол. США. Партнерами фонду виступають Європейський банк реконструкції та розвитку, фонд «Dragon Capital», Швейцарський інвестиційний фонд для ринків [174];

2) Siguler Guff – міжнародний стратегічний приватний інвестиційний фонд, разом із дочірніми компаніями володіє активами розміром 17 млрд дол. США. Сфера пріоритетного інвестування компанії – ринки, які розвиваються. Середня величина інвестицій у проєкт – від 10 до 80 млн дол. США [179];

3) Інвестиційна компанія «Horizont Capital», до складу якої входять п'ять інвестиційних фондів (Emerging Europe Growth Fund III LP, Emerging Europe Growth Fund II LP, Emerging Europe Growth Fund III L.P., Emerging Europe Growth Fund LP та Western NIS Enterprise Fund). Загальна сума активів, які перебувають в управлінні компанії, – 1,4 млрд дол. США. Головний інвестиційний інтерес – зростаючі експортно орієнтовані суб'єкти господарювання [100];

4) Фонд розвитку підприємництва (до 2020 року – Українсько-німецький фонд), створений при Міністерстві фінансів України за сприяння уряду Німеччини та німецького банку розвитку KfW, здійснює підтримку малого та середнього бізнесу України через надання як фінансових, так і консультаційних послуг. Спектр фінансової підтримки включає надання кредитних гарантів, пільгових кредитів, а також, у деяких випадках, компенсації відсоткових ставок. Консультаційна функція фонду полягає у налагодженні комунікації між суб'єктами підприємництва та кредитними установами, які є партнерами фонду, допомозі з підготовки проєктної документації, аудиту [132]. Фонд реалізовує державну програму підтримки малого та середнього підприємництва «Доступні кредити 5-7-9 %».

Одним із можливих способів залучення іноземних інвесторів у проєктне фінансування інноваційного розвитку підприємств є використання спільного інвестування проєктів на правах дольової участі. Такий спосіб фінансування веде до створення спільного підприємства. Проєктне інвестування передбачає

вкладення коштів у об'єкти, які здатні генерувати стабільні грошові потоки, мають документарно оформлену концепцію проєкту, як правило, є представниками середнього або великого бізнесу. Фінансування у такий спосіб отримують ті проєкти, які потребують значних транзакційних витрат, серйозної передінвестиційної підготовки техніко-економічного обґрунтування, можливих додаткових експертиз та висновків, проте попри трудомісткість та витратність можуть забезпечити генерування значних грошових потоків за задовільного рівня ризикованості. Більшість вітчизняних банків починають вкладати кошти у проєктне фінансування за умов досягнення нижнього граничного значення вартості проєкту. Останні роки ця вартість становила приблизно 1 млн дол. США.

Проєкти спільного впровадження як специфічний вид проєктного фінансування відіграв ключову роль у екологічній трансформації головних гравців цементної галузі. Відповідно до принципів Кіотського протоколу до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату, який вступив у силу 16 лютого 2005 року, Україна може застосовувати так звані гнучкі механізми Кіотського протоколу. Проєкти спільного впровадження – це ринковий (гнучкий) механізм впровадження екологічних проєктів у країнах, які ратифікували Кіотський протокол. Цей механізм надає країнам можливість використовувати ринкові інструменти з метою зниження загального обсягу викидів парникових газів. Сутність механізму полягає у фінансуванні проєктів з модернізації стороною, що має квотний дефіцит. Географічно дані проєкти реалізуються у тих країнах, які мають надлишок квот на викиди парникових газів. В кінцевому результаті країна-інвестор отримує одиниці скорочення викидів парникових газів, якими може розрахуватись за власними зобов'язаннями в межах дії Кіотського протоколу. А сторона-реципієнт, передаючи свої умовні одиниці скорочення викидів, по факту отримує реальне фінансування власних проєктів.

Для початку розгортання процедури ведення проєкту спільного впровадження суб'єкт підприємництва повинен подати до Міністерства охорони навколишнього природного середовища заявку про проєкт, яка являє собою короткий опис проєкту. В обґрунтовуючих матеріалах приводиться інформація

про попередню оцінку значення скорочення викидів, оцінку обсягу інвестицій та орієнтовну структуру фінансування проєкту. Також у Міністерство подаються фінансові документи, такі як: Звіт про фінансові результати за останні три роки, а також аудиторський висновок про фінансовий стан підприємства. Після отримання листа-підтримки з Мінприроди необхідно здійснити підготовку повної проєктно-технічної документації та отримати висновок незалежної експертної організації. Схвалення цього пакету документів надає право отримати лист-схвалення від Мінприроди. Після цього проєкт передається до Комітету нагляду за спільним впровадженням ООН для його остаточного затвердження як проєкту спільного впровадження. Останнім етапом є реалізація проєкту та отримання фінансування. Фактичні скорочення обсягів викидів мають бути підтверджені незалежною експертною організацією, акредитованою ООН.

Українськими виробниками активно використовувались можливості спільних проєктів впровадження. Зокрема, через цей механізм фінансування було забезпечено комплексну екологічну модернізацію виробництва на ПрАТ «Івано-Франківськцемент» та ПАТ «Подільський цемент» (перехід на суху технологію виробництва), а також фрагментарну модернізацію на філіях ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» та на Криворізькому заводі-філії ПрАТ «Кривий Ріг Цемент» (на підприємствах було збільшено частку шлаку та золи при виготовленні клінкеру). Аналіз досвіду підприємств галузі по залученню фінансування для власної інвестиційної діяльності свідчить, що для галузі характерним є переважне залучення прямих іноземних інвестицій, а також використання методу проєктного фінансування.

Якщо розглянути державну підтримку фінансування інноваційної діяльності серед підприємств, то можна виокремити такі основні інструменти її здійснення:

1. Проєкт «Доступні кредити 5-7-9 %». Сутність проєкту полягає у тому, що держава бере на себе часткову виплату відсотків за кредитами. Програма передбачає підтримку інвестицій, не пов'язаних з фінансуванням оборотного капіталу. Банк «ОщадБанк» пропонує кредитування в межах цього проєкту на строк до 60 місяців, максимальний розмір кредиту – 60 млн грн або 80 % від

ринкової вартості об'єкту інвестування. Компенсація відсоткової ставки в межах 5–9% річних, можливе зниження річної відсоткової ставки до рівня 0 % за умов долучення до фінансування Київської обласної військової адміністрації [140]. У 2023 році в рамках проєкту було виділено 10,9 млрд грн на інвестиційні потреби, 62,3 млрд грн – на антикризові заходи, 51,6 млрд грн Антивоєнні цілі, 28,7 млрд грн – на рефінансування попередніх заборгованостей [166];

2. На сучасному етапі розвитку уряд України розглядає ще один дієвий інструмент для акумулювання коштів на потреби фінансування екологічних перетворень в країні, а саме – зелені облигації. Фінансовою корпорацією «IFC» було підраховано, що вартісний потенціал українського ринку чистої енергетики до 2030 року досягне 73 млрд дол. США, 36 з яких можна залучити до випуску «зелених» облигацій. Даний механізм дозволить залучити необхідні для екологічного переходу кошти за прийнятною вартістю. Окрім фінансування муніципальних проєктів, кошти можуть бути використані для фінансування проєктів з підвищення енергоефективності підприємства. Випуск облигацій буде здійснюватись за принципами Green Bonds Principles: освоєння коштів, дотримання процедури відбору та оцінки проєктів, адміністрування надходжень від випуску облигацій, прозора звітність [104];

3. Державна підтримка інноваційної активності суб'єктів господарювання держави реалізується шляхом організації роботи відповідних спеціалізованих небанківських інноваційних фінансово-кредитних установ.

Зокрема, такою установою є Державна інноваційна фінансово-кредитна установа (ДІФКУ). ДІФКУ – державна установа, яка є правонаступницею Державного інноваційного фонду та його територіальних представництв, створена у квітні 2000 року відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 654. Метою створення організації є підтримка інноваційної діяльності серед суб'єктів господарювання в рамках державної інноваційної політики, а також залучення коштів для інноваційного розвитку економіки України [164]. Установа підпорядкована Державному агентству України з інвестицій та інновацій. Підтримка суб'єктів господарювання здійснюється шляхом надання фінансових

інструментів, безпосередньої фінансової участі, адміністративного супроводу, управління проектами, комунікація із стейкхолдерами. ДІФКУ реалізовує як повну фінансову участь у інноваційних проектах, так і бере участь у співінвестуванні та консорціумному кредитуванні. Установа проводить власний відбір проектів, які можуть у подальшому отримати фінансування. Для попереднього відбору у конкурсі проектів необхідно заповнити необхідні реєстраційні форми та заяву, а також надати дві презентації проектів на англійській та українській мовах [126]. Проекти подаються до центрального відділу організації або до її територіальних представництв. Порядок конкурсного відбору встановлюється уповноваженим центральним органом виконавчої влади у галузі інноваційної діяльності. Ті проекти, які пройшли конкурсний відбір, в залежності від присвоєної рейтингової позиції, можуть отримати різнопланову фінансову підтримку від установи. Фінансове кредитування чи передача майна у лізинг є можливими варіантами сприяння з боку організації лише у разі наявності у суб'єкта господарювання гарантій повернення коштів, зокрема, мова йде про заставу майна, договір поруки, страхування відповідальності, надання банківських гарантій. Організація забезпечує організаційний супровід обраних проектів, а також здійснює контроль за дотриманням цільового використання виділених коштів [164].

В результаті аналізу умов залучення коштів для інноваційного розвитку промислових підприємств було встановлено, що українські промислові підприємства значно обмежені у своїх можливостях з фінансування інноваційної активності. Внутрішні джерела фінансування для більшості суб'єктів господарювання не можуть забезпечити реалізацію масштабних інноваційних проектів, а доступних позикових коштів на ринку капіталу недостатньо. Через низький рівень конкурентоспроможності багато підприємств не є привабливими для інвесторів-нерезидентів. Підтримка держави представлена на низькому рівні. Тому інноваційна активність вітчизняних підприємств у більшості випадків завершується на етапі мінімального оновлення основних засобів та закупівлі програмного забезпечення. Брак фінансових ресурсів стримує розвиток

фундаментальних досліджень та розробок. Особливості фінансування інноваційного розвитку підприємств цементної галузі дещо відмінна від узагальнених рис, типових інших для промислових підприємств. Рушійною силою для технічного переозброєння цементних виробників та у деяких випадках переходу на найкращі доступні технології виробництва став притік інвестицій від світових корпорацій, а також використання можливостей проєктного фінансування.

### 3.3. Розробка і впровадження оптимізаційної моделі організації еколого-орієнтованого виробництва й управління

Актуальність дослідження та пошуку шляхів лімітування впливу промислового виробництва на екосистему пов'язана насамперед з масштабом втручання промислової діяльності у природні процеси. Одним із найбільш гострих аспектів впливу на екологію промисловості є її значний вклад у процес прискорення нагрівання атмосфери та настання так званого «парникового ефекту». Відповідно до даних міжнародної агенції Carbon Monitor у 2022–2023 рр. світовий промисловий сектор чинив найсуттєвіший вплив на генерування двоокису вуглецю на ряду з енергетичною галуззю. Середня частка промислового виробництва у загальних викидах парникових газів становить 46 % та має тенденцію до зростання. У табл. 3.1 наведено значення викидів CO<sub>2</sub> та розподіл часток між секторами економіки за рівнем їх викидів двоокису вуглецю.

Таблиця 3.1

Обсяг та частка викидів CO<sub>2</sub> за секторами світової економіки у 2022–2023 рр.

Сектор економіки	Обсяг, Мт			Частка, %		
	2022	2023	Приріст, %	2022	2023	Приріст, п. п.
Внутрішня авіація	237	281	18,40	0,59	0,57	0,02
Транспорт	9765	9962	2,00	24,29	20,52	3,77
Промисловість	16646	24873	49,40	41,41	51,22	9,81
Міжнародна авіація	348	450	28,90	0,87	0,93	0,06
Енергетичний сектор	10688	10675	-0,01	26,59	21,98	4,61
Житловий фонд	2510	2315	7,80	6,25	4,78	1,47
Усього	40197	48557	20,79	100,00	100,00	0,00

\*складено на основі джерела [10]

Згідно даних інформаційного порталу «Українська енергетика» [93], В Україні найбільший негативний вплив на атмосферне повітря станом на 2020 рік

чинили такі галузі промисловості: виробництво коксу та продуктів нафтопереробки – близько 0,0299 Мт забруднюючих речовин, добувна промисловість 0,366 Мт, металургійне виробництво – 0,729 Мт. Енергетична промисловість зумовлювала вивільнення приблизно 0,849 Мт забруднюючих речовин.

Значна залежність між рівнем розвитку економіки та її екологічним слідом зумовлює необхідність пошуку рішення для подолання протиріччя між економічним розвитком та екологічним добробутом. Згідно зі статистичними даними Carbon Monitor [10], найбільші викиди двоокису вуглецю здійснюють найпотужніші економіки світу: Китай, США та Індія. Їхні середні частки у загальній структурі викидів складають відповідно 26 %, 11,6 % та 14,3 % (табл. 3.2). Показовим є достатньо низький рівень вуглецевого сліду країн Європейського Союзу, які були першими країнами, що почали втілювати стратегію, визначену Кіотським протоколом, та досягли суттєвого зниження рівня викидів парникових газів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Обсяги та частка викидів CO<sub>2</sub> країнами у 2022–2023 рр.

Країна	Обсяг, Мт			Частка, %		
	2022	2023	Приріст, %	2022	2023	Приріст, п. п.
Китай	8226	16862	205,00	20,47	34,80	14,33
США	3702	3589	-3,10	9,21	7,40	-1,81
27 країн ЄС+Великобританія	2388	2223	-7,00	5,94	4,60	-1,34
Індія	1998	2133	6,70	4,97	4,40	-0,57
Німеччина	492	442	-10,40	1,23	0,90	-0,33
Решта країн	23388	23263	-0,50	58,18	47,90	-10,28
Усього	40197	48512	120,70	100,00	100,00	0,00

*\*складено на основі джерела [10]*

Попри суттєвий вплив промислового виробництва на глобальне потепління, є і інші напрями його дії на природне навколишнє середовище. Об'єкти промислового виробництва здійснюють забруднення водойм, ґрунту, зумовлюють

різноманітні викиди у атмосферне повітря, генерують промислові відходи, обмежують ареал розселення диких тварин, негативно впливають на стан здоров'я людей, які залучені у виробництво чи живуть на прилеглих територіях. Кожний окремий промисловий об'єкт має особливий профіль екологічної дії. Тому розробка універсальних підходів до оптимізації управління промисловим виробництвом є надзвичайно важливою в умовах намагання країн уникнути кліматичних катастроф та пошуку рішень зі створення ефективних підходів до господарювання.

При проведенні екологічної модернізації виробництва менеджмент підприємства постає перед проблемою вибору найкращого рішення із ряду альтернативних варіантів проведення модернізації з їх специфічними особливостями та обмеженнями. В таких умовах важливою є максимізація кінцевого результату за всіх потенційних сценаріїв проведення модернізації виробництва в контексті заданих умов функціонування суб'єкта підприємництва і вибору найкращого результату. Для таких управлінських цілей найкраще підходить інструментарій економіко-математичного моделювання, зокрема побудова оптимізаційної моделі.

#### *Постановка оптимізаційної задачі*

Припустимо, що суб'єкт господарювання планує провести екологічну модернізацію виробництва, яка буде зачіпати технологічні зміни та оновлення наявного парку обладнання підприємства. Обмеження інвестиційного бюджету не дозволяють провести одномоментну повну модернізацію усіх виробничих процесів, тому керівництво має визначити, як правильно розподілити наявні інвестиційні ресурси, щоб при цьому досягти максимальної ефективності екологічної модернізації виробництва.

Базові умови проведення екологічної модернізації виробництва в межах цієї моделі є:

- 1) обсяг інвестиційних коштів є обмеженим і визначеним;
- 2) технологічний процес дозволяє проводити екологічну модернізацію виробництва фрагментарно, тобто оновлюючи лише окремі промислові модулі

(наприклад, на цементному підприємстві може бути замінено окремо один від одного фільтраційне обладнання, печі випалу, млини, транспортні конвеєри і т. д.);

3) кількість промислових модулів, які можуть бути модернізовані, є визначеною;

4) модернізація проводиться шляхом заміни обладнання на більш сучасне або в межах наявної технології, або з її зміною;

5) промисловий модуль може бути замінений або ліквідований, що також вплине на кінцевий баланс екологічності;

6) наявні плани сценаріїв модернізації для кожного з промислових модулів.

