

Національний університет «Запорізька політехніка»
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЛЕВЧЕНКО Сергій Анатолійович

УДК: 658:005.922.1:621.311]:502.17

ДИСЕРТАЦІЯ

**ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВ ЕНЕРГЕТИКИ В УМОВАХ
ТРАНСФОРМАЦІЇ ДО НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ЕКОНОМІКИ**

Спеціальність 076 – Підприємництво, торгівля та біржова діяльність
Галузь знань 07 – Управління та адміністрування

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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


_____ С. А. Левченко

Науковий керівник
ТКАЧЕНКО АЛЛА МИХАЙЛІВНА,
доктор економічних наук, професор

Запоріжжя - 2025

АНОТАЦІЯ

ЛЕВЧЕНКО С.А. Економічна безпека підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки – Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 07 – Управління та адміністрування за спеціальністю 076 – Підприємництво, торгівля та біржова діяльність. - Національний університет «Запорізька політехніка», Запоріжжя, 2025.

Дисертацію присвячено формуванню нових теоретико-методологічних підходів, а також розробці практичних рекомендацій щодо забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки.

За результатами розгляду сутності та змістового наповнення термінології у сфері забезпечення економічної захищеності підприємств сформовано концептуальний базис трактування поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики» з урахуванням 3D-підходу, який поєднує пріоритетні вектори відбудови енергетичного сектору та його подальшого розвитку відповідно до європейських стандартів з демонополізації, децентралізації та декарбонізації енергетики, дотримання яких є вкрай важливим задля досягнення мети трансформації на шляху до низьковуглецевої економіки, сталого розвитку та створення європейського майбутнього України. Сформоване у такий спосіб узагальнене визначення даного поняття забезпечить чітке розуміння його змісту та цілісний погляд в контексті запобігання загрозам та гарантування економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформаційних змін.

Проаналізовано інформаційне забезпечення та критерії оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики, що набули поширення серед науковців та експертів таких авторитетних аналітичних центрів, як Razumkov

centre, DIXI Group, Офіс сталих рішень, KSE та ін. Встановлено, що наразі існуюча модель формування інформаційного забезпечення не забезпечує реалістичної оцінки стану економічної безпеки підприємств енергетики. Керуючись результатами скринінгу динамізму інкорпорування в нормативно-правовий ландшафт України європейського законодавства з трансформації енергетики до низьковуглецевої економіки, запропоновано новітню модель формування інформаційного забезпечення оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики, яка, на відміну від існуючих, побудована з урахуванням потреби наповнення бекграунду інформацією, відповідно до норм, встановлених ESRS та CSRD, застосування яких для підприємств, що співпрацюють з європейськими бізнес-партнерами, є обов'язковим. Запровадження запропонованої моделі на практиці дозволить створити не лише міцну основу для забезпечення економічної безпеки енергетичних підприємств, але й надасть критично важливі аналітичні дані для виявлення та своєчасного усунення можливих ризиків.

Модифіковано методика оцінки економічної безпеки підприємств енергетики за когнітивним підходом, яка, порівняно з існуючими, при застосуванні цифрових технологій з обробки великих масивів даних у поєднанні з машинним навчанням сприятиме не лише формуванню портфолію економічної безпеки підприємств енергетики, а й створенню аналітики «на випередження», що забезпечить своєчасне вжиття підприємствами енергетики заходів щодо запобігання загрозам або мінімізації наслідків їх впливу, а отже, і створення гнучкої бізнес-моделі, здатної до швидкої адаптації в умовах трансформаційних змін.

Запропоновано сформовану за інституційно-організаційним підходом модель моніторингу трансформаційних змін на ринку електроенергії та їх впливу на економічну безпеку енергетичних підприємств, яка на відміну від існуючих, ґрунтується на трьохконтурному аналізі системи управління економічною

безпекою підприємств енергетики, що охоплює вивчення зовнішнього (системоутворюючого) контуру управління (на рівні міжнародної співпраці, державних органів, які визначають правила поведінки та політику в енергетиці), проміжного контуру (на рівні ОСП, ОСР, диспетчеризації та агрегації) та внутрішнього контуру (на рівні підприємств енергетики), які у симбіозі взаємозв'язку та взаємодоповнення сприятимуть забезпеченню економічної безпеки підприємств енергетики як об'єктів критичної інфраструктури, на яких покладено відповідальність за енергетичну безпеку та життєздатність економіки країни, територіальних громад, бізнесу та населення.

Здійснено діагностику викликів та загроз, пов'язаних з трансформаційними змінами на ринку електроенергії та визначено їх вплив на економічну безпеку підприємств галузі. Обґрунтовано, що трансформація енергетичного сектору України до моделі низьковуглецевої економіки супроводжується сукупністю позитивних зрушень в управлінні економічною безпекою підприємств енергетики: розширенням меж диверсифікація їх діяльності, масштабуванням генерації «зеленої» електроенергії, розвитком розподільчої генерації тощо. Доведено, що трансформація підприємств енергетики до низьковуглецевої економіки, як і будь-яка трансформація, не позбавлена викликів та загроз. Наголошено на можливих шляхах їх уникнення чи мінімізації їх наслідків.

Проаналізовано в динаміці рівень економічної безпеки підприємств Групи ДТЕК, що є лідером з генерації електроенергії, її розподілу та надходження до споживачів. Встановлено існуючі загрози підприємствам Групи ДТЕК, пов'язані з переходом до низьковуглецевої економіки. Наголошено, що процес трансформації підприємств енергетики до низьковуглецевої генерації гальмується через: численні руйнування об'єктів генерації та системи мереж, пов'язані з повномасштабним вторгненням РФ на територію України; дефіцит коштів, необхідних на відновлення зруйнованих об'єктів; незавершену лібералізацію ринку електроенергії; закритий доступ до інформації і недовіру інвесторів щодо

дотримання підприємствами енергетики ESG-принципів; недосконалу систему тарифоутворення; масштабні борги «усіх перед усіма» тощо. Сфокусовано увагу на новітніх механізмах державного регулювання ринку електроенергії, запроваджених протягом 2023-2024 рр., зокрема, на механізмі «гарантій походження», «агрегації» та ін. Обґрунтовано твердження, що лише повна лібералізація ринку електроенергії, сприятиме формуванню повноцінної конкуренції між виробниками електроенергії, а отже і гарантуванню економічної безпеки підприємств енергетики. Здійснено за декаплінг-підходом діагностику взаємозв'язку між інвестованим капіталом у проекти з декарбонізації, обсягами викидів вуглецю та економічною безпекою підприємств енергетики.