В основу оптимізаційної моделі покладено використання розробленого у дисертаційній роботі показника ефективності екологічної модернізації виробництва  $E_{EMB}$ . Цей показник можна розрахувати для кожного окремого варіанту модернізації. Якщо менеджменту підприємства вдасться максимізувати сукупний баланс одиничних ефективностей за наявних обмежень, то можна стверджувати, що досягнутий рівень загальної ефективності екологічної модернізації виробництва буде оптимальний в заданих умовах. Відповідно до цього, цільова функція задачі має такий вигляд:

$$F = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \max, \quad (3.1)$$

де  $F$  – сукупна еколого-економічна ефективність за обраними сценаріями модернізації;

$x_i$  – коефіцієнт прийнятності  $i$ -го сценарію ( $= 1$  → сценарій рекомендований до затвердження,  $= 0$  → сценарій варто відхилити);

$c_i$  – ефективність екологічної модернізації для  $i$ -го сценарію, тобто  $E_{EMB_i}$ ;

$i$  – порядковий номер сценарію;

$n$  – загальна кількість сценаріїв модернізації.

Завданням сформульованої оптимізаційної задачі є максимізація сукупної еколого-економічної ефективності за наявного обмеженого бюджету для

інвестиційних проєктів і різних показників економічної та екологічної ефективностей для кожного зі сценаріїв модернізації.

Ефективність екологічної модернізації для  $i$ -го сценарію відповідно до попередньо розробленої факторної моделі складається з двох складових: індексу рентабельності інвестицій та індексу екологічних категорій впливу (або індексу екологічної шкоди). Даний показник у оптимізаційній моделі виступає як коефіцієнт незалежної змінної і розраховується наступним чином:

$$C_i = E_{EMB_i} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_{it}}{(1+r_i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{KI_{it}}{(1+r_i)^t}} * \frac{1}{I_{KB_i}}, \quad (3.2)$$

де  $E_{EMB_i}$  – ефективність екологічної модернізації виробництва  $i$ -го сценарію,

$CF_{it}$  – чистий грошовий потік  $i$ -го сценарію у періоді  $t$ ,

$KI_{it}$  – капітальні інвестиції  $i$ -го сценарію у період  $t$ ,

$t$  – порядковий номер періоду,

$m$  – загальна кількість періодів,

$i$  – порядковий номер сценарію;

$n$  – загальна кількість сценаріїв модернізації.

$I_{KB_i}$  – загальний індекс категорій впливу на екосистему для  $i$ -го сценарію.

Таким чином, цільова функція може бути деталізована так:

$$F = x_1 * \frac{\sum_{t=1}^m \frac{CF_{1t}}{(1+r_1)^t}}{\sum_{t=1}^m \frac{KI_{1t}}{(1+r_1)^t}} * \frac{1}{I_{KB_1}} + x_2 * \frac{\sum_{t=1}^m \frac{CF_{2t}}{(1+r_2)^t}}{\sum_{t=1}^m \frac{KI_{2t}}{(1+r_2)^t}} * \frac{1}{I_{KB_2}} + \dots +$$

$$+ x_n * \frac{\sum_{t=1}^m \frac{CF_{nt}}{(1+r_n)^t}}{\sum_{t=1}^m \frac{KI_{nt}}{(1+r_n)^t}} * \frac{1}{I_{KB_n}} \rightarrow \max, \quad (3.3)$$

Або представлена у спрощеному вигляді:

$$F = \sum_{i=1}^n \left( x_i * \frac{\sum_{t=1}^m \frac{CF_{it}}{(1+r_i)^t}}{\sum_{t=1}^m \frac{KI_{it}}{(1+r_i)^t}} * \frac{1}{I_{KB_i}} \right) \rightarrow \max, \quad (3.4)$$

Виходячи з деталізації цільової функції отримаємо такі обмеження:

$$1) x_1 * \sum_{t=1}^m \frac{KI_{1t}}{(1+r_1)^t} + x_2 * \sum_{t=1}^m \frac{KI_{2t}}{(1+r_2)^t} + \dots + x_n * \sum_{t=1}^m \frac{KI_{nt}}{(1+r_n)^t} \leq K_{total};$$

$$2) NPV_i = \sum_{t=1}^m \frac{CF_{it}}{(1+r_i)^t} \geq 0;$$

$$3) I_{KB_i} > 0;$$

$$4) x_1, x_2, \dots, x_n \in [0; 1].$$

Перше обмеження моделі передбачає, що сума капітальних інвестицій по кожному з альтернативних сценаріїв не повинна перевищувати загального інвестиційного бюджету. Друге обмеження висуває вимоги до додатного значення суми чистої приведеної вартості по  $i$ -му сценарію, вимога відповідає логіці проектного аналізу, в якому інвестиційні проекти з від'ємним значенням цього показника розглядаються як нерентабельні. Третє обмеження стосується індексу категорій впливу, який може набувати лише додатних значень. Четверте обмеження дозволяє при вирішенні оптимізаційної задачі надавати коефіцієнту лише бінарних значень, що означатиме прийняття або, навпаки, відхилення проекту з урахування значенням його еколого-економічної ефективності та бюджетних обмежень.

Дані, необхідні для побудови моделі, можна вносити у таку табл. 3.3:

Таблиця 3.3

Зразок таблиці для внесення початкових даних оптимізаційної моделі

Показник		Сценарій				Обмеження
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	...	X <sub>n</sub>	
Формула	Назва, од. вим.					
$\sum_{t=1}^m \frac{KI_{it}}{(1+r_i)^t}$	Сума дисконтованих капітальних інвестицій, гр. од.					$\leq K_{total}$

Продовж. табл. 3.3

$NPV_i$	Чиста приведена вартість, гр. од.					$\geq 0$
$I_{KB_i}$	Загальний індекс категорій впливу					$> 0$
$E_{EMB_i}$	Ефективність екологічної модернізації виробництва					$> 0$

\*складено автором

При побудові моделі варто використовувати не кінцеве значення показника ефективності екологічної модернізації по кожному промисловому модулю чи виробничому процесу, а його деталізований варіант, в якому вказані значення дисконтованих чистих грошових потоків, а також дисконтовану величину сумарних капітальних інвестицій. Це зумовлено накладанням обмежень на перераховані складові показника ефективності.

Підготовка до побудови оптимізаційної моделі передбачає такі кроки:

- 1) проведення інвентаризації усіх виробничих модулів (їх кількість, стан зносу, точна фіксація усіх видів забруднення та негативного екологічного впливу, зумовленого використанням виробничого модуля);
- 2) розробка альтернативних сценаріїв модернізації для виробничих модулів, які є недостатньо екологічними, морально застарілими, нерентабельними, підготовка попередніх інвестиційних кошторисів;
- 3) надання екологічної оцінки кожного сценарію за запропонованими у роботі екологічними показниками;
- 4) визначення ставки дисконтування та розрахунок значень чистого грошового потоку на основі прогнозного обсягу випуску продукції.

Оптимальний план, який є розв'язком цієї задачі оптимізаційного моделювання, надасть управлінцям обґрунтовану інформацію щодо того, як найбільш ефективно розподілити наявні інвестиційні кошти, якщо виробничий процес є багатоетапним, а потенційних об'єктів для оновлення декілька і в кожному зі сценаріїв інвестування є власні переваги і недоліки.

Як приклад застосування запропонованої оптимізаційної моделі розглянемо ситуацію пошуку найкращого інвестиційного рішення для філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент» у період післявоєнної відбудови. Підприємство є важливим виробником цементної продукції у західному регіоні країни, окрім цього забезпечує випуск специфічних тампонажних цементів. Проектна виробнича потужність підприємства становить 2,16 млн т цементу в рік [98].

У проведеному групуванні підприємств за рівнем здійснення екологічної модернізації виробництва філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент» було включено до групи підприємств, які здійснили фрагментарну модернізацію, адже основні зміни та оновлення здійснювалися в межах існуючої технології виробництва. Керівництво підприємства розглядало можливість переходу на напівсуху технологію, проте у той період це було економічно невиправдано.

З огляду на сучасні реалії та потребу у післявоєнній відбудові для підприємства відкриваються нові можливості та перспективи для проведення екологічної модернізації виробництва. Головним стимулюючим фактором для інноваційного розвитку підприємства є потенційне зростання попиту на будівельні матеріали у період повоєнного відновлення країни. Для аналізу сценаріїв екологічної модернізації виробництва та для формування оптимальної інвестиційної програми буде застосовано розроблену оптимізаційну модель організації еколого-орієнтованого виробництва й управління.

Менеджмент підприємств, які виробляють цемент, як правило, обирає серед таких основних сценаріїв інвестування коштів:

- 1) заміна старої печі для випалу клінкеру, що означає зміну менш ефективної мокрої технології виробництва на більш енергоефективну суху чи напівсуху технологію, тобто призводить до повної технологічної трансформації виробничого процесу;

- 2) фрагментарна модернізація виробничого процесу у відповідності до поставлених цілей через оновлення окремих виробничих модулів, наприклад

системи очищення повітря; млинів помолу сировини, транспортних систем, систем сушки вугілля, систем охолодження клінкеру і т. д. Цей тип модернізації може передбачати використання таких сучасних підходів до екологізації цементного виробництва як технологія уловлювання вуглецю, зміна сировинного складу продукту з метою зниження клінкерного фактору, оптимізація енергетичного профілю виробництва і т. д.

Філія ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент», враховуючи досягнутий рівень модернізації, стоїть перед рядом таких інвестиційних альтернатив (сценаріїв):

- $x_1$  – заміна 4 печей мокрого типу на одну піч напівсухого типу та консервування однієї печі мокрого типу;

- $x_2$  – доведення частки альтернативного палива у структурі енергоносіїв біопалива до рівня 15 %;

- $x_3$  – заміна та оновлення застарілого очисного обладнання на різних ланках виробничого процесу.

Розглянемо кожну з інвестиційних альтернатив.

#### Сценарій 1

Рівень енергоспоживання на підприємстві при виробництві мокрою технологією в середньому становить від 5,953 до 6,033 ГДж на тонну клінкеру [74]. Оскільки рівень вологості сировини, з якої потім виготовляють клінкер, становить приблизно 24 %, для філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» «Волинь-Цемент» найбільш прийнятним є перехід на напівсуху технологію виробництва, яка передбачає подрібнення та одночасне первинне просушування вологої сировинної маси з подальшим зниженням рівня вологості у спеціальному сушильному відділенні з використанням пічних газів. Проведення екологічної модернізації у цій формі дозволить знизити рівень споживання палива піччю на 35–40 % та підвищити рівень капіталовіддачі. До слабких сторін описаного підходу до модернізації можна віднести зростання рівня енергоспоживання. Проте при загальному порівнянні мокрої та напівсухої

технологій остання є більш сучасною та енергоефективнішою та уможливує значне зниження середнього рівня собівартості продукції у середньостроковій перспективі. Заміна старої технології на нову дозволить досягти зростання виробничої потужності підприємства: з 2,16 млн т цементу в рік до запланованих 3 млн т.

З урахуванням недозавантаження виробничих потужностей підприємств галузі у 2006–2020 рр. в середньому на 20 %, раніше реалізація проєкту модернізації була ускладнена. Проте в умовах післявоєнної відбудови та зростання внутрішнього попиту на цементну продукцію (за очікуваннями експертів, внутрішній попит становитиме в середньому 15 млн т цементу в рік [41]), нарощення виробничої потужностей виробниками буде доцільним. Тому розгляд інвестиційної альтернативи, що передбачає перехід філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент» на напівсуху технологію за умови збільшення попиту на цементну продукцію в повоєнний період, може дозволити підприємству релевантно відреагувати на зміну ситуації на внутрішньому ринку та наблизити свій техніко-технологічний рівень виробництва до європейських вимог до викидів промислових підприємств, які вже перебувають на етапі імплементації у вітчизняну законодавчу систему.

## Сценарій 2

На сьогодні головним паливно-енергетичним ресурсом, який використовується на підприємстві-філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент» є вугілля, що зумовлює появу додаткового негативного екологічного ефекту, який може бути лімітований шляхом перегляду структури енергетичних носіїв. Переорієнтація на альтернативні види палива дозволила б забезпечити підприємство енергоносіями, що у 3–4 рази дешевші, ніж традиційні газ та вугілля.

Україна має значний потенціал використання та торгівлі альтернативними видами палива. Для прикладу, лише відходи від вирощених сільськогосподарських культур можуть замінити до 34 млн т природного газу, а використання енергетичних культур дозволить скоротити споживання

традиційних видів палива у обсязі, еквівалентному 20 млрд куб. м природного газу, а спалювання двох тонн деревної біомаси компенсує використання тисячі кубічних метрів газу [178].

Використання альтернативного палива передбачає зміни та переобладнання виробничої лінії відповідно до технічних параметрів енергоносія. Без повного переобладнання виробничої лінії частка альтернативного палива є обмеженою. На першому етапі на підприємстві буде замінено лише 15 % традиційного палива на альтернативне. У разі успішного впровадження нового типу енергоносіїв можливе подальше нарощення частки альтернативних видів палива.

Основними труднощами у процесі реалізації цього сценарію є відсутність єдиного ринку альтернативних видів палива, зокрема біопалива, нестандартизованість продукції, хаотичне ціноутворення, не налагоджена логістика. Ці ризики призводять до підвищення вартості проєкту та загрози недоотримання прибутку виробниками цементу через збої у постачанні чи невідповідність сировини технічним вимогам. Проте, попри описані недоліки, заміна традиційних видів палива для більшості підприємств, що вже здійснили перехід на більш енергоощадливі технології, залишається пріоритетним напрямом на шляху екологізації виробництва.

### Сценарій 3

Третій сценарій екологічної модернізації виробництва для філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент» передбачає заміну та оновлення очисних систем на більш сучасні з вищим коефіцієнтом уловлювання та фільтрації шкідливих речовин і сполук.

Детальний розрахунок економічної ефективності для кожного зі сценаріїв модернізації для філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент» на прогнозний період, тривалістю 10 років, приведено у додатку К. Проєктний аналіз проведено з урахуванням економічного пожвавлення у післявоєнний період. Для усіх проєктів використано уніфіковану ставку дисконтування. Як методичний підхід до розрахунку ставки дисконтування для післявоєнного періоду, в якому гіпотетично можуть бути реалізовані описані сценарії екологічної модернізації

для підприємства-філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» «Волинь-Цемент», було обрано кумулятивний метод [47]. Відповідно до нього ставка дисконтування розраховується таким чином:

$$r = r_j + r_p + I, \quad (3.5)$$

де  $r_j$  – безризикова ставка доходу,

$r_p$  – премія за ризик,

$I$  – відсоток інфляції.

За орієнтир безризикового доходу було взято середній рівень дохідності облігацій внутрішньої державної позики. До початку повномасштабного військового вторгнення, у 2021 р., середній рівень дохідності цього фінансового інструменту становив 12 %. Станом на 2024 р., в умовах надзвичайно високого ризику країни, цей показник складає 17 %. Припустимо, що очікуваний рівень дохідності облігацій внутрішньої державної позики у повоєнний період становить 12 % (на рівні 2021 року). Середній рівень ризику країни, визначений агенцією «Marsh» для України, у 2021 році становив 5,9 % [16]. Візьмемо цей рівень за орієнтир для післявоєнного періоду. У 2025 році НБУ очікує повернення інфляції до цільового діапазону на рівні 5,1 % у річному вимірі після зниження безпекових ризиків [143].

Розрахуємо ставку дисконтування за допомогою кумулятивного методу:

$$r = 12 + 5,9 + 5,7 = 23 \%, \quad (3.6)$$

Узагальнений розгляд інвестиційних альтернатив мають забезпечити такі економічні характеристики – табл. 3.4.

Детальний розрахунок показників інвестиційної привабливості проєктів – додаток Е.

В умовах обмеженості інвестиційних коштів оптимізація інвестиційного портфеля є надзвичайно важливою. Розглянемо ситуацію, у якій бюджетне обмеження для філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент» буде наближене до

Таблиця 3.4

Показники економічної ефективності інвестиційних проєктів для філії  
ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент»

Показник	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3
Чиста приведена вартість, млн грн	421	122	2,0
Внутрішня норма дохідності, %	25	27	35
Дисконтований період окупності, р.	8,82	7,36	5,14
Рентабельність проєкту, %	6	11	38

*\*складено автором*

вартості переходу на нову технологію виробництва і складатиме 8000 млн грн. При цьому існують і інші, наведені вище альтернативи щодо вкладання коштів та отримання економічного та екологічного ефектів. Оптимізаційна модель допоможе менеджменту підприємства прийняти обґрунтоване рішення, яке враховуватиме не лише рентабельність запропонованих проєктів модернізації, а й екологічний ефект, що дозволить досягти максимального комплексного ефекту від модернізації. Розрахунок індексів впливу за категоріями для сценаріїв модернізації – додаток Е.

У табл. 3.5 внесено дані для побудови моделі та розв'язання оптимізаційної задачі на основі інформації про сценарії інвестування для філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент».