Запропоновано методологічну платформу з токенизації «гарантій походження» енергії, засновану на технології блокчейну, яка передбачає сукупність чітких послідовних дій та процедур агрегаторів чи агрегованих груп зі створення для кожної МВт-год «чистої» енергії, eGP-токена, що сприятиме: формуванню децентралізованого ринку токенів eGP, а отже, і нового джерела доходів підприємств енергетики; забезпеченню прозорості та надійності всіх (без винятку) транзакцій з eGP; зменшенню ризиків застосування СВАН та інших регуляторних санкцій; поліпшенню іміджу та репутації підприємств енергетики серед інвесторів та учасників ринку електроенергії; посиленню конкурентних переваг та гарантуванню їх економічної безпеки.

Запропоновано конфігурацію ESG-комплаєнса підприємств енергетики за ризикоорієнтованим підходом, яка, на відміну від наявних конфігурацій комплаєнса, побудована за блоковим принципом та включає сукупність процедур, спрямованих на: здійснення постійного моніторингу та контролю за дотриманням ESG-принципів діяльності; формування корпоративної звітності відповідно до Disclosure-и, визначених CSRD та ESRS; запобігання виникненню явища грінвошингу та унеможливлення втрати інвесторами довіри при прийнятті рішення

щодо ESG-інвестування процесу декарбонізації генеруючих електроенергію підприємств завдяки «барометру довіри».

Розроблено імітаційну модель створення в умовах квантової трансформації «лінії захисту» економічної безпеки підприємств енергетики з урахуванням кібергігієни цифрових технологій, що набувають широкої популярності серед підприємств енергетики («цифрових двійників», «розумних мереж», «віртуальних електростанцій» тощо), яка, на відміну від традиційних заходів, передбачає формування фідуціарної корпоративної культури персоналу в контексті кібер- та економічної безпеки підприємств енергетики.

Таким чином, за результатами дисертаційного дослідження сформовано теоретико-методологічні положення та розроблено практичні рекомендації із забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах їх трансформації до низьковуглецевої економіки.

Ключові слова: безпека, економічна безпека, енергетична безпека, забезпечення економічної безпеки підприємств, загрози, виклики, ризики, трансформація, «зелена» трансформація, демонополізація, декарбонізація, децентралізація, токенизація, імітаційна модель, вуглецево-нейтральна економіка, низьковуглецева економіка, комплаєнс, ESG-інвестування.

SUMMARY

S. LEVCHENKO. Economic security of energy enterprises in the conditions of transformation to a low-carbon economy - Qualification scientific work on the rights of a manuscript.

Dissertation for Doctor of Philosophy in Knowledge 07 - Management and Administration, speciality 076 - Entrepreneurship, Trade and Exchange Activities. - National University of Zaporizhzhia Polytechnic, Zaporizhzhia, 2025.

The dissertation is devoted to the formation of new theoretical and methodological approaches, as well as the development of practical recommendations for ensuring the economic security of energy companies in the context of the transition to a low-carbon economy.

Based on the results of examining the essence and content of terminology in the field of ensuring the economic security of enterprises, a conceptual framework for interpreting the concept of ‘ensuring the economic security of energy companies’ has been formed, taking into account the 3D approach, which combines the priority vectors of the energy sector's recovery and its further development in accordance with European standards for demonopolisation, decentralisation and decarbonisation of energy, compliance with which is extremely important for achieving the goal of transformation towards a low-carbon economy. The generalised definition of this concept thus formed will ensure a clear understanding of its content and a holistic view in the context of preventing threats and ensuring the economic security of energy companies in the context of transformational changes.

The information support and criteria for assessing the economic security of energy companies, which have become widespread among scientists and experts from such authoritative analytical centres as the Razumkov Centre, DIXI Group, Office of Sustainable Solutions, KSE, etc., have been analysed. It has been established that the current model of information provision does not provide a realistic assessment of the economic security of energy companies. Based on the results of screening the dynamics of incorporating European legislation on the transformation of energy to a low-carbon economy into the regulatory and legal landscape of Ukraine, a new model for forming information support for assessing the economic security of energy companies has been proposed, which, unlike the existing ones, is built taking into account the need to fill the background with information in accordance with the standards established by ESRS and CSRD, the application of which is mandatory for companies cooperating with European business partners. The implementation of the proposed model in practice will not only

create a solid foundation for ensuring the economic security of energy companies, but will also provide critically important analytical data for identifying and timely eliminating potential risks.

The methodology for assessing the economic security of energy companies has been modified using a cognitive approach, which, compared to existing methods, when applied with digital technologies for processing large data sets in combination with machine learning, will contribute not only to the formation of a portfolio of economic security for energy companies, but also to the creation of ‘proactive’ analytics, which will ensure that energy companies take timely measures to prevent threats or minimise their impact, and thus create a flexible business model capable of rapid adaptation in the context of transformational change.

A model for monitoring transformational changes in the electricity market and their impact on the economic security of energy companies has been proposed, based on an institutional and organisational approach. Unlike existing models, it is based on a three-circuit analysis of the economic security management system of energy companies, which covers the study of the external (system-forming) management circuit (at the level of international cooperation, state bodies that determine the rules of conduct and policy in the energy sector), the intermediate circuit (at the level of OSP, OSR, dispatching and aggregation) and the internal circuit (at the level of energy companies), which, in symbiosis of interconnection and complementarity, will contribute to ensuring the economic security of energy companies as critical infrastructure facilities responsible for the energy security and viability of the country's economy, local communities, businesses and the population.

The challenges and threats associated with transformational changes in the electricity market have been diagnosed and their impact on the economic security of enterprises in the industry has been determined. It has been substantiated that the transformation of Ukraine's energy sector to a low-carbon economy model is accompanied by a set of positive changes in the management of the economic security of

energy companies: expansion of the scope of their activities, scaling up of green electricity generation, development of distributed generation, etc. It has been proven that the transformation of energy companies to a low-carbon economy, like any transformation, is not without challenges and threats. Possible ways to avoid or minimise their consequences are highlighted.

The economic security of DTEK Group companies, which are leaders in electricity generation, distribution and supply to consumers, was analysed in terms of dynamics. Existing threats to DTEK Group companies associated with the transition to a low-carbon economy were identified. It is emphasised that the process of transforming energy companies to low-carbon generation is being hampered by: numerous destructions of generation facilities and network systems associated with the full-scale invasion of Ukraine by the Russian Federation; a shortage of funds needed to restore destroyed facilities; incomplete liberalisation of the electricity market; restricted access to information, and therefore investor mistrust regarding energy companies' compliance with ESG principles; an imperfect tariff-setting system; large-scale debts 'of everyone to everyone', etc. The focus is on the latest mechanisms of state regulation of the electricity market introduced in 2023-2024, in particular, the mechanisms of 'guarantees of origin', 'aggregation', etc. The assertion that only full liberalisation of the electricity market will promote full competition between electricity producers and thus guarantee the economic security of energy companies is substantiated. A decoupling approach was used to diagnose the relationship between capital invested in decarbonisation projects, carbon emission reductions and the economic security of energy companies.

A methodological platform for the tokenisation of energy 'guarantees of origin' based on blockchain technology has been proposed, which provides for a set of clear sequential actions and procedures for aggregators or aggregated groups to create an eGP token for each MWh of 'clean' energy, which will contribute to: the formation of a decentralised eGP token market and, consequently, a new source of income for energy companies; ensuring the transparency and reliability of all (without exception) eGP

transactions; reducing the risks of applying CBA and other regulatory sanctions; improving the image and reputation of energy companies among investors and electricity market participants; strengthening competitive advantages and ensuring their economic security.

A risk-based approach to ESG compliance for energy companies has been proposed, which, unlike existing compliance configurations, is based on a block principle and includes a set of procedures aimed at: continuous monitoring and control of compliance with ESG principles of activity; forming corporate reporting in accordance with the Disclosure requirements defined by CSRD and ESRS; preventing the emergence of greenwashing and securing investor confidence when making decisions on ESG investing the process of decarbonisation of electricity generating companies thanks to the ‘confidence barometer’.

A simulation model has been developed for creating a ‘line of defence’ for the economic security of energy companies in the context of quantum transformation, taking into account the cyber hygiene of digital technologies that are becoming widely popular among energy companies (‘digital twins’, ‘smart grids’, ‘virtual power plants’, , etc.), which, unlike traditional measures, involves the formation of a fiduciary corporate culture among personnel in the context of cyber and economic security of energy companies.

Thus, based on the results of the dissertation research, theoretical and methodological provisions have been formulated and practical recommendations have been developed to ensure the economic security of energy companies in the context of their transformation to a low-carbon economy.

Keywords: security, economic security, energy security, ensuring the economic security of enterprises, threats, challenges, risks, transformation, ‘green’ transformation, demonopolisation, decarbonisation, decentralisation, tokenisation, simulation model, carbon-neutral economy, low-carbon economy, compliance, ESG investing.

СПИСОК НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ, В ЯКИХ ВИСВІТЛЕНО НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав та у виданнях України, які включено до міжнародних науково-метричних баз

1. Tkachenko A.M., **Levchenko S.A.** Ambivalence to the process of decarbonization of enterprises energy. *Економічний вісник Державного вищого навчального закладу «Український державний хіміко-технологічний університет»*. 2022. №1. С.48-57. (*Особистий внесок: запропоновано комплекс заходів наднаціонального та національного рівня, вжиття яких забезпечать прискорення процесу трансформації підприємств енергетики до низьковуглецевої економіки*).

DOI: 10.32434/2415-3974-2022-15-1-48-57

2. **Levchenko S.** Toolkit for providing economic and safe future of energy enterprises. *Економічний вісник Державного вищого навчального закладу «Український державний хіміко-технологічний університет»*. 2022. №2. С.30-38.

DOI: 10.32434/2415-3974-2022-16-2-30-38

3. **Levchenko S.A.** Ensuring economic security of thermal power plants with accelerated decarbonization of the energy industry. *Економічний вісник Державного вищого навчального закладу «Український державний хіміко-технологічний університет»*. 2023. №1. С.41-50.

DOI: 10.32434/2415-3974-2022-17-1-41-50

4. **Левченко С.А.** децентралізація системи електропостачання та її вплив на економічну безпеку енергетичних компаній. *Сталий розвиток економіки*. 2023. №1(46). С.84-91.

URL: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2023-46-11>

5. **Levchenko S.** Debt crisis in the electricity market: causes and threats to the. *Економічний вісник Державного вищого навчального закладу «Український державний хіміко-технологічний університет»*. 2023. №2. С.85-92.

DOI: 10.32434/2415-3974-2023-18-2-85-92

6. Plotkin J., Levchenko N., Shyshkanova G., **Levchenko S.** (2023). Development of energy enterprises in the context of green transformation. *Journal of Engineering Sciences*, Vol. 10(1), pp. G22-G33. (Особистий внесок: запропоновано методику оцінювання прогресу вуглецево-нейтрального розвитку енергетичних компаній).

DOI: 10.21272/jes.2023.10(1).g3 (SCOPUS)

7. Tkachenko A., Levchenko N., Pozhuieva N., Sevastyanov R. and **Levchenko S.** Modified assessment methodology ESG competitiveness of enterprises to a new generation of investors. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. ICSF 2023. (Особистий внесок: запропоновано систему критеріїв оцінювання ESG-конкурентоспроможності підприємств за корпоративною звітністю, сформованою у відповідності до вимог CSRD).

DOI: 10.1088/1755-1315/1254/1/012126 (SCOPUS)

8. Ткаченко А.М., **Левченко С.А.** Економічна безпека підприємств енергетики в умовах «зеленої» трансформації. *Економічний аналіз*. 2024. Том 34. №4. С.658-667. (Особистий внесок: досліджено механізми регулювання ринку електроенергії України, окреслено їх вплив на економічну безпеку підприємств енергетики та визначено перспективи їх трансформації до низьковуглецевої економіки).

URL: <https://doi.org/10.35774/econa2024.04.658>

9. Tkachenko A., **Levchenko S.** Vectors of ensuring economic security of energy enterprises in the context of quantum transformation. *Економіка і регіон*. 2025. №1(96). С.248-254. (Особистий внесок: визначено вектори забезпечення економічної безпеки енергетичних підприємств в умовах квантової трансформації).

DOI: 10.26906/EiR.2025.1(96).3771

Публікації, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації

10. Левченко С.А. Справедливість трансформації енергетичного сектору економіки до низьковуглецевого виробництва. Зб. матер. III-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Стратегічні пріоритети розвитку підприємництва, торгівлі та біржової діяльності», 11-12 травня 2022 р.: Запоріжжя. НУ «Запорізька політехніка». 2022. С.320-322.

URL: https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/conference_2022.pdf

11. Левченко С.А. Механізм забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах глобалізації процесу декарбонізації. Зб. матер. Міжнародної науково-практична Інтернет-конференції «Економічна безпека: держава, регіон, підприємства». 29 вересня 2022 р. Полтава: НУПІ. С.206-210.

URL: https://nupp.edu.ua/uploads/files/0/events/conf/2022/mnp-ebdrp/zbirnik_bezpeki2022.pdf

12. Levchenko S. Risk management of energy enterprises in the conditions of ukraines transformation to a low-carbon economy model. Multidisciplinary conference for young researchers “Sustainable Development in Wartime Ukraine and the World”. 25 November 2022: Prague. Czech Republic. P. 55-56.