Таблиця 3.5

Вхідні дані та обмеження для інвестиційної програми філії ПрАТ «Дікергофф  
Цемент Україна» – «Волинь-Цемент»

Показник		Сценарій			Обмеження
Формула	Назва, од. вим.	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
$\sum_{t=1}^m \frac{K_{It}}{(1+r_i)^t}$	Сума дисконтованих капітальних інвестицій, млн грн	6514	1129	5,3	$\leq K_{total}$
NPV <sub>i</sub>	Чиста приведена вартість, млн грн	330	122	2	$\geq 0$
I <sub>KB<sub>i</sub></sub>	Загальний індекс категорій впливу	0,910	0,975	0,985	$> 0$
E <sub>EMB<sub>i</sub></sub>	Ефективність екологічної модернізації виробництва	1,16	1,14	1,40	$> 0$

*\*складено автором*

Відповідно до вхідних даних цільова функція для інвестиційного портфеля філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент» має такий вигляд:

$$F = 1,16x_1 + 1,14x_2 + 1,40x_3 \rightarrow \max \quad (3.7)$$

Система обмежень:

$$\left\{ \begin{array}{l} 6514 * x_1 + 1129 * x_2 + 5,3 * x_3 \leq 8000; \\ NPV_i \geq 0; \\ I_{KB_i} > 0; \\ x_1, x_2, x_3 \in [0; 1]. \end{array} \right. \quad (3.8)$$

Після вирішення оптимізаційної задачі ми отримуємо такі значення для коефіцієнтів та для цільової функції:

$x_1$	$x_2$	$x_3$	F
1	0	1	2,57

У свою чергу, це означає, що з урахуванням наявних бюджетних обмежень та різного економічного та екологічного ефектів від реалізації проєктів доцільним є затвердження сценаріїв 1 та 3, тому що лише змінна  $x_1$  та  $x_3$  набули значення 1, а розрахунковим коефіцієнтом для сценарію  $x_2$  стало нульове значення, тобто сценарій 2 варто відхилити.

При такому вирішенні цієї управлінської задачі цільова функція, виражена через сумарно еколого-економічну ефективність, буде максимізована, значення цільової функції становитиме 2,7 ум. од. Таким чином, керівництву підприємства доцільніше включити у інвестиційну програму сценарії 1 та 3, що передбачає здійснення переходу на напівсуху технологію виробництва, а також оновлення застарілих очисних споруд і фільтрів. 2-й сценарій модернізації через ряд обмежувальних обставин, пов'язаних із недостатньою розвинутістю ринку біопалива, в умовах існуючих бюджетних обмежень є менш привабливим з урахуванням можливих ризиків.

Загалом використання запропонованої оптимізаційної моделі дозволяє не лише обрати найкращу комбінацію альтернатив серед вже сформованого набору сценаріїв, а й порівнювати між собою результативність різних наборів сценаріїв загалом. Це дає змогу сформувати найкращу інвестиційну програму розвитку підприємства. Таким чином, розроблена оптимізаційна модель організації екологічно орієнтованого виробництва та управління виступає багатофункціональним інструментом для оптимізації процесу прийняття інвестиційних рішень у сфері екологічної трансформації промислового виробництва.

Висновки до третього розділу.

В результаті вивчення міжнародного досвіду екологічної трансформації цементного виробництва та інформації про найкращі доступні технології розроблено рекомендації щодо основних шляхів зниження рівня антропогенного впливу, зумовленого виробничим процесом. Запропоновано спрямувати зусилля виробників на скорочення енергоспоживання під час випуску продукції та збільшити частку альтернативних видів палива з нижчим вмістом вуглецю, зниження значення клінкерного фактора у продукції, використання технології уловлювання вуглецю. Встановлено ключову роль впровадження найкращих доступних технологій як інструменту адаптації вітчизняних технічних параметрів виробництва до вимог Європейського Союзу.

Дослідження умов залучення коштів для фінансування проєктів модернізації великими промисловими підприємствами показало превалювання власних коштів у структурі фінансування. Рівень державної підтримки та зацікавленості інвесторів у реалізації інноваційних проєктів є низьким через високу капіталоемність, тривалість проєктів та значні супутні ризики інвестування. Промислові підприємства мають обмежений доступ до довгострокових банківських кредитів через їх високу вартість та низьку доступність. Проєктне фінансування є найбільш адекватним інструментом фінансування масштабних інвестиційних проєктів для промислових підприємств, зокрема, виробників цементу. Проєкти спільного впровадження виступають одним із найбільш дієвих інструментів фінансування інвестиційних проєктів, пов'язаних з екологічним поліпшенням цементного виробництва. Розроблено практичні рекомендації щодо забезпечення фінансових потреб підприємств цементної галузі у процесі фінансування модернізації з урахуванням сучасних особливостей ринку капіталу та державної політики стимулювання інноваційного розвитку промисловості.

Представлено оптимізаційну модель організації еколого-орієнтованого виробництва й управління, яка дозволяє здійснювати відбір найкращих

інвестиційних альтернатив за рівнем комплексної еколого-економічної ефективності, що забезпечує вищу результативність сформованої інвестиційної програми. Модель має прикладний характер та може бути використана для прийняття рішень про екологічні інвестиції у виробництво для промислових підприємств. Розроблену модель використано для оптимізації інвестиційної програми філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент» в умовах повоєнного розвитку підприємства. З трьох сценаріїв модернізації завдяки застосуванню розробленого методичного підходу рекомендовано зосередити увагу на заміні технології та оновленні очисного обладнання, що дозволить отримати максимальний можливий еколого-економічний ефект.

Основні результати наукових досліджень, викладених у першому розділі дисертації, опубліковано в роботах автора [107, 109, 113, 117].

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі узагальнено теоретичні підходи до трактування екологічної модернізації виробництва та запропоновано вирішення наукового завдання – забезпечення суб'єктів підприємства практичним інструментарієм аналізу, оцінювання та оптимізації екологічної модернізації виробництва з метою підвищення її ефективності та досягнення цілей сталого розвитку в контексті Європейського зеленого курсу. За результатами дослідження сформульовано висновки:

1. В сучасних соціо-економічних умовах, незважаючи на значну кількість публікацій та здобутків науковців у сфері вивчення екологічної модернізації як загальної міждисциплінарної концепції, недостатньо розкрито місце та значення модернізації виробничих процесів суб'єктами господарювання. Відсутня єдність поглядів щодо трактування поняття «екологічна модернізація виробництва» та використання його як комплексної еколого-економічної категорії. Через недостатнє теоретичне розкриття аспектів екологічної модернізації виробництва, подальше дослідження цього предметного поля постає як актуальне та важливе з огляду на антропогенний вплив, зумовлений промисловим виробництвом. Екологічну модернізацію виробництва слід розглядати як органічну складову загальної концепції екологічної модернізації, яка описує втілення концептуальних ідей на рівні суб'єктів господарювання, це – процес перетворення виробництва на ефективніше з точки зору екології та економіки за рахунок впровадження досягнень науково-технічного прогресу, оцінених з позиції довгострокових наслідків, та застосування принципів ощадливого господарювання в управлінні виробництвом для зниження антропогенного впливу на екосистему.

2. Структурування процесу екологічної модернізації дозволяє ідентифікувати її сильні та слабкі сторони та визначити потенціал росту ефективності задля спрямування зусиль управлінців на ті ланки процесу, які цього потребують найбільше. Пропонується додатково виділяти такі складові екологічної

модернізації виробництва: екологічну, управлінську, інноваційну, на відміну від традиційних складових модернізації: технічної, технологічної та економічної. Представлена структуризація процесу модернізації відображає інноваційну та екологічну спрямованість процесу та допомагає підвищити його загальну ефективність. Ключовими принципами, що регламентують трансформацію виробництва відповідно до ідей екологічної модернізації, є контрольованість, комплексність, науковість, усвідомленість, превентивність, прогресивність та відповідність. Загальноприйняті напрями екологічної модернізації виробництва доцільно систематизувати в межах структурно-логічної моделі, що включає три рівні: початковий, частковий та комплексний.

3. Для підвищення інтенсивності процесів інноваційного оновлення та екологізації промислового виробництва доцільно використовувати запропоновану автором матрицю «координатне поле факторів впливу екологічної модернізації». Вона включає, окрім загальноприйнятих стимуляційних чинників (зниження податкового навантаження, субсидювання, кредитні пільги та ін.), такі групи факторів впливу на ініціацію інноваційного оновлення суб'єктів підприємництва: історичні, адміністративні (примусові, стимуляційні), ринкові, техніко-технологічні, ініціативні. Найпоширенішою є дія груп історичних та адміністративних (примусових) факторів впливу на суб'єкти підприємництва. Практичне використання матриці дозволить ідентифікувати найбільш дієві групи факторів впливу відповідно до розміру і автономності підприємства та активізувати екологічне оновлення виробництва.

4. В умовах інтеграції України у європейський економічний простір та зростання вимог до рівня екологічності виробництва методика оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва повинна включати всебічне довгострокове визначення рівня антропогенного впливу та надавати комплексну еколого-економічну оцінку управлінським рішенням з урахуванням цілей прогресивної трансформації виробництва. Запропоновано розраховувати інтегральний показник, який включає в себе економічну та екологічну ефективності. Доцільно здійснювати оцінку економічної ефективності за

показником рентабельності інвестицій. Розрахунок екологічної ефективності передбачає адаптацію підходів по аналізу життєвого циклу товару у частині розробки інтегрального показника загального рівня екологічного впливу, який не лише дає інформацію про зміну рівня екологічного впливу за категоріями, а й дозволяє оцінити всебічну довгострокову зміну антропогенного тиску в результаті здійснення модернізації, або розрахунку альтернативного показника індекс екологічної шкоди. Розроблена методика оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва дозволяє об'єднати оцінку економічних та екологічних складових в межах єдиної оціночної системи та стати виразником комплексного ефекту від екологічної модернізації виробництва для будь-якого промислового підприємства.

5. Цементне виробництво є одним із найбільш енерговитратних видів виробництва, частка у структурі промислового енергоспоживання досягає 7 %. В результаті комплексної модернізації виробництва цементними підприємствами України вдалося збільшити обсяги виробництва (в середньому на 7 % в рік), поліпшити фінансові результати діяльності, зокрема збільшити обсяг валового доходу (в середньому на 17 % в рік), наростити ринкові частки, уповільнити середньорічний темп росту показника матеріаломісткості (у 2–2,5 рази порівняно з іншими підприємствами). Встановлено, що лише четверта частини від загальної кількості підприємств галузі виконала екологічну модернізацію виробництва на комплексному рівні, третина – на частковому, решта підприємств перебувають на початковому рівні екологічної трансформації. За рівнем конкурентоспроможності лідерами галузі є підприємства ПрАТ «Івано-Франківськцемент» (7,9 бала) та ПАТ «Подільський цемент» (6,5 бала). Виявлено тісний взаємозв'язок між рівнем конкурентоспроможності підприємств та обсягом інвестицій у необоротні активи, коефіцієнт кореляції становить 0,76 та свідчить про сильний зв'язок між показниками.

6. Комплексна екологічна модернізація виробництва забезпечує більший сукупний еколого-економічний ефект для суб'єктів підприємництва. Підприємства, що здійснили комплексну екологічну модернізацію виробництва

(ПрАТ «Івано-Франківськцемент» та ПАТ «Подільський цемент»), в середньому знизили антропогенний вплив на довкілля на 20 % та забезпечили середній рівень рентабельності інвестицій у проекти модернізації на рівні 12-13 %. Філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» та Криворізький завод ПрАТ «Кривий Ріг Україна», які модернізувалися частково, знизили негативний екологічний вплив при виробництві одиниці продукції в середньому на 1,5-2 % та не змогли окупити свої проекти у 10-річний період. Через недостатнє скорочення обсягу викидів парникових газів останнім не вдалося залучити іноземні інвестиції у необхідній кількості.

7. Перспективними напрямками технологічного оновлення цементного виробництва є використання альтернативних видів палива, зокрема біопалива, зниження рівня енергоспоживання завдяки переходу на суху чи комбіновану технологію виробництва, зменшення частки клінкеру у цементі та використання сучасної технології уловлювання вуглецю. За нашими розрахунками, досліджувані підприємства цементної галузі в найближчі 4 роки матимуть щорічну потребу у інвестиційних коштах у сумі 0,8 млрд грн при збереженні наявних темпів модернізації. За умови збільшення випуску цементу у період повоєнної відбудови потреба у інвестиційних коштах може зрости до 1,2–1,3 млрд грн в рік. В цілому цементна галузь для зниження сучасного обсягу викидів двоокису вуглецю на 40 % до технологічно мінімального рівня потребує приблизно 9,8 млрд грн інвестиційних коштів.

8. Обґрунтовано доцільність і пріоритетність проектного фінансування як найбільш ефективного для масштабних проектів екологічної трансформації виробництва. Перспективною є співпраця з такими інвестиційними фондами як «Europe Virgin Fund», «Siguler Guff», «Horizont Capital», державний Фонд розвитку підприємництва. Для виробників цементу доцільно активізувати продаж одиниць скорочення викидів двоокису вуглецю, отриманих в результаті модернізації, оскільки потенціал зниження рівня енергоспоживання галузі є надзвичайно високим.

9. Для вибору найкращої інвестиційної програми, що дозволяє надати пріоритет у модернізації саме тим ланкам чи процесам, які забезпечать досягнення максимального еколого-економічного ефекту від модернізації варто застосовувати розроблену оптимізаційну модель організації еколого-орієнтованого виробництва та управління. Вона дозволяє врахувати екологічні та економічні параметри реалізації окремого обраного сценарію модернізації виробництва у процесі формування ефективної інвестиційної програми. Апробація представленої моделі, здійснена на ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна», дозволила розробити інвестиційну програму післявоєнного розвитку для підприємства, якою передбачається спрямування коштів у перехід на напівсуху технологію виробництва та оновлення очисних систем.

10. Непослідовність заходів, що вживалися окремими підприємницькими структурами у цементній галузі, спрямованих на екологізацію виробництва, знижує загальний рівень ефективності екологічної модернізації для підприємств галузі та вказує на необхідність перегляду стратегії інноваційного розвитку з метою підвищення її ефективності. Нині стратегії екологізації виробництва підприємств цементної галузі включають в себе як екологічно виправдані, так і контроверсійні заходи, які впливають на зниження екологічної відповідальності виробників. До останніх належить перехід на вугілля як основний вид палива, зростання частки відходів високого класу небезпечності у структурі енергоносіїв. Загалом галузь перебуває у процесі перманентної екологічної трансформації та демонструє тенденцію зростання рівня екологічності виробництва серед підприємств відповідно до вимог Європейського зеленого курсу та цілей сталого розвитку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. «Івано-Франківськцемент» ввів в експлуатацію третю лінію виробництва. Укрцемент - Асоціація виробників цементу. URL: <http://surl.li/tgrjf> (дата звернення: 11.02.2024).
2. «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року»: Закон України від 28.01.2019 р. URL: <http://https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>
3. Andersen M. S., Massa I. Ecological modernization? Origins, dilemmas and future directions. *Journal of Environmental Policy and Planning*. 2000. Vol. 2, no. 4. P. 337–345. URL: [https://doi.org/10.1002/1522-7200\(200010/12\)2:4%3C337::aid-jepp62%3E3.0.co;2-g](https://doi.org/10.1002/1522-7200(200010/12)2:4%3C337::aid-jepp62%3E3.0.co;2-g) (date of access: 19.01.2024).
4. Archive:Innovation statistics - Statistics Explained. *Language selection | European Commission*. URL :[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Innovation\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Innovation_statistics) (date of access: 04.02.2024).
5. Assessment of Competitiveness of Confectionery Enterprises for the Needs of Ecological Management / H. I. Kupalova et al. *Management Systems in Production Engineering*. 2022. Vol. 30, no. 1. P. 27–37. URL: <https://doi.org/10.2478/mspe-2022-0004> (date of access: 18.04.2023).
6. Atasi L. Enviromental impact assesment for sustainable cement production : doctoral dissertation. 2013. URL: <https://www.napier.ac.uk/~~/media/worktribe/output-185465/elatasipdf.pdf> (date of access: 10.02.2024).
7. Baylin-Stern A., Berghout N. Is carbon capture too expensive? *IEA*. URL: [https://www.iea.org/commentaries/is-carbon-capture-too-expensive?utm\\_content=bufferccd81&utm\\_medium=social&utm\\_source=linkedin.com&utm\\_campaign=buffer](https://www.iea.org/commentaries/is-carbon-capture-too-expensive?utm_content=bufferccd81&utm_medium=social&utm_source=linkedin.com&utm_campaign=buffer) (date of access: 22.01.2024).