URL: <https://ir.stu.cn.ua/handle/123456789/26554>

13. Левченко, Н. М. Шишканова, Г. А. Левченко, С. А. Розвиток підприємств енергетики в контексті «зеленої трансформації». Зб. матер. XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем». 25–26 травня 2023 р. Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка». Том 2. С. 211.

URL: <https://ir.stu.cn.ua/handle/123456789/27860>

14. Левченко С.А. Механізм перехідної оплати як інструмент реконвалесценції економічної безпеки ТЕС/ТЕЦ. Зб. матер. IV-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Стратегічні пріоритети розвитку

підприємництва, торгівлі та біржової діяльності», 10-11 травня 2023 р.: Запоріжжя. НУ «Запорізька політехніка». 2023. С.70-71.

URL: <https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8d86169e-c1da-43e9-9c7c-85b8b02667d6/content>

15. Левченко С.А. Вирівнювання «перекосів» у розрахунках – запорука економічної безпеки підприємств електроенергетики. Зб. матер. XII-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції науковців та здобувачів вищої освіти «Економічні проблеми модернізації та інвестиційно-інноваційного розвитку аграрних підприємств», 29-30 квітня 2024 р.: Дніпро. ДДАЕУ. 2024. С.39-41.

URL:<https://drive.google.com/file/d/1NADxC9OX4yibps01C54FinvkuJGPYYNB/view>

16. Левченко С. Запровадження ринку гарантій як запорука економічної безпеки підприємств електроенергетики. Зб. матеріалів V-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Стратегічні пріоритети розвитку підприємництва, торгівлі та біржової діяльності». 16-17 травня 2024 р.: Запоріжжя. НУ «Запорізька політехніка», С.52-54.

URL: <https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/fb3d5a42-16ab-4bdb-ad5f-663fbc9a8b02/content>

17. Левченко С. Квантові загрози економічній безпеці енергетичних компаній. Зб. матеріалів X Міжнародної науково-практичної конференції «Економіка підприємства: теорія і практика». 10-11 жовтня 2024 р. Київ: КНЕУ, 2024. С. 238-241.

URL: <https://ir.kneu.edu.ua/items/69e1648c-363f-4558-ad6c-8b52b1cf6c4c>

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ЕНЕРГЕТИКИ	28
1.1.Науковий тезаурус понятійно-категоріального апарату із забезпечення економічної безпекою підприємств енергетики.....	28
1.2. Інформаційне забезпечення та критерії оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки.....	48
1.3. Методика оцінювання економічної безпеки підприємств в умовах трансформаційних змін.....	64
Висновки до розділу 1.....	76
РОЗДІЛ 2. ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ЕНЕРГЕТИКИ В УМОВАХ ТРАНСФОРМАЦІЇ ДО НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ЕКОНОМІКИ	79
2.1. Моніторинг трансформаційних змін на ринку електроенергії та їх впливу на економічну безпеку підприємств енергетики.....	79
2.2. Діагностика загроз економічній безпеці підприємств енергетики в умовах трансформаційних змін.....	102
2.3. Прогнозування траєкторії трансформації підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки.....	122
Висновки до розділу 2.....	142
РОЗДІЛ 3. СТРАТЕГІЧНІ ІМПЕРАТИВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ЕНЕРГЕТИКИ В УМОВАХ ТРАНСФОРМАЦІЇ ДО НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ЕКОНОМІКИ	145
3.1. Токенізація «гарантій походження» енергії як інструмент гарантування економічної безпеки підприємств енергетики.....	145
3.2. Модифікація конфігурації ESG-комплаєнса у забезпеченні економічної безпеки підприємств енергетики.....	166
3.3. Створення «лінії захисту» економічної безпеки енергетичних підприємств крізь призму посилення їх кібергігієни.....	181
Висновки до розділу 3.....	192
ВИСНОВКИ	195
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	200
ДОДАТКИ	232

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

BC	воєнний стан
ГП	гарантії походження
ДТЕК	енергетична компанія
ДФД	Державний фонд декарбонізації
ЗУ	закон України
GRI	Global Reporting Initiative
EGD	European Green Deal
EBITDA	Earning Before Interest, Taxes
ЄП	Європейський парламент
ЄС	Європейський Союз
ЄСТВ	Європейська система торгівлі викидами
КМУ	Кабінет міністрів України
МЗВВС	система моніторингу, звітності та верифікації викидів та скидів
МТВ	міжнародна торгівля викидами
МСП	малі та середні підприємства
НВВ	національно-визначений внесок
ОЕС	Об'єднана енергосистема
ООН	Організація Об'єднаних Націй
ОСР	Оператор системи розподілу
СВА	Carbon border adjustment
СТВ	система торгівлі викидами парникових газів
CO ₂	двоокис вуглецю
США	Сполучені Штати Америки
ЦСР	Цілі сталого розвитку
EGD	Європейський Зелений курс
UIF	Український інститут майбутнього
EIR Center	Цент дослідження енергетики
ENTSO-E	Європейська мережа операторів систем передачі електроенергії
DiXi Group	незалежний аналітичний центр, що спеціалізується на енергетиці
KSE	Київська школа економіки

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Загальновідомо, що національна безпека будь-якої з країн, насамперед, визначається її енергетичною безпекою. Тож, з повномасштабним вторгненням РФ на територію України, агресор намагається нанівець зруйнувати енергетичну систему України, створити повний блекаут та підірвати стійкість українського народу. І якщо на початку війни основними цілями ворога були високовольтні підстанції та місцеві розподільчі мережі, то починаючи з березня 2024 року, ворожі атаки переважно спрямовані на об'єкти генерації електроенергії.

Застосування РФ досить потужної зброї, призвело лише у 2024 році до втрати 10 ГВт електрогенерації, що наближено дорівнює потужностям виробництва електроенергії у таких країнах, як Нідерланди чи Фінляндія [92]. Натомість, це лише 1/3 втраченої Україною електрогенерації, оскільки через окупацію територій, ряд ТЕС (зокрема, Запорізька ТЕС, Старобешівська ТЕС, Зуївська ТЕС, Луганська ТЕС та ін.), СЕС (зокрема, СЕС «Перове», СЕС «Митяєво» та ін.), ГЕС (зокрема, Каховська ГЕС, Запорізька АЕС та ін.) та найбільші вітропарки України (зокрема, Новоазовська ВЕС, Краснодонська ВЕС та ін.) відключено від загальної енергетичної мережі. Тож, сумарно за роки війни Україною втрачено понад 50% довоєнного рівня генерації електроенергії [92].

Відтак, одним з національних пріоритетів з відбудови України є відбудова енергетичних об'єктів та зміцнення енергетичної системи країни. Втім, успіх досягнення, поставлених цілей в значній мірі визначатиметься рівнем економічної безпеки підприємств енергетики, пошуку шляхів забезпечення якої, саме й присвячено дане дисертаційне дослідження.