8. Bemmann M., Metzger B., von Detten R. *Ökologische Modernisierung. Zur Geschichte und Gegenwart eines Konzepts in Umweltpolitik und Sozialwissenschaften*. Frankfurt am Main : Campus Verlag, 2014. 327 p.
9. Blättel-Mink B. *Die Bedingungen ökologischer Innovation in Unternehmen. Fallanalysen*. Stuttgart, 1999. 71 p.
10. Carbon monitor. *Carbon monitor*. URL: <https://carbonmonitor.org/> (date of access: 11.02.2024).
11. Cembureau Activity Report. 52 p.  
URL: <https://cembureau.eu/media/1sjf4sk4/cembureau-activity-report-2020.pdf>
12. Cembureau Key Facts & Figures. 2023. 12 p.  
URL: <https://cembureau.eu/media/lfqjyve5/key-facts-figures-2021.pdf> (date of access: 22.01.2024).
13. Christoff P. Ecological modernisation, ecological modernities. *Environmental Politics*. 1996. Vol. 5, no. 3. P. 476–500.  
URL: <https://doi.org/10.1080/09644019608414283> (date of access: 20.01.2024).
14. Cohen M. J. Ecological modernization and its discontents: *The American environmental movement's resistance to an innovation-driven future*. *Futures*. 2006. Vol. 38, no. 5. P. 528–547. URL: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.09.002> (date of access: 20.01.2024).
15. Demchenko K. Assessing the efficiency of ecological modernisation of production at industrial enterprises. *Věda a perspektivy*. 2024. No. 4(35).  
URL: [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2024-4\(35\)-10-17](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2024-4(35)-10-17) (date of access: 25.05.2024).
16. Derid I., Telyzhenko A. Country risks in the context of international business. Herald UNU. *International Economic Relations And World Economy*. 2022. URL: <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2022-42-8> (date of access: 21.04.2024).
17. Determination Report «OJSC Heidelbergcement Ukraine». *Bureau Veritas Certification*. 67 p. URL: <https://ji.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/IUJL8H0V4DEQG67NX3K9Y5CTMSW21O>.

18. Deutsche Welle. "Зеленая революция": учим экологию в Германии – *DW* – 18.03.2011. dw.com. URL: <https://www.dw.com/ru/зеленая-революция-учим-экологию-в-германии/a-4930181> (дата звернення: 04.02.2024).
19. Development of State of the Art-Techniques in Cement Manufacturing: Trying to Look Ahead. Geneva : CSI/ECRA Technology Papers. 190 p. URL: [https://ecra-online.org/fileadmin/redaktion/files/pdf/CSI\\_ECRA\\_Technology\\_Papers\\_2017.pdf](https://ecra-online.org/fileadmin/redaktion/files/pdf/CSI_ECRA_Technology_Papers_2017.pdf) (date of access: 11.02.2024).
20. Druzek J. S. The Politics of the Earth: Environmental Discourses. *Human Ecology Review*. 1998. Vol. 5, no. 1. P. 65–69. URL: <https://www.humanecologyreview.org/pastissues/her51/51bookreviews.pdf>.
21. Dutta S., Lanvin B., Wunsch-Vincent R. Global innovation index 2021: Tracking innovation through the COVID-19 Crisis. *WIPO*, 2021. 226 p.
22. Efficient use of energy resources in the context of sustainable development of the pulp and paper industry of Ukraine / H. Kupalova et al. *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 280. P. 1-9. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128005011> (date of access: 29.04.2024).
23. EI Atasi L. Environmental Impact Assessment for Sustainable Cement Production. Edinburgh : Edinburgh Napier University, 2013. URL: <https://www.napier.ac.uk/~media/worktribe/output-185465/elatasipdf.pdf>.
24. Emissions and energy use in large combustion plants in Europe. *European Environment Agency*. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/emissions-and-energy-use-in?activeAccordion=309c5ef9-de09-4759-bc02-802370dfa366> (date of access: 22.01.2024).
25. End-of-pipe technology. *European Environment Agency*. URL: <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/gemet-environmental-thesaurus/end-of-pipe-technology> (date of access: 04.02.2024).
26. English Oxford Living Dictionaries. URL: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/efficiency> (date of access: 24.01.2024).

27. Filuk G. M., Lisova R. M. The role of business process reengineering (brp) in digital transformation: the path to efficiency. *theoretical and applied issues of economics*. 2023. No. 46. P. 131–142. URL: <https://doi.org/10.17721/tpe.2023.46.11> (date of access: 29.09.2023).
28. Financial Instruments of Stimulating Innovative Activities of Enterprises and Their Improvements / O. Liubkina et al. *Marketing and Management of Innovations*. 2019. No. 4. P. 336–352. URL: <https://doi.org/10.21272/mmi.2019.4-26> (date of access: 29.04.2024).
29. Frondel M., Horbach J., Rennings K. End-of-Pipe or Cleaner Production? An Empirical Comparison of Environmental Innovation Decisions Across OECD Countries. 32 p. URL: <ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp0482.pdf>
30. Fyliuk G., Andreiuk N. Current challenges for Ukrainian business. *Theoretical and applied issues of economics*. 2019. No. 38. P. 4–17. URL: <https://doi.org/10.17721/tpe.2019.38.1> (date of access: 29.10.2023).
31. Fyliuk H., Shichao C. Formation of the innovation potential of companies in the conditions of digitalization. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic sciences*. 2023. Vol. 320, no. 4. P. 100–105. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-320-4-14> (date of access: 19.12.2023).
32. Gabler Wirtschaftslexikon. URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/oeko-nomische-effizienz-46568> (date of access: 24.01.2024).
33. Gibbs D. Ecological modernisation, regional economic development and regional development agencies. *Geoforum*. 2000. Vol. 31, no. 1. P. 9–19. URL: [https://doi.org/10.1016/s0016-7185\(99\)00040-8](https://doi.org/10.1016/s0016-7185(99)00040-8) (date of access: 19.01.2024).
34. Giddens A. *Third Way: The Renewal of Social Democracy*. Polity Press, 2013.
35. Gudz O. Bank lending for innovative development of enterprises: opportunities and risks. *State University of Telecommunications*. 2019. No. 1. P. 12–19. URL: <https://doi.org/10.31673/2415-8089.2019.011219> (date of access: 10.10.2023).
36. Hajer M. A. *The politics of environmental discourse: Ecological modernization and the policy process*. Oxford : Clarendon Press, 1997. 332 p.

37. Handbuch Umweltsoziologie / ed. by M. Groß. Wiesbaden : VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2011. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-531-93097-8> (date of access: 21.01.2024).
38. Hauschild M., Potting J. Guidelines from the Danish Environmental Protection Agency "Spatial differentiation in life cycle impact assessment The EDIP2003 methodology". The Danish Ministry of the Environment, Environmental Protection Agency Copenhagen, 2005. 195 p.
39. Implementation of the financial strategy for sustainable ecological and economic development in the agricultural sector / O. Kinzerska et al. *Financial and credit activity problems of theory and practice*. 2021. Vol. 4, no. 39. P. 578–586. URL: <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v4i39.241757> (date of access: 29.04.2024).
40. Interfax-Ukraine. Виробництво цементу в Україні в 2022 р. скоротилося на 51%, споживання впало на дві третини - асоціація «Укрцемент». *Інтерфакс-Україна*. URL: <https://interfax.com.ua/news/economic/900706.html> (дата звернення: 11.02.2024).
41. Interfax-Ukraine. Український цемент має стати основою для післявоєнної відбудови - думка. *Інтерфакс-Україна*. URL: <https://interfax.com.ua/news/economic/950279.html> (дата звернення: 11.02.2024).
42. ISO 14044:2006(en) Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. ISO - *International Organization for Standardization*. URL: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14044:ed-1:v1:en> (date of access: 14.02.2024).
43. Jänicke M. Preventive environmental policy as ecological modernisation and structural policy. Berlin : IIUG, 1985. 85 p.
44. JI: Slag usage and switch from wet to dry process at Yugcement, Ukraine. JI: *Jl Home*. URL: [https://ji.unfccc.int/JI\\_Projects/DB/PZ7FNGT0G2M88MMXVUCPU4B5J1NUBA/Determination/Bureau%20Veritas%20Certification1285667148.21/viewDeterminationReport.html](https://ji.unfccc.int/JI_Projects/DB/PZ7FNGT0G2M88MMXVUCPU4B5J1NUBA/Determination/Bureau%20Veritas%20Certification1285667148.21/viewDeterminationReport.html) (date of access: 11.02.2024).

45. Joint implementation project design document form "Switch from wet-to-dry at Ivano-Frankivsk Cement, Ukraine". *Joint Implementation Supervisory Committee*. URL: <https://ji.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/3XLZ4ERP8KW2NJDAM09B6CIFT7GY1Q> (date of access: 11.02.2024).
46. Joint implementation project design document form "Switch from wet-to-dry at Podilsky Cement, Ukraine". *Joint Implementation Supervisory Committee*. URL: <https://ji.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/62HINFHR08HYV4Y0O6C0074UVY11VL>
47. Korbutyak A., Mikhailuk A. METHODS OF CALCULATING THE DISCOUNT RATE. *Young Scientist*. 2019. Vol. 5, no. 69. URL: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-5-69-118> (date of access: 20.04.2024).
48. Kupalova G., Goncharenko N., Vergeles V. Management of waste in enterprises. *International scientific journal "Internauka". Series: "Economic Sciences"*. 2019. No. 1. URL: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2019-1-4615> (date of access: 29.01.2023).
49. Kupalova H. I., Goncharenko N. V. State Stimulation of the Development of Organic Crop Production in Ukraine. *The Problems of Economy*. 2020. Vol. 2, no. 44. P. 144–152. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2020-2-144-152> (date of access: 29.04.2024).
50. Kupalova H., Goncharenko N., Dudnik M. Ecological modernization of enterprises' logistics. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*. 2024. Vol. 9, no. 1. P. 84–88. URL: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-1-14> (date of access: 29.04.2024).
51. Kupalova H., Goncharenko N., Oleshko Y. Economic instruments of the environmental policy of Ukraine in achieving the goals of the european green deal. *International scientific journal "Internauka". Series: "Economic Sciences"*. 2024. No. 2(82). URL: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2024-2-9628> (date of access: 29.04.2024).
52. Lexikon der Nachhaltigkeit | Umwelt | Ökologische Modernisierung. *Lexikon der Nachhaltigkeit*.

- URL: [https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/oekologische\\_modernisierung\\_wachstum\\_aber\\_anders\\_1841.html](https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/oekologische_modernisierung_wachstum_aber_anders_1841.html) (date of access: 19.01.2024).
53. Lower clinker cements. URL: <https://www.cembureau.eu/>. URL: <https://www.cembureau.eu/innovation/lower-clinker-cements/> (date of access: 22.01.2024).
54. Magomedova A. Racial tendencies in the development of innovative companies' business models. *Actual Problems of Economics*. 2022. Vol. 1, no. 254. P. 25–32. URL: <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2022-1-254-25-32> (date of access: 15.04.2024).
55. Making sustainability accountable: Eco-efficiency, resource and innovation. Copenhagen : EEA, 1999. 39 p.
56. Melanen M., Mickwitz P., Seppälä J. Eco-efficiency indicators – tools for regional sustainability policy. Finnish Environment Institute. 2011.
57. Minge B. Suffizienz, Konsistenz und Effizienz – Drei Wege zu mehr Nachhaltigkeit - *relaio.de*. URL: <http://www.relaio.de/topics/artikeluebersicht/suffizienz-konsistenz-effizienz.html> (date of access: 04.02.2024).
58. Modern Ukrainian cement production saves 3 million tonnes CO<sub>2</sub> annually – GEF. GEF – *Welcome to the Green Economy Financing Facility*. URL: <https://ebrdgeff.com/projects/energy-efficient-wine-storage-2-2/> (date of access: 11.02.2024).
59. Mol A. Industrial transformations and environmental reform. Glos : Edward Elgar, 1997.
60. Mol A. P. J., Sonnenfeld D. A., Spaargaren G. The Ecological Modernisation Reader / ed. by A. P. J. Mol, D. A. Sonnenfeld, G. Spaargaren. Routledge, 2020. URL: <https://doi.org/10.4324/9781003061069> (date of access: 19.01.2024).
61. Murphy J. Ecological modernisation. *Geoforum*. 2000. Vol. 31, no. 1. P. 1–8. URL: [https://doi.org/10.1016/s0016-7185\(99\)00039-1](https://doi.org/10.1016/s0016-7185(99)00039-1) (date of access: 20.01.2024).
62. Ökologische Modernisierung. Fachbereich Politik und Sozialwissenschaften: Startseite. URL: <http://www.polsoz.fu-berlin.de/polwiss/forschung/>

- systeme/ffu/forschung/steuerung/oekolog\_modernisierung/index.html (date of access: 19.01.2024).
63. Partidário M., Monteiro M. B., Martins R. Novel perspectives for multi-actor collaboration in strategic environmental assessment using ST4S. *Environmental Impact Assessment Review*. 2023. Vol. 99. P. 107023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.107023> (date of access: 14.02.2024).
  64. Pathway to a Low-Carbon Economy. URL: [https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client\\_service/sustainability/cost%20curve%20pdfs/pathways\\_lowcarbon\\_economy\\_version2.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/sustainability/cost%20curve%20pdfs/pathways_lowcarbon_economy_version2.ashx) (date of access: 22.01.2024).
  65. Pimenova O., Fyliuk H., Pimenov S. Model of assessment of competitiveness and sustainable development of Ukrainian agricultural enterprises. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 2020. Vol. 42, no. 3. P. 330–338. URL: <https://doi.org/10.15544/mts.2020.33> (date of access: 29.10.2023).
  66. Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency. 2009. 429 p. URL: <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference> (date of access: 27.01.2024).
  67. Regional eco-efficiency indicators – a participatory approach / P. Mickwitz et al. *Journal of Cleaner Production*. 2006. Vol. 14, no. 18. P. 1603–1611. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.05.025> (date of access: 04.02.2024).
  68. Revell A. The ecological modernisation of SMEs in the UK's construction industry. *Geoforum*. 2007. Vol. 38, no. 1. P. 114–126. URL: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2006.07.006> (date of access: 20.01.2024).
  69. Schmidt M. Die Bedeutung der Effizienz für Nachhaltigkeit – *Chancen und Grenzen. Ressourceneffizienz im Kontext der Nachhaltigkeitsdebatte*. Hartard, 2008. P. 31–46.
  70. Schneider M. Innovation and technical trends in cement production. *Internationale Baustofftagung*, Weimar. 2018. P. 75–80.
  71. Schrader B. Ökologische Innovationen in kleinen und mittelständischen Unternehmen. Berlin : Schriftenreihe des IÖW 152/00, 2000. 116 p.

72. Second periodical annual JI monitoring report "Switch from wet-to-dry at Podilsky Cement, Ukraine". *Joint Implementation Supervisory Committee*. 26 p. URL: <https://ji.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/WU0MV89O2IHNFACTYK67G4P1SZLBQJ>
73. Shtepenko K. P., Zaburaeva O. Y. Analysis of direct foreign investments in the economy of Ukraine and the precipitations of necessity of their attraction. *Efektivna ekonomika*. 2019. No. 5. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.5.34> (date of access: 11.02.2024).
74. Slag usage and switch from wet to semi dry process at Volyn-Cement, Ukraine. Bureau : Bureau Veritas Certification Holding SAS, 2010. 77 p.
75. Srinivas H. Sustainability Concepts: Cleaner Production. GDRC | *The Global Development Research Center*. URL: <https://www.gdrc.org/sustdev/concepts/02-c-prod.html> (date of access: 04.02.2024).
76. State Regulation in Foreign Economic Activity of Cement Industry of Ukraine / T. Topolnytska et al. *Management Systems in Production Engineering*. 2021. Vol. 29, no. 3. P. 215–226. URL: <https://doi.org/10.2478/mspe-2021-0027> (date of access: 29.04.2024).
77. Statista Research Department. Cement production global 2023. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/statistics/1087115/global-cement-production-volume/#:~:text=The%20total%20volume%20of%20cement,industry%20has%20gr own%20since%20then> (date of access: 13.04.2024).
78. Statistics Finland - 9. Adoption of innovations producing environmental benefits in 2012 to 2014. *Tilastokeskus*. URL: [https://www.stat.fi/til/inn/2014/inn\\_2014\\_2016-06-02\\_kat\\_009\\_en.html](https://www.stat.fi/til/inn/2014/inn_2014_2016-06-02_kat_009_en.html) (date of access: 04.02.2024).
79. Sustainability Concepts: Cleaner Production. GDRC | *The Global Development Research Center*. URL: <https://www.gdrc.org/sustdev/concepts/02-c-prod.html> (date of access: 04.02.2024).
80. Sustainable Business Model of Modern Enterprises in Conditions of Uncertainty and Turbulence / O. Pimenowa et al. *Sustainability*. 2023. Vol. 15, no. 3. P. 2654. URL: <https://doi.org/10.3390/su15032654> (date of access: 27.09.2023).

81. The challenge of reducing industrial pollution. *European Environment Agency*.  
URL: <https://www.eea.europa.eu/signals-archived/signals-2020/articles/the-challenge-of-reducing-industrial-pollution> (date of access: 11.02.2024).
82. The ecological modernization reader: Environmental reform in theory and practice. New York, NY : Routledge, 2009.
83. The Methodical Approach of the Substantiation of the Evaluation Indicators System of the Agro-Industrial Complex Development / B. Iegorov et al. *Universal Journal of Agricultural Research*. 2021. Vol. 9, no. 5. P. 191–199.  
URL: <https://doi.org/10.13189/ujar.2021.090506> (date of access: 29.04.2024).
84. The role of cement in the 2050 Low Carbon Economy. 2013. 64 p.  
URL: [https://cembureau.eu/media/cpvoin5t/cembureau\\_2050roadmap\\_lowcarboneyconomy\\_2013-09-01.pdf](https://cembureau.eu/media/cpvoin5t/cembureau_2050roadmap_lowcarboneyconomy_2013-09-01.pdf) (date of access: 22.01.2024).
85. Topolnytska T. Ways of improving efficiency of regulation mechanism of foreign economic activity of Ukrainian cement industry enterprises. *Efektyvna ekonomika*. 2020. No. 4. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.4.67> (date of access: 29.04.2024).
86. Ukrainian Venture Capital and Private Equity Overview 2019. *SlideShare*.  
URL: <https://www.slideshare.net/UVCA/ukrainian-venture-capital-and-private-equity-overview-2019-232427411> (date of access: 11.02.2024).
87. Verification Report "Slag use and switch from wet to dry process at Yugcement, Ukraine". *Bureau Veritas Certification*. 46 p.  
URL: <https://ji.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/6B7XNHQYLIKFDPTZOWU1V482SGCREM>
88. Weale A. The New Politics of Pollution. Manchester : Manchester: Univ. Press, 1992.
89. Welford R. Corporate Environmental Management 3: Towards Sustainable Development. Taylor & Francis Group, 2016.
90. Wörterbuch Klimadebatte. transcript Verlag, 2015. URL: <https://doi.org/10.1515/978383839432389> (date of access: 21.01.2024).

91. Zaxid.net. "Івано-Франківськцемент" інвестував \$87 млн у модернізацію виробництва. *ZAXID.NET*. URL: [https://zaxid.net/ivanofrankivsktsement\\_investuvav\\_87 mln\\_u\\_modernizatsiy\\_u\\_virobnitstva\\_n1079239](https://zaxid.net/ivanofrankivsktsement_investuvav_87 mln_u_modernizatsiy_u_virobnitstva_n1079239) (дата звернення: 11.02.2024).
92. Альтернативне паливо – практичне застосування на цементному заводі. URL: <https://deplv.gov.ua/2009/01/24/alternatyvne-palyvo-praktychne-zastosuvannya-na-cementnomu-zavodi/> (дата звернення: 10.02.2024).
93. Аналіз викидів в атмосферне повітря різних регіонів та галузей за 2020 рік. *Енерджі 365 – енергія твого бізнесу*. URL: <https://energy365.com.ua/tpost/gpkndtif61-analz-vikidv-v-atmosferne-povtrya-rznih> (дата звернення: 11.02.2024).
94. Бугай В., Євтушенко М., Комісарова А. Проектне фінансування як інструмент залучення інвестиційних ресурсів. *Вісник Запорізького національного університету*. 2010. № 2 (6). С. 205–210.
95. Бужимська К. Теорія модернізації: виникнення, розвиток, сучасний стан. *Вісник Житомирського державного технологічного університету*. 2008. Т. 2, № 44. С. 216–227.
96. Букатюк У. Угода року на ринку цементу. Навіщо ірландська CRH купує в Україні два цементних заводи за €100 млн (і може захопити половину ринку) – *Forbes.ua*. URL: <https://forbes.ua/money/ugoda-roku-na-rinku-tsementu-navishcho-irlandska-crh-kupue-v-ukraini-dva-tsementnikh-zavodi-za-100-mln-05092023-15821> (дата звернення: 11.02.2024).
97. Внесок цементної галузі у розбудову України у 2021 році. *Укрцемент - Асоціація виробників цементу України*. URL: <https://ukrcement.com.ua/novini/695-vnesok-tsementnoi-haluzi-u-rozbudovu-ukrainy-u-2021-rotsi.html#:~:text=Учасники%20Асоціації%20«Укрцемент»%20завершили%202021,тонн> (дата звернення: 10.02.2024).
98. Волинь-Цемент - Dyckerhoff Ukraine - *Buzzi SpA*. [www.dyckerhoff.com.ua](http://www.dyckerhoff.com.ua). URL: <https://www.dyckerhoff.com.ua/volyn> (дата звернення: 17.04.2024).

99. Георгіаді Н., Федорчак О. Сутність і види механізмів залучення інвестицій на підприємство. *Економічна наука, Інвестиції: практика та досвід*. 2013. № 22. С. 6–11. URL: [http://www.investplan.com.ua/pdf/22\\_2013/3.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/22_2013/3.pdf) (дата звернення: 11.02.2024).
100. Головна - Horizon Capital. *Horizon Capital*. URL: <https://horizoncapital.com.ua/uk/#funds> (дата звернення: 11.02.2024).
101. Головчук Ю. ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»: потенціал сталого розвитку. *ECOBUSINESS. Екологія підприємства*. 2021. № 3. URL: <https://e.ecolog-ua.com/ekolohiya-pidpryyemstva-2021-3/prat-kryvyy-rih-tsement-potentsial-staloho-rozvytku> (дата звернення: 22.01.2024).
102. Горобченко Д., Шипулина Ю. Эффект рикошета в сфере инновационных технологий ресурсозбережения. *Ефективна економіка*. 2012. № 11. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1575> (дата звернення: 11.02.2024).
103. Гудзь О. Банківське кредитування інноваційного розвитку. *Економіка. Менеджмент. Бізнес*. 2019. № 1 (27). С. 12–19.
104. Гура К. “Зелені” облигації: як Україна планує залучати кошти на екологічні проекти. *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2021/01/25/670304/> (дата звернення: 11.02.2024).
105. Демченко К. Екологічна модернізація виробництва як фактор підвищення конкурентоспроможності виробників цементу. *Економіка підприємства : сучасні проблеми теорії та практики* : матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф., м. Одеса, 14–15 верес. 2018 р. Одеса, 2018. С. 33–34.
106. Демченко К. В. Державне стимулювання проведення екологічної модернізації виробництва серед виробників цементу. *Зміни. Адаптація. Нова економіка* : матеріали II міжнар. форуму, м. Київ, 2021. С. 31–34.
107. Демченко К. В. Джерела фінансування інноваційного розвитку промислових підприємств. *Актуальні проблеми сучасної науки, розвитку технологій та*

- менеджменту* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Хмельницький, 2024. С. 129–133.
108. Демченко К. В. Екологічна модернізація виробництва на підприємствах цементної галузі України: реалії та очікування. *Efektivna ekonomika*. 2024. № 4. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.4.78> (дата звернення: 28.04.2024).
109. Демченко К. В. Основні шляхи екологізації цементного виробництва. *Зелена економіка та низьковуглецевий розвиток: порядок денний для України*. 2023. URL: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-337-1-28> (дата звернення: 28.04.2024).
110. Демченко К. В. Систематизація передумов проведення екологічної модернізації виробництва суб'єктів господарювання. *Зелений бізнес: життя заради майбутнього*: матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених : ЦП Компринт, м. Київ, 2023. С. 16–19.
111. Демченко К. В. Сутність та основні складові екологічної модернізації виробництва. *Зелений бізнес: життя заради майбутнього* : матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, м. Київ, 11–12 квіт. 2018 р. Київ, 2018. С. 69–72.
112. Демченко К.В. Вплив екологічної модернізації виробництва на конкурентну позицію виробників цементу. *Науковий вісник Миколаївського національного університету ім. В.О. Сухомлинського. Економічні науки : збірник наукових праць*. 2018. № 1 (10). С. 7–15.
113. Демченко К.В. Джерела фінансування екологічної трансформації виробництва як складової інноваційного розвитку підприємств. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2023. № 5. С. 274–281. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-322-5-44> (дата звернення: 15.05.2024).
114. Демченко К.В. Оцінка ефективності екологічної модернізації виробництва цементу за методикою, заснованою на теорії конкурентних переваг. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2019. № 23. С. 75–80.

115. Демченко К.В. Поняття «ефективності» у контексті екологічної модернізації виробництва суб'єктами підприємництва. *Підприємництво і торгівля*. 2023. № 39. С. 73–78. URL: <https://doi.org/10.32782/2522-1256-2023-39-08> (дата звернення: 08.05.2024).
116. Демченко К.В. Сутність та необхідність екологічної модернізації виробництва в Україні. *Тернопільський національний економічний університет*. 2018. Т. 28, № 2. С. 133–145.
117. Демченко К.В. Сучасні технології як інструмент підвищення ефективності екологічної модернізації виробництва цементу. *Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор»*. 2024. № 1 (74). С. 127–132. URL: <https://doi.org/10.32782/business-navigator.74-21> (дата звернення: 15.05.2024).
118. Демчук Н., Дуброва Н. Проектне фінансування в Україні в умовах глобалізації. *Економіка АПК*. 2010. № 11. С. 27–33. URL: [http://www.agrosvit.info/pdf/11\\_2010/7.pdf](http://www.agrosvit.info/pdf/11_2010/7.pdf).
119. Держстат України. *Офіційний сайт Державної служби статистики України*. URL: [https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/ni.htm](https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/ni.htm) (дата звернення: 03.10.2023).
120. Дикань В., Білоус Л. Проблеми оптимізації структури енергоємності України. *Соціальна економіка*. 2016. Т. 52, № 2. С. 86–92.
121. Економічна правда. Volkswagen інвестує в нові технології 44 мільярди євро. *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2018/11/18/642745/> (дата звернення: 04.02.2024).
122. Економічна правда. Протекціонізм або імпорт: чи варто захищати українського виробника. *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2017/11/21/631404/> (дата звернення: 04.02.2024).
123. Економічна теорія: Політекономія : підручник / ред. В. Базилевич. 6-те вид. Київ : Знання-Прес, 2007. 719 с.

124. Єрмак С., Лісніченко О. Джерела фінансування інноваційної діяльності в Україні. *Ефективна економіка*. 2015. № 3. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=4034>.
125. Жарова Л. В., Какутич Є. Ю., Хлобистов Є. В. Екологічне підприємництво та екологізація підприємництва: теорія, організація, управління / ред. Б. М. Данилишин. Суми : Унів. кн., 2009. 240 с.
126. Інновації та інвестиції - SFII. *SFII*. URL: <https://sfii.gov.ua/investment-projects/innovacii-ta-investicii-test/> (дата звернення: 11.02.2024).
127. Картка законопроекту «Про забезпечення конституційних прав громадянина на безпечне для життя і здоров'я довкілля». *Електронний кабінет громадянина*. URL: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/41111> (дата звернення: 11.02.2024).
128. Касич А. Модернізаційні процеси в Україні в контексті світового досвіду. *Економіка України*. 2017. № 9. С. 38–58.
129. Кількість зайнятих працівників на підприємствах за їх розмірами за видами економічної діяльності. *Держкомстат*. URL: [https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2012/fin/kp\\_ed/kp\\_ed\\_u/kzp\\_ed\\_u\\_2015.html](https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2012/fin/kp_ed/kp_ed_u/kzp_ed_u_2015.html) (дата звернення: 10.02.2024).
130. Коваленко А. Екологічна модернізація як складова сталого розвитку. *Стратегії економічного розвитку*. 2018. № 23. С. 397–402.
131. Кравчик Ю. Вдосконалення методики оцінки змісту і ефективності реалізації цільових екологічних програм в умовах сталого розвитку. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2020. № 4. С. 353–356. URL: [https://doi.org/0.31891/2307-5740-2020-284-4\(2\)-62](https://doi.org/0.31891/2307-5740-2020-284-4(2)-62) (дата звернення: 15.04.2024).
132. Кредити на розвиток: як бізнесу отримати доступне фінансування для власних проєктів? *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/projects/msp/2021/04/14/672829/> (дата звернення: 04.02.2024).

133. Кропивницька Т. Концепція ефективних наномодифікованих лужноактивних композиційних цементів із високою ранньою міцністю. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2019. № 912. С. 99–107. URL: <https://ena.lpnu.ua/handle/ntb/46664> (дата звернення: 22.01.2024).
134. Кулясов І. Екологічна модернізація: теоретичні аспекти. *Журнал соціології та соціальної антропології*. 2005. № 3. С. 100–113.
135. Купалова Г., Демченко К. Необхідність та передумови екологічної модернізації виробництва суб'єктів підприємництва. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2023. № 2. С. 84–92. URL: <https://doi.org/10.17721/1728-2667.2023/223-2/11> (дата звернення: 03.05.2024).
136. Лаврентьев В. А. Управление технологической модернизацией на основе многоуровневой оптимизации производства : моногр. Нижний Новгород : ВГИПУ, 2010. 327 с.
137. Лондаренко Д. О. Ресурсно-інноваційний аспект модернізації економіки регіону. *Підприємництво та інновації*. 2020. № 12. С. 215–219. URL: <https://doi.org/10.37320/2415-3583/12.37> (дата звернення: 21.02.2024).
138. Мамалуй О. Про зміст механізму модернізації української економіки. *Вісник Національної юридичної академії України імені Ярослава Мудрого*. Серія: Економічна теорія та право. 2010. № 3. С. 27–35. URL: <https://dspace.nlu.edu.ua/handle/123456789/3455>.
139. Модифіковані швидкотверднучі клінкер-ефективні бетони / М. Саницький та ін. *Будівельні матеріали та виробу*. 2019. № 1-2(101). С. 24–28. URL: <https://doi.org/10.48076/2413-9890.2020-101-04> (дата звернення: 22.01.2024)
140. Мої кредити 5-7-9%. *Ощадбанк. Мій банк. Моя країна*. URL: [https://www.oschadbank.ua/credit/579?gclid=Cj0KCQjw0bunBhD9ARIsAAZl0E3HEInlXA4CoF7WtLyW4fJlrag1iKcRFL\\_U2ZImJw8LtAlkcpnYsTEaAhtaEALw\\_wcB](https://www.oschadbank.ua/credit/579?gclid=Cj0KCQjw0bunBhD9ARIsAAZl0E3HEInlXA4CoF7WtLyW4fJlrag1iKcRFL_U2ZImJw8LtAlkcpnYsTEaAhtaEALw_wcB) (дата звернення: 11.02.2024).