Зазначимо, що питання забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики доволі не нове. Втім, навіть під час війни воно не втрачає своєї лідируючої позиції у повісті дня українського уряду. А навпаки, набуває ще

більшої актуальності, як через потребу термінової відбудови енергетичного сектору країни, так і через прагнення України до повноправного членства в ЄС.

Акцентуємо, що синхронізація енергосистеми України з континентальною мережею Європи ENTSO-E, здійснена у березні 2022 р., вже заклала міцний фундамент для здійснення євроінтеграції енергетики країни. Цей крок став результатом екстреного приєднання, ініційованого через повномасштабне вторгнення РФ на територію України [211]. Втім, життєво важливо, щоб заходи з відбудови енергетичного сектору не лише вирішували короткострокові проблеми, але й узгоджувались з довгостроковими енергетичними цілями Європейського Союзу. І насамперед, з European Green Deal (Європейським зеленим курсом – ЄЗК) [238] щодо досягнення, поставленої мети - зробити до 2050 р. європейський континент кліматично нейтральним.

Прагнучі досягти, поставленої мети, Європейська Комісія вимагає від країн-претендентів, повної відповідності енергетичного сектора суворим європейським стандартам з декарбонізації енергетики. А відтак, Україна, як країна-кандидат на вступ до ЄС [210], має поєднати зусилля з відбудови енергетичного сектору із зусиллями зі скорочення його вуглецевого сліду, що є можливим лише за умови перетворення нині діючих бізнес-моделей підприємств енергетики на сталі моделі ведення бізнесу, стратегічно узгоджені з національним прагненням переходу до низьковуглецевої економіки та створення європейського майбутнього нашої країни [272].

Пошуку шляхів забезпечення економічної безпеки підприємств в умовах трансформаційних змін багато уваги приділено такими зарубіжними вченими, як: Flavio R. Arroyo M. та Luis J. Miguel [251], Madaleno T. та Carlos Nogueira M. [269], Hongyi Zhang, Hsing Hung Chen, Kunseng Lao та Zhengyu Ren [255], а також, Li Z., Shen T., Yin Y. and Chen H. [267], а також Zahoor Ahmed, Michael Cary, Muhammad Shahbaz, Xuan Vinh Vo [285] та ін. Серед українських дослідників над питаннями економічної безпеки підприємств не один рік працюють Ткаченко А. [201],

Гайдучий І. [27], Пожуєва Т. [282], Карпенко А. [260], Лоза С. [112], Братковська К. [112], Кошельок Г. [94], Боса І. [19], Топалов М. [204], Пилипенко Н. [143], Тютченко С. [205] та ін.

Питання економічної безпеки підприємств енергетики досить активно обговорюються і серед широких кіл урядовців та політиків, зокрема, Галущенко Г. [28], Поляковою К. [146], Шкарлет В. [227], Щербини Н. [232], Шмиголь А. [229], та ін. Осторонь не лишаються і експерти аналітичних центрів, зокрема Razumkov centre, DIXI Group, EIR Center, UIF, Офісу сталих рішень, KSE та ін.

Втім, не дивлячись на значний доробок досліджень з даної тематики, все ж окремі питання через досить мінливе середовище функціонування підприємств енергетики лишаються вивченими не в повній мірі, що саме і потребує на проведення подальших досліджень. Зокрема, до нині тривають дискусії щодо шляхів забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки, що саме й зумовило вибір теми дисертації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідних тем кафедри підприємництва, торгівлі та біржової діяльності (з 2024 року кафедра бізнесу та управління) Національного університету «Запорізька політехніка»: «Удосконалення механізму управління підприємством в умовах сучасного реформування економіки України» (НДР 05615, 2021 р.) в рамках, якої було досліджено виклики економічній безпеці підприємств енергетики під час трансформаційних змін; «Управління конкурентоспроможністю суб'єктів господарювання як запорука економічної захищеності» (НДР 01711, 2021-2024 рр.) в рамках, якої здійснено моніторинг ринку електроенергії та оцінювання впливу механізмів його регулювання на економічну безпеку підприємств енергетики; «Стратегічне управління конкурентоспроможністю підприємств в умовах цифрової трансформації» (НДР 01714, 2024-2027 рр.) в рамках, якої

здійснено пошук шляхів забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики на шляху до низьковуглецевої економіки.

Мета й завдання дослідження. *Метою дослідження є формування теоретико-методологічних положень та розробка практичних рекомендацій щодо забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки.*

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- репрезентувати науковий тезаурус понятійно-категорійного апарату із забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки;
- оцінити стан інформаційної бази із забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики;
- модифікувати методику оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики з урахуванням вимог щодо Disclosure, визначених CSRD та ESRS;
- здійснити моніторинг трансформаційних змін на ринку e/e України та встановити їх вплив на економічну безпеку підприємств енергетики;
- діагностувати виклики та загрози економічній безпеці підприємств енергетики в умовах трансформаційних змін;
- обґрунтувати вплив ефективності трансформації на економічну безпеку енергетичних підприємств;
- сформувати методологічну платформу токенизації «гарантій походження» електроенергії, засновану на технологіях блокчейну;
- модифікувати конфігурацію ESG-комплаєнса підприємств енергетики;
- створити «лінію захисту» економічної безпеки підприємств енергетики.

Об'єкт дослідження – процес забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки.

Предмет дослідження – теоретико-методологічні положення та практичні

рекомендації щодо забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки.

Інформаційна база дослідження: законодавчі та нормативно-правові акти у сфері регулювання ринку е/е; постанови та накази НКРЕКП; статистичні збірники Державної служби статистики України; публікації аналітичних центрів International Energy Agency (IEA), DiXi Group, Razumkov Centre, Ecoaction та ін.; дані корпоративної звітності підприємств енергетики; наукові публікації та результати власних досліджень автора.

Інформаційна база дисертаційного дослідження мала певні обмеження через введення в дію постанови НКРЕКП «Щодо захисту інформації, яка в умовах воєнного стану може бути віднесена до інформації з обмеженим доступом, у тому числі щодо об'єктів критичної інфраструктури» від 26.03.2022 р. за №349 [233], відповідно до якої інформація щодо підприємств енергетики з введенням в Україні воєнного стану є закритою для користування.

Методи дослідження. Під час дисертаційного дослідження використовувалися загальнонаукові методи - *індукції та дедукції, системного аналізу, візуалізації, монографічний* та ін. А також спеціальні методи наукових досліджень, зокрема, *метод секторального mapping* – при моніторингу механізмів регулювання ринку е/е; *метод ризик-орієнтованої оцінки* – при ідентифікації загроз, оцінці вразливостей та визначенні очікуваних ризиків; метод *AEIPR* – при модифікації методики оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики; *метод Decoupling-аналізу* – при оцінці ефективності інвестицій, залучених для прискорення процесу декарбонізації ТЕС та ТЕЦ; *сценарного аналізу* – при побудові можливих сценаріїв процесу декарбонізації ТЕС та ТЕЦ; *методи гармонізації та компліментарності* – при розробці рекомендацій щодо токенизації «гарантій походження»; *економіко-математичного моделювання* – при обґрунтуванні доцільності токенизації «гарантій походження» енергії; *інтегрального оцінювання та аналітико-прогнозних розрахунків* – при ESG-

діагностиці підприємств енергетики; *алгоритмічного моделювання* – при побудові алгоритму запровадження на підприємствах енергетики ESG-комплаєнса.

Наукова новизна одержаних результатів дослідження полягає у формуванні теоретико-методологічних положень та розробці практичних рекомендацій щодо забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки:

уперше:

- сформовано методологічну платформу токенизації «гарантій походження» енергії, засновану на технологіях blockchain, яка передбачає сукупність чітких послідовних дій та процедур агрегаторів/агрегованих груп по створенню tokenів eGP (для кожної МВт-год «чистої» енергії), запровадження яких сприятиме: створенню добровільного децентралізованого ринку tokenів eGP, а отже, і нового джерела доходів підприємств енергетики; забезпеченню прозорості та надійності всіх (без виключення) транзакцій з eGP; зменшенню ризиків застосування до експорту електроенергії *СВАМ* та інших регуляторних санкцій; поліпшенню іміджу підприємств енергетики серед інвесторів та учасників ринку електроенергії; посиленню конкурентних переваг та гарантуванню їх економічної безпеки;

удосконалено:

- методику оцінки економічної безпеки підприємств енергетики за когнітивним підходом, яка на відміну від існуючих, при застосуванні цифрових технологій з обробки великих масивів даних у поєднанні з машинним навчанням, дозволить сформулювати не лише портфоліо економічної стійкості підприємств енергетики, а й завдяки методу *AEIPR* сприятиме створенню аналітики «на випередження», що забезпечить своєчасне вжиття заходів з упередження загроз чи нейтралізації ризиків, а отже, і побудові гнучкої бізнес-модель, здатної до швидкої адаптації в умовах трансформаційних змін;

- модель сформованого за інституційно-організаційним підходом моніторингу трансформаційних змін на ринку e/e та впливу механізмів його регулювання на економічну безпеку енергетичних підприємств, яка на відміну від існуючих, заснована на трьохконтурному аналізі системи управління економічною безпекою підприємств енергетики, що охоплює вивчення зовнішнього (системоутворюючого) контуру управління (на рівні міжнародної співпраці, державних органів, які визначають правила поведінки та політику в енергетиці), проміжного контуру (на рівні ОСП, ОСР, диспетчеризації та агрегації) та внутрішнього контуру (на рівні підприємств енергетики), які у симбіозі взаємозв'язку та взаємодоповнення сприятимуть забезпеченню економічної безпеки підприємств енергетики, як об'єктів критичної інфраструктури, на яких покладено відповідальність за енергетичну безпеку та життєздатність економіки країни, територіальних громад, бізнесу та населення;

- конфігурацію ESG-комплаєнса підприємств енергетики за ризико-орієнтованим підходом, яка на відміну від існуючих конфігурацій комплаєнса, побудована за блоковим принципом та включає сукупність процедур, спрямованих на: здійснення постійного моніторингу та контролю за дотриманням ESG-принципів діяльності; формування корпоративної звітності відповідно до Disclosure-и, визначених CSRD та ESRS; упередження виникнення явища грінвошингу та убезпечення втрати інвесторами довіри до підприємств енергетики;

отримало подальший розвиток:

- концептуальний базис трактування поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики» через призму 3D-підходу (демонополізації, децентралізації та декарбонізації), відповідно до якого в умовах трансформації енергетики до низьковуглецевого виробництва під забезпеченням економічної безпеки підприємств енергетики варто розуміти координацію дій, спрямованих на створення гнучкої бізнес-моделі, здатної швидко адаптуватись до викликів та

загроз трансформації енергетичного сектору, пов'язаних з демонополізацією ринку електроенергії, децентралізацією енергетичних систем та декарбонізацією електрогенерації;

- керуючись результатами скринінгу динамізму інкорпорування в нормативно-правовий ландшафт України європейського законодавства з трансформації енергетики до низьковуглецевого виробництва, запропоновано систему критеріїв оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики, сформовану виходячи з наповнення бекграунду інформацією, відповідно до норм, встановлених ESRS та CSRD, застосування яких для підприємств, що співпрацюють з європейськими бізнес-партнерами, є обов'язковим;

- комбінований підхід щодо оцінки ефективності ESG-інвестування процесу декарбонізації підприємств вугільної енергетики, який на відміну від існуючих фрагментарних підходів, заснований на симбіозі кількісного декаплінг-аналізу, спрямованого на визначення результативності інвестицій у скорочення обсягів вуглецевих викидів та якісного крос-імпактного аналізу, що забезпечує виявлення синергій та конфліктів між екологічними, соціальними та управлінськими факторами, які впливають на успішність трансформації підприємств енергетики до низьковуглецевої економіки;

- імітаційна модель створення «лінії захисту» економічної безпеки підприємств енергетики через призму кібергігієни цифрових технологій, що набувають прискореного поширення серед підприємств енергетики («цифрових двійників», «розумних мереж», «віртуальних електростанцій» тощо), яка на відміну від традиційних заходів, передбачає формування фідучіарної корпоративної культури персоналу в контексті кібер- та економічної безпеки підприємств енергетики.

Таким чином, за результатами дисертаційного дослідження сформовано теоретико-методологічні положення та розроблено практичні рекомендації щодо

забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах їх трансформації до низьковуглецевої економіки.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці теоретичних положень, методичних та практичних рекомендацій із забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки.

Розроблені під час дисертаційного дослідження практичні рекомендації прийнято до впровадження Управлінням паливно-енергетичного комплексу та енергозбереження Дніпропетровської воєнної обласної державної адміністрації (м. Дніпро) в частині вжиття комплексу заходів з кібергігієни та створення у такий спосіб ефективної «лінії захисту» економічної безпеки (довідка №400/0/189-25 від 15.05.2025 р.); ТОВ «ЕКСПОРТ ЕНЕРДЖІ УКРЕЙН» (м. Дніпро) в частині вжиття комплексу заходів з токенизації «гарантій походження» енергії, заснованої на технології блокчейну (довідка №147/24 від 22.04.25 р.); Управлінням Держенергонагляду в Запорізькій області (м. Запоріжжя) в частині вжиття комплексу заходів по запровадженню ESG-комплаєнса та розробці комплаєнс-політики підприємства (довідка №113/21 від 23.04.2025 р.).