141. Момот О., Демченко А. Про сутність понять «ефективність» та «результативність» в економіці. *Економічний вісник Донбасу*. 2013. № 3 (33). С. 207–210.
142. Мочерний С. Основи підприємницької діяльності : підручник. Київ : Акад., 2005. 280 с.
143. Національний банк України. Інфляція залишатиметься помірною, а економіка відновлюватиметься. Інфляційний звіт НБУ. *Національний банк України*. URL: <http://surl.li/tclew> (дата звернення: 21.04.2024).
144. Новини асоціації Укрцемент. *Офіційний сайт асоціації Укрцемент*. URL: <http://www.ukrcement.com.ua/ru/novost/303-import-tsementu-v-2017-r-zbilshyvsiya-v-11-raziv-biloruskoho-v-170-raziv.html> (дата звернення: 10.02.2024).
145. Обух В. Повоєнне відновлення: шанс для розвитку будіндустрії. *Укрінформ - актуальні новини України та світу*. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3690313-povoenne-vidnovlenna-sans-dla-rozvitku-budindustrii.html> (дата звернення: 11.02.2024).
146. Огляд реалізації основних положень Кіотського протоколу до Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату та зобов'язання країн-членів ОЕСР і Євросоюзу щодо виконання рекомендацій Паризької Конференції. Київ, 2017. 108 с. URL: [https://ua.energy/wp-content/uploads/2017/05/3.-Osn\\_polozh\\_SOR21.pdf](https://ua.energy/wp-content/uploads/2017/05/3.-Osn_polozh_SOR21.pdf).
147. ООН закликає будувати екологічно чисті міста. Джерело: <https://responsiblefuture.com.ua>. URL: <https://responsiblefuture.com.ua/oon-zaklikaye-buduvati-ekologichno-chisti-mista/> (дата звернення: 27.01.2024).
148. Орлюк М. Українські виробники анонсували значне підвищення цін на цемент. Джерело: <https://biz.censor.net/>. URL: [https://biz.censor.net/news/3295891/ukrayinski\\_vyrobnyky\\_anonsuvaly\\_znachne\\_pidvishchennya\\_tsin\\_na\\_tsement](https://biz.censor.net/news/3295891/ukrayinski_vyrobnyky_anonsuvaly_znachne_pidvishchennya_tsin_na_tsement) (дата звернення: 10.02.2024).
149. ПАТ «Волинь-Цемент» - Smida. *Smida - Main page*. URL: <https://smida.gov.ua/db/participant/00293054> (дата звернення: 10.02.2024)

150. ПАТ «Подільський цемент» - Smida. *Smida - Main page*.  
URL: <https://smida.gov.ua/db/participant/00293091> (дата звернення: 10.02.2024).
151. ПАТ «ЮГцемент» - Smida. *Smida - Main page*.  
URL: <https://smida.gov.ua/db/participant/00293031> (дата звернення: 10.02.2024).
152. Петрович Й., Борбулевич В. Модернізація промислових підприємств та інноваційне забезпечення. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2016. Т. 1, № 2016. С. 106–116.
153. Плашихін С. Довідник з ресурсоефективного та чистого виробництва. Київ : Центр ресурсоефективного та чистого виробництва, 2020. 96 с.
154. Повідомлення про намір скористатись правами, передбаченими ст. 65 «Закону України "Про акціонерне товариство»». 2017.  
URL: <https://www.ifcem.if.ua/wp-content/uploads/2017/12/Povidomlennya-pro-namir.pdf> (дата звернення: 11.02.2024).
155. Податковий кодекс України : Кодекс України від 02.12.2010 р. № 2755-VI : станом на 29 січня 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text> (дата звернення: 14.02.2024).
156. ПРАТ «Дікергофф Цемент Україна» - Smida. *Smida - Main page*.  
URL: <https://smida.gov.ua/db/prof/04880386> (дата звернення: 29.04.2024).
157. ПРАТ «Бальцем» - Smida. *Smida - Main page*.  
URL: <https://smida.gov.ua/db/participant/00293060> (дата звернення: 10.02.2024).
158. ПрАТ «Івано-Франківськцемент» - Smida. *Smida - Main page*.  
URL: <https://smida.gov.ua/db/participant/00292988> (дата звернення: 10.02.2024)
159. ПрАТ «Миколаївцемент» - Smida. *Smida - Main page*.  
URL: <https://smida.gov.ua/db/participant/00293025> (дата звернення: 10.02.2024).
160. ПрАТ «ХайдельбергЦемент Україна» - Smida. *Smida - Main page*.  
URL: <https://smida.gov.ua/db/participant/00292923> (дата звернення: 10.02.2024).
161. Про інноваційну діяльність : Закон України від 04.07.2002 р. № 40-IV : станом на 31 березня 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/40-15#Text> (дата звернення: 11.02.2024).

162. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 р. № 2059-VIII : станом на 4 січня 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> (дата звернення: 14.02.2024).
163. Прямі іноземні інвестиції (2002–2023). *Ставки, індекси, тарифи*. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/fdi/> (дата звернення: 11.02.2024).
164. Публічна інформація - SFII. Джерело: <https://sfii.gov.ua/>. URL: <https://sfii.gov.ua/publicna-informaciya/> (дата звернення: 11.02.2024).
165. Рекомендації Антимонопольного комітету України. Київ, 2021. 11 с. URL: <https://amcu.gov.ua/storage/app/uploads/public/608/675/a35/608675a35d963595404343.pdf> (дата звернення: 11.02.2024).
166. Собкевич О. Підтримка інвестицій у промисловість України в умовах війни та повоєнного відновлення. *Національний інститут стратегічних досліджень*. URL: <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/pidtrymka-investytsiy-u-promyslovisht-ukrayiny-v-umovakh-viynny-ta> (дата звернення: 11.02.2024).
167. Сталь і цемент можуть стимулювати десятиліття дій щодо зміни клімату. *Платформа зеленої промисловості. Green Industry Platform*. URL: <https://www.greenindustryplatform.org/uk/blog/steel-and-cement-can-drive-decade-action-climate-change-how> (дата звернення: 25.05.2024).
168. Старостіна А., Кравченко В. Сутність та практичне застосування методики конструювання категоріального апарату економічної науки (на прикладі понять «глобалізація» та «підприємницький ризик»). *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2011. № 128. С. 5–10.
169. Статистика фінансового сектору. *Національний банк України*. URL: <https://bank.gov.ua/ua/statistic/sector-financial> (дата звернення: 11.02.2024).
170. Топольницька Т. Концептуальні положення вдосконалення регулювання зовнішньоекономічної діяльності підприємств цементної галузі. *Економіка та управління національними господарствами*. 2019. № 30. С. 84–91.
171. Федулова Л. Технологічна модернізація промисловості України. Київ : Ін-т економіки та прогнозування. 211 с.

172. Феєр О. Модернізація як економічна категорія. *Науковий вісник Мукачівського державного університету*. 2016. № 1 (5). С. 70–75.
173. Филюк Г., Бондарук А. Теоретичні аспекти формування конкурентостійкості підприємства в умовах динамічних змін. *Актуальні проблеми економіки*. 2024. № 2 (272). С. 49–57. URL: <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2024-1-272-49-57>.
174. Фонди прямих інвестицій для Малих та Середніх Підприємств. *Все для розвитку Малих та Середніх Підприємств*. URL: <http://www.smedevelopment.info/searchfinance/7/> (дата звернення: 10.10.2023).
175. Хвесик М., Степаненко М., Обиход Г. Екологічна модернізація в системі природно-техногенної та екологічної безпеки : монографія / ред. М. Хвесик. Київ : Держ. установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Нац. акад. наук України», 2016. 455 с.
176. Цемент – ключовий матеріал відбудови України | *Український інтерес*. URL: <https://uain.press/news/tsement-klyuchovij-material-vidbudovi-ukrayini-1769665> (дата звернення: 29.04.2024).
177. Цилюрик Г. І. Інноваційна діяльність в умовах економічної конкуренції - *Облік і фінанси АПК: освітній портал*. URL: <http://magazine.faaf.org.ua/innovaciyna-diyalnist-v-umovah-ekonomichnoi-konkurencii.html> (дата звернення: 04.02.2024).
178. Шевчук К. Що стримує розвиток ринку твердого біопалива в Україні. *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/12/5/694580/> (дата звернення: 16.04.2024).
179. Шкіль Л. Siguler Guff покупает мажоритарную долю Solvd: у компании есть офисы в Украине – *AIN.UA*. *AIN.UA*. URL: <https://ain.ua/ru/2022/09/28/syguler-guff-kupue-kompanyuu-z-tehnologicheskogo-konsultuvannya-solvd/> (дата звернення: 11.02.2024).

180. Экологическая ситуация в Китае – проблема для всего мира - *Bellona.ru*.  
URL: <http://bellona.ru/2013/03/13/ekologicheskaya-situatsiya-v-kitae-probl/> (дата  
звернения: 04.02.2024).

## ДОДАТКИ

## Додаток А



Рис. А.1. Структурно-логічна схема розробленої категорії «екологічна модернізація виробництва»

*\*побудовано автором*

Таблиця А.1

Структура понять «модернізація», «екологічна модернізація» і «екологічна модернізація виробництва»  
у вітчизняних і зарубіжних авторів

№	Автор, рік, вид наукової праці/ поняття	Суть явища	Зміст явища	Результати явища
1	Петрович, Барбулевич, 2011, стаття / модернізація [152]	Стан	сталого і ефективного розвитку, який ґрунтується на впровадженні у виробництво досягнень науково-технічного прогресу, спрямованих на оновлення матеріально-технічної бази усіх секторів національного господарства та їх підприємств	виготовлення продукції з інноваційним наповненням та конкурентоспроможною на зовнішньому і внутрішньому ринках
2	Федулова, 2008, монографія / модернізація [171]	Технологічне оновлення і прискорений розвиток	наявного промислового потенціалу, високотехнологічних видів діяльності	перетворення технологічних та організаційних нововведень на головний чинник розвитку економіки
3	Мамалуй, 2010, стаття / модернізація [138]	Процес	покращення, оновлення	прогресивні зміни, перетворення засобів виробництва, продукції та умов економічного розвитку
4	Бужимська, 2008, стаття / модернізація [95]	Сукупність	різного роду економічних, політичних, державно-правових, психологічних, культурологічних зрушень та перетворень конкретної соціально-економічної системи у напрямі її осучаснення і постійного вдосконалення	-
5	Лаврентев, 2010, монографія / модернізація підприємства [136]	Розробка, впровадження, удосконалення	високотехнологічних продуктів, новітніх технологій, системи управління якістю інноваційної продукції	-
6	Хвесик, 2016, монографія / екологічна модернізація [175]	Зміна	комплекс технологічних, управлінських, господарських удосконалень і нововведень	які здатні суттєво поліпшити екологічні параметри довкілля й зменшити його негативний вплив на природу та населення.

## Продовж. табл.А.1

7	Кулясов, 2003, стаття / екологічна модернізація [134]	Процес	зміни відповідно до найновіших, сучасних екологічних вимог і норм	ліквідація проблем між людиною і середовищем її існування, суспільством і природою
8	Коваленко, 2018 / стаття, екологічна модернізація [130]	Процес	перетворення і оновлення економічного укладу, культури і соціальної поведінки	з метою підвищення адаптивної здатності традиційного суспільства, що дозволять йому створити нове середовище проживання і відтворення та перейти до інклюзивного зростання і сталого розвитку
9	Лондаренко, 2017 / стаття, інноваційно-технологічна модернізація економіки [137]	Процес	структурних, технічних та технологічних перетворення екологічної політики держави	спрямованих на досягнення динамічного економічного зростання, забезпечення глобальної конкурентоспроможності економіки регіону, підвищення рівня та якості життя населення
10	Jänieke, 2000 / доповідь, екологічна модернізація [43]	Великий сегмент	можливих покращень навколишнього середовища, які можуть бути досягнуті за рахунок інновацій із розряду очисних споруд	-
11	Huber / 2011, розділ книги, екологічна модернізація [37]	Внесок	у вирішення проблем навколишнього середовища	-
12	Касич, 2017, стаття, модернізація [128]	Процес	багатоаспектних перетворень усіх сфер існування та життєдіяльності суспільства	з метою синхронізації змін
13	Феєр, 2016, стаття, модернізація [172]	Процес	який передбачає одночасні якісні зміни на всіх рівнях за всіма напрямками і впливає на всіх учасників суспільства	-

*\*складено автором на основі джерел [152, 171, 138, 95, 136, 175, 134, 130, 137, 43, 37, 128, 172]*

Таблиця А.2

Класифікація підходів до визначення суті понять «модернізація», «екологічна модернізація» і «екологічна модернізація виробництва»

№	Автор	Суть явища													
		стан	оновлення	розвиток	процес	сукупність	розробка, впровадження, удосконалення	зміна	модель	сегмент	форма	підхід	внесок	напрямок	інвестиції
1	Петрович	+													
2	Федулова		+	+											
3	Мамалуй				+										
4	Бужимська					+									
5	Лаврентьев						+								
6	Хвесик							+							
7	Кулясов				+										
8	Коваленко				+										
9	Лондаренко				+										
10	Jänieke									+					
11	Huber												+		
12	Касич				+										
13	Феср				+										+

\*складено автором на основі джерел [152, 171, 138, 95, 136, 175, 134, 130, 137, 43, 37, 128, 172]

## Додаток Б

Таблиця Б.1

Ставки податку та розрахований ваговий коефіцієнт за викиди в атмосферне повітря окремих забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення

Найменування забруднюючої речовини	Ставка податку, грн за 1 т	Значення вагового коефіцієнта
Азоту оксиди	2574,43	0,0008
Аміак	482,84	0,0001
Ангідрид сірчистий	2574,43	0,0008
Ацетон	965,67	0,0003
Бенз(о)пірен	3277278,63	1,0000
Бутилацетат	579,84	0,0002
Ванадію п'ятиокис	9656,78	0,0029
Водень хлористий	96,99	0,0000
Вуглецю окис	96,99	0,0000
Вуглеводні	145,50	0,0000
Газоподібні фтористі сполуки	6373,91	0,0019
Тверді речовини	96,99	0,0000
Кадмію сполуки	20376,22	0,0062
Марганець та його сполуки	20376,22	0,0062
Нікель та його сполуки	103816,62	0,0317
Озон	2574,43	0,0008
Ртуть та її сполуки	109127,84	0,0333
Свинець та його сполуки	109127,84	0,0333
Сірководень	8273,63	0,0025
Сірковуглець	5376,59	0,0016
Спирт н-бутиловий	2574,43	0,0008
Стирол	18799,08	0,0057
Фенол	11685,10	0,0036
Формальдегід	6373,91	0,0019
Хром та його сполуки	69113,38	0,0211

\* створено і розраховано автором на основі джерела [155]

Таблиця Б.2

Ставки податку та розрахований ваговий коефіцієнт за викиди в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення забруднюючих речовин (сполук), які не увійшли до пункту 243.1 Податкового кодексу України

Клас небезпечності	Ставка податку, грн за 1 т	Значення вагового коефіцієнта
I	18413,24	0,0056
II	4216,92	0,0013
III	628,32	0,0002
IV	145,5	0,0000

\* створено і розраховано автором на основі джерела [155]

Таблиця Б.3

Ставки податку та розрахований ваговий коефіцієнт за скиди окремих забруднюючих речовин у водні об'єкти:

Найменування забруднюючої речовини	Ставка податку, грн за 1 т	Значення вагового коефіцієнта
Азот амонійний	12883,84	0,0039
Органічні речовини (за показниками біохімічного споживання кисню (БСК 5))	5156,8	0,0016
Завислі речовини	369,52	0,0001
Нафтопродукти	75792,4	0,0231
Нітрати	1108,56	0,0003
Нітрити	63278,16	0,0193
Сульфати	369,52	0,0001
Фосфати	10297,44	0,0031
Хлориди	369,52	0,0001

\* створено і розраховано автором на основі джерела [155]

Таблиця Б.4

Ставки податку та розрахований ваговий коефіцієнт за скиди у водні об'єкти забруднюючих речовин, які не увійшли до пункту 245.1 Податкового кодексу України, та на які не встановлено гранично допустиму концентрацію

Гранично допустима концентрація забруднюючих речовин або орієнтовно безпечний рівень впливу, міліграмів на 1 літр	Ставка податку, грн за 1 т	Значення вагового коефіцієнта
До 0,001 (включно)	1349948	0,4119
Понад 0,001 - 0,1 (включно)	978777,84	0,2987
Понад 0,1 - 1 (включно)	168741,52	0,0515
Понад 1 - 10 (включно)	17173,04	0,0052
Понад 10	3437,76	0,0010

\* створено і розраховано автором на основі джерела [155]

Таблиця Б.5

Ставки податку та розрахований ваговий коефіцієнт за розміщення відходів, які встановлюються залежно від класу небезпеки та рівня небезпечності відходів

Клас небезпеки відходів	Рівень небезпечності відходів	Ставка податку, гривень за 1 т	Значення вагового коефіцієнта
I	надзвичайно небезпечні	1546,22	0,0005
II	високонебезпечні	56,32	0,0000
III	помірно небезпечні	14,12	0,0000
IV	малонебезпечні	5,5	0,0000
	малонебезпечні нетоксичні відходи гірничої промисловості	0,54	0,0000

\* створено і розраховано автором на основі джерела [155]

Додаток В

Таблиця В.1

Коефіцієнт зносу основних засобів для цементних підприємств України у 2006–2022 рр.

Рік Підприємство	ПАТ «Волинь- Цемент»	ПАТ «ЮГ- цемент»	ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»	ПрАТ «Бальцем»	ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	ПАТ «Подільський цемент»	ПАТ «Миколаїв- цемент»	ПрАТ «Івано- ФранківськЦемент»	Серед- ньогалу- зеве значення
2006	0,70	0,56	-	0,68	0,55	0,56	0,86	0,43	0,62
2007	0,68	0,52	-	0,59	0,51	0,45	0,63	0,44	0,55
2008	0,66	0,48	-	0,48	0,49	0,43	0,43	0,32	0,47
2009	0,63	0,92	-	0,43	0,49	0,44	0,35	0,32	0,51
2010	0,50	0,75	-	0,44	0,44	0,47	0,41	0,39	0,49
2011	0,21	0,24	-	0,45	0,40	0,50	0,47	0,46	0,39
2012	0,23	0,27	-	0,83	0,35	0,16	0,32	0,00	0,31
2013	0,29	0,35	-	0,83	0,16	0,12	0,44	0,04	0,32
2014	0,34	0,43	-	0,82	0,25	0,15	0,51	0,38	0,41
2015	0,38	0,46	-	0,82	0,33	0,18	0,56	0,00	0,39
2016	-	-	0,66	0,83	0,39	0,20	0,57	0,24	0,48
2017	-	-	0,67	0,82	0,45	0,22	0,56	0,28	0,50
2018	-	-	0,66	0,81	0,50	0,23	0,56	0,32	0,51
2019	-	-	0,62	0,83	0,57	0,25	0,54	0,46	0,55
2020	-	-	0,59	0,85	0,63	0,28	0,52	0,55	0,57
2021	-	-	0,63	0,8	0,67	0,31	0,50	0,53	0,57
2022	-	-	0,63	0,81	0,65	0,33	0,51	0,51	0,57
Середнє значення	0,64	0,50	0,64	0,71	0,46	0,31	0,51	0,33	0,48

\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]

Таблиця В.2

Динаміка виробництва цементу підприємствами України у 2006–2022 рр., тис. т

Рік Підприємство	ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»	ПрАТ «Бальцем»	ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	Група CRH	ПрАТ «Івано- Франківськцемент»	Разом
2006	2398,9	2267,0	3583,0	2549,0	562,7	11360,5
2007	1973,0	2257,0	2864,0	2747,0	615,0	10456,0
2008	1612,0	2540,0	2736,0	2636,0	703,0	10227,0
2009	1444,3	2248,9	3150,0	2681,8	724,6	10249,5
2010	1626,6	1911,8	2615,0	2635,3	767,0	9555,7
2011	1995,7	2137,0	2445,0	2688,0	794,4	10060,1
2012	1847,1	1512,2	2220,0	2349,7	1028,0	8957,0
2013	1725,1	1407,8	2350,0	2768,9	1128,3	9380,1
2014	1830,6	1099,0	1733,7	2911,5	1430,7	9005,5
2015	1900,3	684,0	1500,2	3090,3	2014,1	9188,9
2016	1772,3	572,0	1409,9	3323,5	2357,1	9434,8
2017	1745,8	1101,0	1258,4	3140,9	2406,0	9652,1
2018	1540,4	822,0	1139,7	2673,7	2945,0	9120,8
2019	1723,0	191,0	1050,0	2681,5	3123,0	8768,5
2020	1748,0	5,0	1187,0	2724,4	3900,0	9564,4
2021	1776,0	0,0	1345,0	3012,4	3950,0	10083,4
2022	756,0	-	540,0	1728,0	2376,0	5400,0

\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]

Таблиця В.3

Ланцюгові показники динаміки виробництва цементу підприємствами України у 2006–2022 рр., %

Рік Підприємство, показник	ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»		ПрАТ «Бальцем»		ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»		Група CRH		ПрАТ «Івано- Франківськцемент»	
	Темп росту	Темп приросту	Темп росту	Темп приросту	Темп росту	Темп приросту	Темп росту	Темп приросту	Темп росту	Темп приросту
2007	82,2	-17,8	99,6	-0,4	79,9	-20,1	107,8	7,8	109,3	9,3
2008	81,7	-18,3	112,5	12,5	95,5	-4,5	96,0	-4,0	114,3	14,3
2009	89,6	-10,4	88,5	-11,5	115,1	15,1	101,7	1,7	103,1	3,1
2010	112,6	12,6	85,0	-15,0	83,0	-17,0	98,3	-1,7	105,8	5,8
2011	122,7	22,7	111,8	11,8	93,5	-6,5	102,0	2,0	103,6	3,6
2012	92,6	-7,4	70,8	-29,2	90,8	-9,2	87,4	-12,6	129,4	29,4
2013	93,4	-6,6	93,1	-6,9	105,9	5,9	117,8	17,8	109,8	9,8
2014	106,1	6,1	78,1	-21,9	73,8	-26,2	105,2	5,2	126,8	26,8
2015	103,8	3,8	62,2	-37,8	86,5	-13,5	106,1	6,1	140,8	40,8
2016	93,3	-6,7	83,6	-16,4	94,0	-6,0	107,5	7,5	117,0	17,0
2017	98,5	-1,5	192,5	92,5	89,3	-10,7	94,5	-5,5	102,1	2,1
2018	88,2	-11,8	74,7	-25,3	90,6	-9,4	85,1	-14,9	122,4	22,4
2019	111,9	11,9	23,2	-76,8	92,1	-7,9	100,3	0,3	106,0	6,0
2020	101,5	1,5	2,6	-97,4	113,0	13,0	101,6	1,6	124,9	24,9
2021	101,6	1,6	0,0	0,0	113,3	13,3	110,6	10,6	101,3	1,3
2022	42,6	-57,4	0,0	0,0	40,2	-59,8	57,4	-42,6	60,1	-39,9
Середньо- річне значення	93,1	-6,9	64,6	-35,4	88,8	-11,2	97,6	-2,4	109,4	-4,6

\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]

Таблиця В.4

Динаміка обсягу інвестицій у необоротні активи цементних підприємств України у 2006–2022 рр., тис. грн

Рік Підприємство	ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»	ПрАТ «Бальцем»	ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	ПАТ «Миколаїв- цемент»	ПАТ «Подільський цемент»	Група СРН	ПрАТ «Івано- Франківськ- цемент»	Разом
2006	37939	18281	105533	31644	75273	106917	48989	424576
2007	63762	94642	121126	136104	81595	217699	244193	959121
2008	343712	158368	134959	209076	54886	263962	214492	1379455
2009	221780	155327	267138	87383	883012	970395	45547	2630582
2010	414345	12988	0	94775	0	94775	24571	641454
2011	91588	5147	0	69431	755054	824485	71471	1817176
2012	58990	7806	35361	100554	149208	249762	124426	726107
2013	97099	43206	54912	50868	0	50868	308289	605242
2014	139338	40725	22670	15678	0	15678	915217	1149306
2015	182187	14169	20922	57454	0	57454	654369	986555
2016	90859	29559	22388	0	0	0	776116	918922
2017	191763	65319	46616	0	52725	52725	1832327	2241475
2018	142734	92053	77746	0	0	0	942130	1254663
2019	290998	33850	0	0	0	0	0	324848
2020	210070	4830	0	5824	237373	243197	0	701294
2021	277483	3201	363396	5168	109093	114261	1768863	2641465
2022 (початок року)	2854647	779471	1272767	863959	2398219	3262178	7971001	19402241

*\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]*

Таблиця В.5

Значення коефіцієнта матеріаломісткості цементних підприємств України у 2006–2021 рр.

Рік Підприємство	ПАТ «Волинський Цемент»	ПАТ «ЮГ- цемент»	ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»	ПрАТ «Бальцем»	ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	ПАТ «Подільський цемент»	ПАТ «Миколаївський цемент»	ПрАТ «Івано- Франківський цемент»	Середньогалузеве значення
2006	0,59	0,59	0,59	0,51	0,51	0,60	0,52	0,48	0,54
2007	0,46	0,45	0,46	0,34	0,40	0,43	0,44	0,38	0,41
2008	0,52	0,55	0,54	0,45	0,47	0,53	0,48	0,32	0,48
2009	0,80	0,78	0,79	0,58	0,67	0,48	0,47	0,40	0,60
2010	0,71	0,61	0,66	0,74	0,74	0,65	0,52	0,44	0,63
2011	0,64	0,60	0,62	0,71	0,64	0,75	0,50	0,43	0,61
2012	0,55	0,52	0,54	0,63	0,63	0,59	0,44	0,55	0,56
2013	0,61	0,56	0,58	0,78	0,84	0,57	0,58	0,53	0,64
2014	0,61	0,58	0,60	0,78	0,76	0,56	0,59	0,50	0,63
2015	0,63	0,74	0,68	0,78	0,76	0,67	0,66	0,48	0,67
2016	-	-	0,66	0,80	0,70	0,58	0,51	0,49	0,62
2017	-	-	0,67	0,84	0,67	0,63	0,77	0,50	0,68
2018	-	-	0,66	-	0,73	0,54	0,77	0,50	0,53
2019	-	-	0,62	-	0,72	0,60	0,74	0,49	0,53
2020	-	-	0,59	-	0,54	0,63	0,79	0,53	0,51
2021	-	-	0,63	-	0,62	0,62	0,82	0,54	0,54
2022	-	-	0,65	-	0,64	0,64	0,82	0,55	0,55
Середньорічне значення	-	-	0,63	-	0,70	0,60	0,67	0,51	0,59

\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]

Таблиця В.6

Динаміка коефіцієнта матеріаломісткості цементних підприємств України у 2006–2022 рр., тис. грн

Рік Підприємство	ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»	ПрАТ «Бальцем»	ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	ПАТ «Подільський цемент»	ПАТ «Миколаїв- цемент»	ПрАТ «Івано- Франківськ- цемент»	Середньо- галузеве значення
2007	77,85	68,13	77,33	71,64	85,14	80,17	76,71
2008	117,29	130,19	119,03	124,24	109,38	84,64	114,13
2009	148,07	129,13	143,35	90,60	97,21	123,44	121,97
2010	83,37	128,14	109,22	134,69	112,21	110,00	112,94
2011	93,87	95,22	87,51	114,79	95,07	98,29	97,46
2012	86,55	88,79	97,16	78,43	87,32	127,80	94,34
2013	108,38	124,58	133,54	96,52	132,41	96,36	115,30
2014	102,60	100,48	91,36	98,59	102,55	94,52	98,35
2015	114,74	99,29	99,37	120,53	111,81	95,81	106,93
2016	96,23	102,71	91,92	85,69	76,97	102,08	92,60
2017	101,76	104,99	96,65	108,38	152,27	102,04	111,02
2018	98,92	-	107,56	86,75	99,11	100,00	98,47
2019	93,50	-	99,13	110,25	96,83	98,12	99,57
2020	94,89	-	75,43	104,63	106,65	108,67	98,05
2021	107,74	-	114,32	98,58	103,42	100,96	105,00
2022	100,65	-	101,42	100,40	102,93	100,92	102,32
Середньорічний темп росту, %	100,53	104,73	101,30	100,18	103,13	100,83	102,24
Середньорічний темп приросту, %	0,65	4,73	1,42	0,40	2,93	0,92	2,25

\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]

## Додаток Г

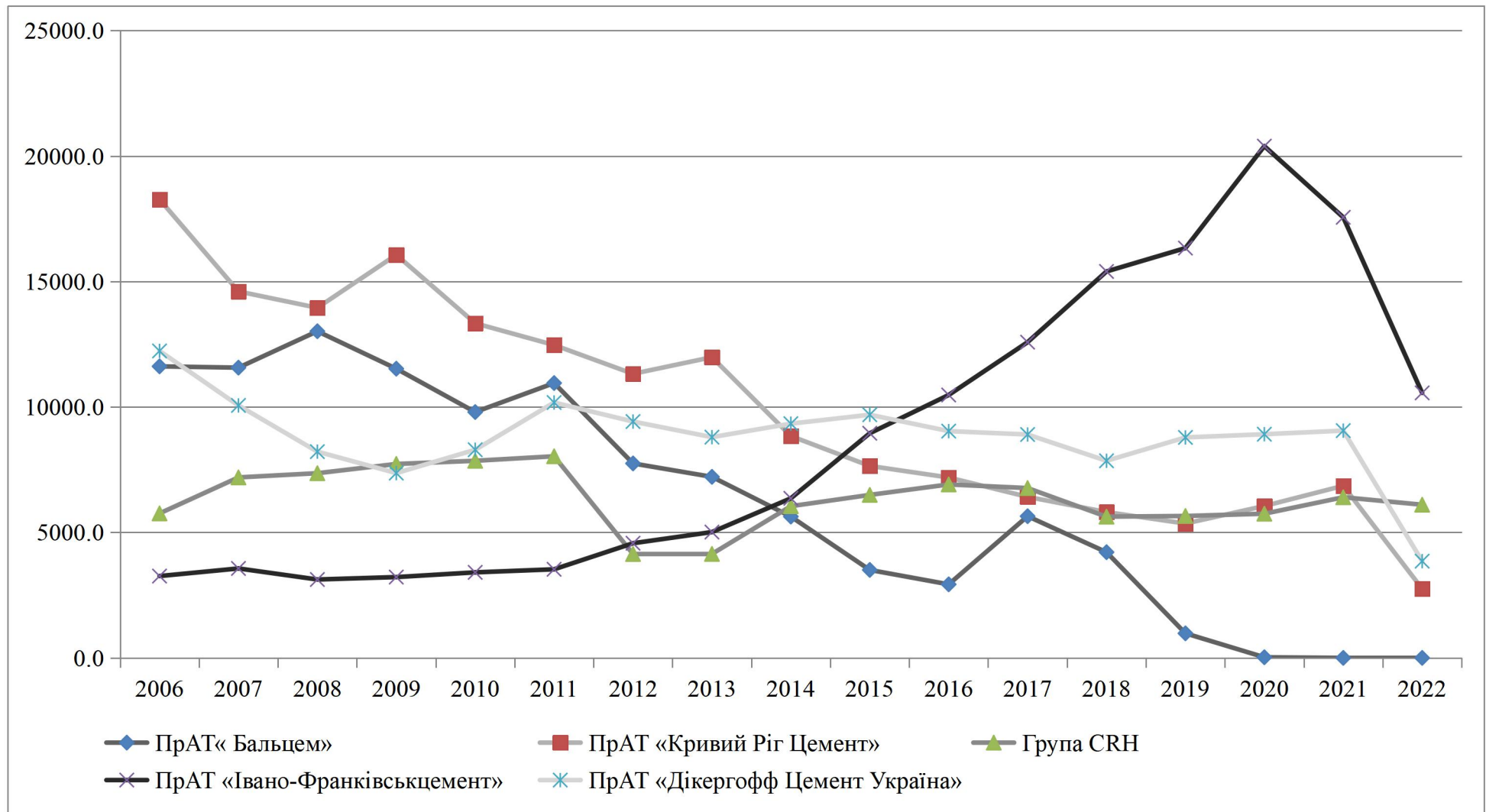


Рис. Г.1. Динаміка споживання енергії виробниками цементу у 2006–2022 рр., ТДж

\*побудовано автором на основі джерел [149-151, 156-160]

## Додаток Д

## Анкета учасника опитування

Шановні експерти, просимо вас оцінити результативність екологічної модернізації виробництва на цементних підприємствах України. Ваші відповіді будуть враховані під час проведення дослідження рівня конкурентоспроможності та стану екологізації підприємств галузі.

Оцініть складові екологічної модернізації виробництва підприємств за 10-бальною шкалою, де 1 – найнижча оцінка, 10 – найвища.

Прізвище, ім'я, по-батькові (анонім):

Місце роботи:

Посада:

Стаж роботи:

Таблиця Д.1

Бланк опитування

Група підприємств	Підприємство	Оцінка					
		Технологічна	Технічна	Екологічна	Управлінська	Інноваційна	Економічна
-	ПрАТ «Бальцем»						
ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	Кам'янська філія						
ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»	Філія «Волинь-Цемент»						
ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна»	Філія «ЮГцемент»						
Група CRH	ТОВ «Цемент»						
Група CRH	ПАТ «Миколаївцемент»						
ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	Криворізька філія						
-	ПрАТ «Івано-Франківськ-цемент»						
Група CRH	ПАТ «Подільський цемент»						

Додаток Е

Таблиця Е.1

Показники економічної ефективності 1-го сценарію екологічної модернізації виробництва для філії

ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент»

Показник/рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Капітальні інвестиції, тис. грн	-138600	-7841400	0	0	0	0	0	0	0	0
Економія паливних ресурсів, тис. грн	0	0	392200	392200	392200	392200	392200	392200	392200	392200
Економія на оплаті праці, тис. грн	0	0	79861	79861	79861	79861	79861	79861	79861	79861
Економія витрат на технічне обслуговування, тис. грн	0	0	141120	141120	141120	141120	141120	141120	141120	141120
Додаткові доходи від продажів, тис. грн	0	0	2428739	2428739	2428739	2428739	2428739	2428739	2428739	2428739
Операційні витрати на додаткові продажі (без амортизації), тис. грн	0	0	-914596	-914596	-914596	-914596	-914596	-914596	-914596	-914596
Продаж одиниць скорочення, тис. грн	0	0	0	0	282227,4	282227,4	282227,4	282227,4	282227,4	0
Грошовий потік, тис. грн	-138600	-7841400	2127324	2127324	2409551	2409551	2409551	2409551	2409551	2127324
Грошовий потік з урахуванням продажу одиниць скорочення викидів, тис. грн	-138600	-7841400	2127324	2127324	2691779	2691779	2691779	2691779	2691779	2127324
Дисконтований грошовий потік, тис. грн	-138600	-6375122	1406123	1143190	1176031	956123	777336	631980	513805	330132

Продовж. табл. Е.1

Показник/рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Акумуляований дисконтований грошовий потік, тис. грн	-138600	-6513722	-5107599	-3964409	-2788378	-1832255	-1054919	-422939	90867	420999
Внутрішня норма дохідності, %	25									
Дисконтований термін окупності, р.	8,82									
Рентабельність проекту, %	6									

*\*розраховано автором на основі джерела [74]*

Таблиця Е.2

Показники економічної ефективності 2-го сценарію екологічної модернізації виробництва для філії  
 ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент»