Особистий внесок здобувача. Усі теоретичні обґрунтування та практичні рекомендації є оригінальним результатом дослідження автора. В дисертації представлено виключно ті положення, що є результатом власного дослідницького доробку автора, що гарантує унікальність, наукову новизну та академічну доброчесність представленої дисертаційної роботи. У працях, що опубліковано у співавторстві, особистий внесок здобувача зазначено в списку публікацій.

Апробація результатів дисертації. Основні наукові положення та результати дослідження було обговорено під час міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій, де матеріали було представлено широкому колу фахівців, що дозволило отримати цінні відгуки та підтвердити актуальність і новизну дисертаційної роботи: III-ій Міжнародній науково-практичній конференції

«Стратегічні пріоритети розвитку підприємництва, торгівлі та біржової діяльності» (11-12 травня 2022 р., Запоріжжя, Україна); Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференція «Економічна безпека: держава, регіон, підприємства» (29 вересня 2022 р. Полтава, Україна); Multidisciplinary conference for young researchers «Sustainable Development in Wartime Ukraine and the World» (25 November 2022 Prague, Czech Republic); XIII-ій Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» (25–26 травня 2023 р., Чернігів, Україна); IV-ій Міжнародній науково-практичній конференції «Стратегічні пріоритети розвитку підприємництва, торгівлі та біржової діяльності» (10-11 травня 2023 р., Запоріжжя, Україна); XII-ій Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції науковців та здобувачів вищої освіти «Економічні проблеми модернізації та інвестиційно-інноваційного розвитку аграрних підприємств» (29-30 квітня 2024 р., Дніпро, Україна); V-ій Міжнародній науково-практичній конференції «Стратегічні пріоритети розвитку підприємництва, торгівлі та біржової діяльності», (16-17 травня 2024 р., Запоріжжя, Україна); X-ій Міжнародній науково-практичній конференції «Економіка підприємства: теорія і практика» (10-11 жовтня 2024 р., Київ, Україна).

Публікації. Основні результати дослідження та розроблені рекомендації викладено у 17 наукових працях, з яких 7 статей представлено у наукових фахових виданнях України (в т.ч. - 4 одноосібних), 1 у міжнародному журналі (**SCOPUS**) та 1 у збірнику ICSF (**SCOPUS**), а також 8 публікацій апробаційного характеру.

Структура й обсяги дисертації. Дисертація має чітку та логічну структуру, складається зі вступу, трьох розділів основної частини, кожен з яких завершується підсумками та окремими висновками. Дослідження підкріплене розширеним списком використаних джерел, що налічує 286 найменувань, підтверджуючи глибину та всебічність проведеного аналізу. Для кращого візуального сприйняття

та ілюстрації даних, дисертація містить 21 таблиць та 45 рисунків. Загальний обсяг основного тексту дисертації становить 199 сторінок друкованого тексту.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ЕНЕРГЕТИКИ

1.1. Науковий тезаурус понятійно-категоріального апарату із забезпечення економічної безпекою підприємств енергетики

Європейський вектор розвитку України ставить вимоги щодо наближення її стратегічних орієнтирів до стандартів ЄС, і насамперед, до Європейського Зеленого курсу (далі - ЄЗК) - набору політичних ініціатив, висунутих Європейською Комісією з метою зробити до 2050 року європейський континент кліматично нейтральним. Тож, є очевидним, що пріоритетним вектором відбудови України, як країни - кандидата на членство в ЄС, має стати трансформація до низьковуглецевої економіки. І, насамперед, галузі електроенергетики, яка посідає перше місце серед ТОП-5 галузей-лідерів із забруднення навколишнього середовища вуглецевими викидами [220].

Але, в країні, охопленій війною, значними руйнуваннями об'єктів генерації електроенергії, окупацією території тощо, де питання забезпечення енергетичної безпеки є більш актуальними ніж декарбонізація, все ж трансформація галузі енергетики до низьковуглецевої економіки не припиняється, про що свідчать: пріоритетні вектори розвитку галузі, визначені Енергетичною стратегією України на період до 2050 року, затвердженою розпорядженням КМУ від 21.04.2023 р. за №373-р [178] та Національним планом з енергетики та зміни клімату на період до 2030 року (НПЕК), затвердженим розпорядженням КМУ від 25.06.2024 р. за №587-р [132]; прийняття Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи України» від 30.06.2024 р. за № 3220-ІХ [154] з підтримки «зеленої» трансформації, розширення допустимої спроможності для імпорту електричної

енергії; введення в дію Закону України «Про основні засади державної кліматичної політики України» від 18.10.2024 р. за №3991-ІХ [174]; схвалення Стратегії формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2035 року, затвердженої розпорядженням КМУ від 30.05.2024 р. за №483-р [182] та Операційного плану її реалізації [201].

Виходячи з їх змісту, трансформація енергетики до низьковуглецевої економіки є критично важливою як для збереження довкілля, так і для їх довгострокового успіху. Тож, науковий пошук шляхів та інструментів з декарбонізації галузі задля гарантування низьковуглецевого і кліматично нейтрального майбутнього [30], а також вивчення її загроз економічній безпеці енергетичних підприємств, набувають все більшої актуальності, що саме і потребує на подальші дослідження [201].

Зазначимо, що поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики» є далеко не новим. Проте, полеміка щодо його визначення до тепер не знайшла свого логічного завершення, адже економічна безпека є досить багатогранною категорією, що саме і призвело до широкої різноманітності трактування змісту даного поняття та глибоких дискусій щодо його термінологічної вичерпності [206].

Тож, з метою уточнення змістовного наповнення поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств» звернемось до розгляду дефініцій його складових, поданих у академічних енциклопедіях та словниках, наукових публікаціях та збірниках провідних аналітичних центрів. Це дозволить структурувати підходи щодо його трактування та виявити ключові акценти, ревелантні умовам прискорених трансформаційних змін у середовищі функціонування підприємств енергетики. А отже, здійснимо етимологічний, тезаурусний, контен- та контекстуальний аналіз даного поняття за етапологією, поданою на рис.1.1.