Показник/рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Капітальні інвестиції, тис. грн	-1129030	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Економія сировинних матеріалів, тис. грн	0	57	78	78	78	78	78	78	78	78
Економія на споживанні вугілля, тис. грн	0	470136	637701	637701	637701	637701	637701	637701	637701	637701
Витрати на купівлю біомаси, тис. грн	0	-222157	-391737	-391737	-391737	-391737	-391737	-391737	-391737	-391737
Продаж одиниць скорочення, тис. грн	0	0	151696	151696	151696	151696	151696	0	0	0
Грошовий потік з урахуванням продажу одиниць скорочення викидів, тис. грн	-1129030	248037	397738	397738	397738	397738	397738	246042	246042	246042
Дисконтований грошовий потік, тис. грн	-1129030	201656	262898	213738	173771	141277	114859	57766	46964	38182
Акумуляований грошовий потік, тис. грн	-1129030	-927374	-664476	-450738	-276967	-135690	-20831	36936	83900	122082
Внутрішня норма дохідності, %	27									
Дисконтований термін окупності, р.	7,36									
Рентабельність проєкту, %	11									

*\*розраховано автором*

Таблиця Е.3

Показники економічної ефективності 3-го сценарію екологічної модернізації виробництва для філії

ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент»

Показник/рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Капітальні інвестиції, тис. грн	-5340	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Економія від сплати екологічних платежів, тис. грн	0	348	420	420	420	420	420	420	420	420
Продаж одиниць скорочення, тис. грн.	0	0	2578	2579	2580	2581	2582	0	0	0
Грошовий потік з урахуванням продажу одиниць скорочення викидів, тис. грн	-5340	348	2998	2999	3000	3001	3002	420	420	420
Дисконтований грошовий потік, тис. грн	-5340	283	1982	1612	1311	1066	867	99	80	65
Акумуляований грошовий потік, тис. грн	-5340	-5057	-3075	-1464	-153	913	1780	1878	1959	2024
Внутрішня норма дохідності, %										35
Дисконтований термін окупності, р.										5,14
Рентабельність проекту, %										38

*\*розраховано автором*

Таблиця Е.4

Індекси впливу за категоріями на екосистему при різних сценаріях модернізації для філії ПрАТ «Дікергофф Цемент Україна» – «Волинь-Цемент»

Категорія впливу	Сценарії модернізації		
	1	2	3
Окислення	0,96	1,01	1,03
Водна евтрофікація (N)	0,62	0,65	0,66
Водна евтрофікація (P)	1,23	1,29	1,31
Будівельне сміття	1,00	1,05	1,06
Хронічна екотоксичність ґрунту	0,98	1,03	1,04
Гостра екотоксичність води	1,12	1,18	1,19
Хронічна екотоксичність води	1,11	1,16	1,18
Глобальне потепління	1,00	1,05	1,07
Небезпечні відходи	0,93	0,98	0,99
Токсичність повітря для людини	0,94	0,98	1,00
Токсичність ґрунту для людини	0,97	1,02	1,03
Токсичність води для людини	1,10	1,16	1,18
Руйнування озонового шару	0,95	0,99	1,01
Утворення озону (Людина)	0,65	0,74	0,75
Утворення озону (Рослинність)	0,64	0,76	0,77
Радіоактивне сміття	1,11	1,17	1,18
Ресурси (Усі)	0,93	0,98	0,98
Шлаки/зола	0,95	1,00	0,99
Наземна евтрофікація	0,57	0,65	0,63
Загальний індекс	0,91	0,97	0,98

*\*розраховано автором*

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

## Статті у наукових фахових виданнях України

1. Демченко К.В. Вплив екологічної модернізації виробництва на конкурентну позицію виробників цементу. *Науковий вісник Миколаївського національного університету ім. В.О. Сухомлинського. Економічні науки : збірник наукових праць*. 2018. № 1 (10). С. 7–15.
2. Демченко К.В. Сутність та необхідність екологічної модернізації виробництва в Україні. Тернопільський національний економічний університет. 2018. Т. 28, № 2. С. 133–145.
3. Демченко К.В. Оцінка ефективності екологічної модернізації виробництва цементу за методикою, заснованою на теорії конкурентних переваг. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2019. № 23. С. 75–80.
4. Демченко К.В. Сучасні технології як інструмент підвищення ефективності екологічної модернізації виробництва цементу. *Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор»*. 2024. № 1 (74). С. 127–132. URL: <https://doi.org/10.32782/business-navigator.74-21> (дата звернення: 15.05.2024).
5. Демченко К.В. Джерела фінансування екологічної трансформації виробництва як складової інноваційного розвитку підприємств. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2023. № 5. С. 274–281. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-322-5-44> (дата звернення: 15.05.2024).
6. Демченко К.В. Поняття «ефективності» у контексті екологічної модернізації виробництва суб'єктами підприємництва. *Підприємництво і торгівля*. 2023. № 39. С. 73–78. URL: <https://doi.org/10.32782/2522-1256-2023-39-08> (дата звернення: 08.05.2024).
7. Купалова Г., Демченко К. Необхідність та передумови екологічної модернізації виробництва суб'єктів підприємництва. *Вісник Київського національного*

університету імені Тараса Шевченка. 2023. № 2. С. 84–92.  
URL: <https://doi.org/10.17721/1728-2667.2023/223-2/11> (дата звернення: 03.05.2024)  
(внесок автора: розроблено структурно-логічну матрицю факторів впливу).

8. Демченко К. В. Екологічна модернізація виробництва на підприємствах цементної галузі України: реалії та очікування. *Efektivna ekonomika*. 2024. № 4.  
URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.4.78> (дата звернення: 28.04.2024).

**Статті у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до  
Організації економічного співробітництва та розвитку та Європейського  
Союзу**

9. Demchenko K. Assessing the efficiency of ecological modernisation of production at industrial enterprises. *Věda a perspektivy*. 2024. No. 4(35).  
URL: [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2024-4\(35\)-10-17](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2024-4(35)-10-17) (date of access: 25.05.2024).

**Опубліковані праці апробаційного характеру**

10. Демченко К. Екологічна модернізація виробництва як фактор підвищення конкурентоспроможності виробників цементу. *Економіка підприємства : сучасні проблеми теорії та практики* : матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф., м. Одеса, 14–15 верес. 2018 р. Одеса, 2018. С. 33–34.

11. Демченко К. В. Сутність та основні складові екологічної модернізації виробництва. Зелений бізнес: життя заради майбутнього : матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, м. Київ, 11–12 квіт. 2018 р. Київ, 2018. С. 69–72.

12. Демченко К. В. Державне стимулювання проведення екологічної модернізації виробництва серед виробників цементу. Зміни. Адаптація. Нова економіка : матеріали II міжнар. форуму, м. Київ, 2021. С. 31–34.

13. Демченко К. В. Систематизація передумов проведення екологічної модернізації виробництва суб'єктів господарювання. Зелений бізнес: життя

заради майбутнього: матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених .  
Київ : ЦП Компринт, 2023. С. 16–19.

14. Демченко К. В. Джерела фінансування інноваційного розвитку промислових підприємств. Актуальні проблеми сучасної науки, розвитку технологій та менеджменту : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Хмельницький, 2024. С. 129–133.

15. Демченко К. В. Основні шляхи екологізації цементного виробництва. Зелена економіка та низьковуглецевий розвиток: порядок денний для України. 2023. URL: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-337-1-28> (дата звернення: 28.04.2024).



**НАРОДНИЙ ДЕПУТАТ УКРАЇНИ**  
**Буймістер Людмила Анатоліївна**

01008, м.Київ, вул.Грушевського, 5, +38 (044) 255-42-12, E-mail:buymister@rada.gov.ua

12 січня 2024 року

вих. №: (04-16) 2230

**Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка**

**Довідка**

*про впровадження матеріалів аналітичної записки  
«Державна підтримка екологічної модернізації виробництва  
цементних заводів України»*

Пропозиції щодо державної підтримки підприємств, які проводять екологічну модернізацію виробництва, викладені у матеріалах аналітичної записки Демченко Ксенії Валентинівни «Державна підтримка екологічної модернізації виробництва цементних заводів України» були проаналізовані на предмет можливості подальшого використання при підготовці єдиної послідовної державної політики щодо екологічної модернізації виробництва цементних заводів України.

Так, розроблені пропозиції з урахуванням досвіду країн Європейського Союзу щодо державної підтримки підприємств, які проводять екологічну модернізацію виробництва можуть враховані Головою підкомітету з питань розвитку конкуренції та рівних умов для бізнесу Комітету Верховної Ради України з питань економічного розвитку при підготовці, в тому числі, проектів державних політик направлених на забезпечення екологічної модернізації промисловості України.

Реалізація розроблених пропозицій (рекомендацій) розглядається як один із факторів для активізації державного впливу на екологічну трансформацію економіки та підвищення конкурентоздатності вітчизняних підприємств в контексті Європейського зеленого курсу.

**З повагою,**

**Народний депутат України**

**Голова підкомітету з питань розвитку  
конкуренції та рівних умов для бізнесу**

**Комітету Верховної Ради України**

**з питань економічного розвитку**

**Людмила БУЙМІСТЕР**

**СПІЛКА  
ПІДПРИЄМЦІВ  
МАЛИХ, СЕРЕДНІХ І  
ПРИВАТИЗОВАНИХ  
ПІДПРИЄМСТВ  
УКРАЇНИ**



**THE UNION OF THE  
ENTREPRENEURS OF  
SMALL, MEDIUM-SIZED  
AND PRIVATIZED  
ENTERPRISES OF  
UKRAINE**

№ 145  
23.09.2021р.

**Київський національний  
університет імені Тараса Шевченка**

**Довідка  
про впровадження**

Результати дослідження Демченко Ксенії Валентинівни з актуальної проблеми екологічної модернізації виробництва суб'єктів підприємництва, якій присвячена її дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», використані Спілкою підприємців малих, середніх та приватизованих підприємств України.

Пропозиції щодо комплексного оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва цементу та оптимізації управлінських рішень у сфері інвестування мають практичну спрямованість і враховані фахівцями Спілки при розробці Програми дій Ради та виконавчої дирекції Спілки підприємців малих, середніх і приватизованих підприємств України по реалізації Основних напрямків розвитку Спілки, регіональних програм розвитку підприємництва, а також при наданні консультаційних та аудиторських послуг членам Спілки.

**Перший віце-президент,  
генеральний директор**



**Вячеслав БИКОВЕЦЬ**

ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО  
«ПІДПРИЄМСТВО З ІНОЗЕМНИМИ  
ІНВЕСТИЦІЯМИ  
«ІНТЕРВІБУХПРОМ»



Юридична адреса: вул. Будівельників, 16, м. Горішні Плавні,  
Полтавська обл., Україна, 39802

Поштова адреса: вул. Коломойцівська, 1,  
Дніпропетровська обл., м. Кривий Ріг, Україна, 50057,  
Банківські реквізити: р/р UA033223130000026003000011510,  
АО "Укресімбанк", МФО 322313  
Код ЄДРПОУ №31385850  
Свідоцтво платника ПДВ № 100337864  
Тел.: (056) 404 95 83 Факс: (056) 404 95 84  
e-mail: [secretar@explosive.in.ua](mailto:secretar@explosive.in.ua)  
[www.ivp.ua](http://www.ivp.ua)

ПРИВАТНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ПРЕДПРИЯТИЕ С ИНОСТРАННЫМИ  
ИНВЕСТИЦИЯМИ  
«ИНТЕРВЗРЫВПРОМ»

Юридический адрес: ул. Будивельників, 16, г. Горішні Плавні,  
Полтавская обл., Украина, 39802

Почтовый адрес: ул. Коломойцевская, 1,  
Днепропетровская обл., г. Кривой Рог, Украина, 50057  
Банковские реквизиты: р/с UA033223130000026003000011510,  
АО "Укрэксимбанк", МФО 322313  
Код ЄДРПОУ №31385850  
Свидетельство плательщика НДС № 100337864  
Тел.: (056) 404 95 83 Факс: (056) 404 95 84  
e-mail: [secretar@explosive.in.ua](mailto:secretar@explosive.in.ua)  
[www.ivp.ua](http://www.ivp.ua)

Вих. 514 від 20.04/2021 р.

**Київський національний  
університет  
імені Тараса Шевченка**

**Довідка**

*про впровадження рекомендацій з екологічного менеджменту,  
викладених в аналітичній записці  
«Ефективність екологічної модернізації виробництва суб'єктів підприємництва»*

На підприємстві ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «ПІДПРИЄМСТВО З ІНОЗЕМНИМИ ІНВЕСТИЦІЯМИ «ІНТЕРВІБУХПРОМ» (скорочено – ПрАТ «ІВП») відбулась апробація та практичне застосування рекомендацій, сформульованих у аналітичній записці Демченко Ксенії Валентинівни, підготовленої за результатами її дисертаційної роботи на тему: «Ефективність екологічної модернізації виробництва суб'єктів підприємництва». Запропонована методика по оцінюванню ефективності екологічної модернізації виробництва була використана для оцінки доцільності заміни мінеральних мастил у складі емульсійної матриці вибухової речовини на технічну соняшникову олію. В результаті використання методики і проведення комплексного аналізу екологічного та економічного ефектів було прийнято рішення про заміну мінеральної олії на натуральну. Запропонований комплексний підхід до оцінки управлінських рішень з метою зменшення екологічних ризиків дозволив підприємству мінімізувати викиди шкідливих речовин та підвищити рівень екологічної безпеки. Матеріал аналітичної записки має практичну цінність та може бути використаний для оцінки і порівняння різних сценаріїв екологічної модернізації виробництва.

Директор ПрАТ «ІВП»



Чепурний П.Г.



**ЦЕНТР  
РЕСУРСОЕФЕКТИВНОГО  
ТА ЧИСТОГО ВИРОБНИЦТВА**

№ 21

05.11.2021 р.

**Київський національний  
університет  
імені Тараса Шевченка**

### Довідка про впровадження

Матеріали аналітичної записки Демченко Ксенії Валентинівни «Необхідність та основні сценарії екологічної модернізації цементного виробництва в Україні», підготовленої нею за результатами дисертаційної роботи «Ефективність екологічної модернізації виробництва суб'єктів підприємництва», використано фахівцями Київської міської інноваційної галузевої організації роботодавців «Центр ресурсоефективного та чистого виробництва».

Пропозиції щодо основних напрямів і заходів екологічної модернізації виробництва на підприємствах цементної галузі промисловості враховані при розробці Планів дій із впровадження ресурсоефективного та чистого виробництва. Реалізація їх сприятиме впровадженню технологій ресурсоефективного та екологічно орієнтованого виробництва, досягненню Україною цілей сталого розвитку та кліматичної нейтральності.

к.т.н., директор  
Київської міської інноваційної  
галузевої організації роботодавців  
«Центр ресурсоефективного та чистого виробництва»



Андрій ВОРФОЛОМЕЄВ

МІНІСТЕРСТВО  
ОСВІТИ І НАУКИ  
УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

вул. Володимирська, 64/13  
м. Київ, 01601, Україна



Тел.: +38 (044) 239-33-33  
E-mail: office@knu.ua  
Web: https://www.knu.ua

MINISTRY  
OF EDUCATION AND SCIENCE  
OF UKRAINE

TARAS SHEVCHENKO  
NATIONAL UNIVERSITY  
OF KYIV

64/13 Volodymyrska St,  
Kyiv, 01601, Ukraine

*12.02.2024* № *013/96*

На № \_\_\_\_\_

### ДОВІДКА

#### про впровадження результатів дисертаційної роботи аспірантки кафедри екологічного менеджменту та підприємництва Демченко Ксенії Валентинівни

Основні положення та результати дисертаційної роботи Демченко Ксенії Валентинівни «Ефективність екологічної модернізації виробництва промислових підприємств» на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» мають наукову і практичну цінність та успішно апробовані.

Матеріали дисертації використовуються у навчальному процесі кафедри екологічного менеджменту та підприємництва економічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка у викладанні курсів «Екологічний менеджмент» та «Екологічна економіка».

Дисертація Демченко К.В. є також складовою науково-дослідної теми економічного факультету «Макроекономічна стратегія реалізації європейського вектору економічного розвитку України: концептуальні засади, виклики та протиріччя» №16 БФ 040-01 (номер державної реєстрації 0116U004822), підрозділ «Теоретико-методологічні засади розвитку екологічного підприємництва, торгівлі та логістики в Україні».

Особистий внесок Демченко К.В. полягає у розробці методики оцінювання ефективності екологічної модернізації виробництва промисловими підприємствами, яка ґрунтується на комплексному підході щодо аналізу життєвого циклу продукції та економічної результативності екологічних інновацій. Практичне використання вказаної методики дозволяє приймати науково обґрунтовані управлінські рішення по екологічній модернізації промислового виробництва та підвищенню ефективності діяльності підприємницьких структур.

Проректор з наукової роботи



Ганна ТОЛСТАНОВА