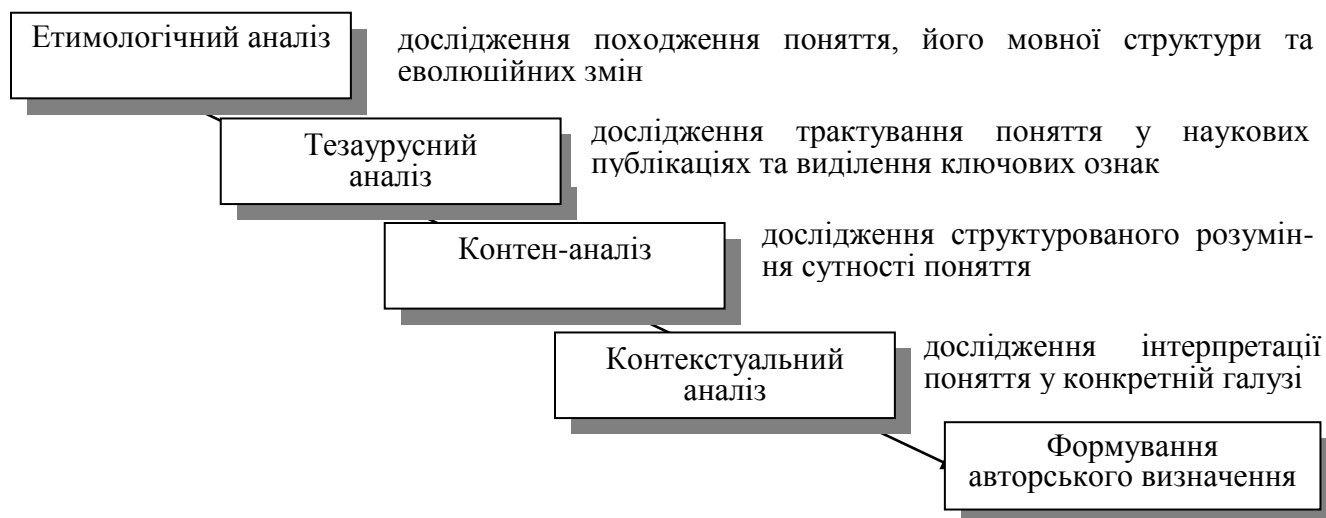


Рис. 1.1. Етапология дослідження поняття «економічна безпека підприємства» [авторське бачення]

І розпочнемо дослідження з етимологічного аналізу, спрямованого на вивчення походження терміну «безпека», як фундаментальної основи побудови поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики». Ідея безпеки, як свідчать енциклопедичні довідники, має глибоке коріння, сягаючи своїм початком в античні часи. Саме тоді видатні філософи, такі як Платон та Арістотель, вперше системно розглядали безпеку як невід'ємний та ключовий аспект ефективного державного управління. Зокрема, Платон у своєму знаковому трактаті «Держава» (*Politeia*) [273] визначав безпеку не просто як відсутність загроз, а як активний спосіб «запобігання шкоди державі». Це визначення підкреслювало проактивну роль держави у захисті своїх інтересів та громадян, що є надзвичайно актуальним і в сучасному контексті. Арістотель же розглядав «безпеку» з точки зору політичної та правової стабільності, справедливого правління та участі громадян у політичному процесі [87, с.48].

Втім, зі створенням Римської імперії погляди мислителів щодо «безпеки» суттєво змінились (Додаток А.1), трансформуючись від захисту людей до захисту власності, свідченням чого є доводи Цицерона, викладені у його творі «Про

державу та про закони», де вчений розглядає безпеку як результат справедливого правління, за якого закон, рівність та моральні цінності є основою стабільності та добробуту держави [252].

Генезис поняття «безпека» набув подальшого розвитку і у період Середньовіччя, яке характеризувалось домінуванням релігії і віри в Бога [87, с.48]. Філософи та богослови того часу, зокрема Августин Блаженний та Фома Аквінський розглядають безпеку як результат дотримання кожним жителем Божих законів та обов'язків, визначених державою. Тож, античне розуміння безпеки у епоху Середньовіччя змінюється на її сприйняття як спасіння душі [87, с.48].

Втім, звичайно не всі мислителі були істинними послідовниками віри Божої, тож певна їх кагорта ставилась до безпеки абсолютно по іншому. Зокрема, Н. Мак'явеллі визначав безпеку як наявність в державі сильного правителя, основною функцією якого має бути забезпечення в державі суспільного порядку та стабільності у суспільстві [87, с.48].

В епоху Відродження, зміст поняття «безпека» змінила, започаткована Нікколо Макіавеллі концепція безпеки того часу, відповідно до якої «безпека» починає розглядатися як важливий елемент легітимізації державних рішень у системі безпеки як суспільства, так і держави в цілому. Підхід, покладений в основу даної концепції знаменував собою фундаментальний зсув у розумінні безпеки. Він став чіткою відмовою від теологічного виміру її трактування, де безпека часто асоціювалася з божественним провидінням чи втручанням. Основна увага була зосереджена виключно на секулярних елементах безпеки. Такий раціональний та прагматичний підхід дозволив розвивати конкретні механізми та стратегії захисту, базуючись на реальному досвіді та спостереженнях, а не на абстрактних віруваннях [62, с.123].

У період Нового часу, що знаменувався розвитком державності та міждержавних відносин, концепції безпеки почали активно з'являтися одна за

одною. Зокрема, Гоббс Т. у науковій роботі «Левіафан» описував безпеку як збереження життя [33]. Спіноза Б. в науковому дослідженні «Теологічно-політичний трактат» визначив безпеку, як одна з чеснот держави [191]. Цей ключовий зсув у мисленні про безпеку став справжнім поворотним моментом, адже він ознаменував відмову від умоглядних, теологічних інтерпретацій, де безпека часто асоціювалася з божественним захистом або абстрактними віруваннями. Натомість, фокус повністю перемістився на секулярні, земні аспекти, що ґрунтуються на реальному досвіді та безпосередніх спостереженнях, і саме цей підхід створив підґрунтя для розробки конкретних механізмів і стратегій захисту. Тож, безпека почала сприйматися не як даність, а як результат цілеспрямованої людської діяльності, що дозволило створювати ефективніші системи, які відповідають на актуальні виклики суспільства, а не покладаються на трансцендентні сили. Такий перехід став фундаментальним для подальшого наукового осмислення та практичного вдосконалення систем безпеки, що формують основу нашого захисту й сьогодні [82].

У Новітній час, сповнений кризами, війнами та катаклізмами, з'являються нові підходи до трактування поняття «безпека». Зокрема, австрійський юрист Й. фон Зонненфельс підкреслював, що безпека — це стан, коли нікому нічого боятися. Для окремої особи це означало особисту безпеку, а для держави — громадську безпеку. Дж. С. Мілль у своїй праці «Про свободу» описував безпеку як інтерес вищого порядку, найважливіший з усіх, найбільш суттєвий та цінний вид особистої і громадської користі. Таким чином, поняття «безпека» почало сприйматися як фундаментальна основа всього життя суспільства та ключовий фактор зовнішньої і внутрішньої політики держави [82].

У ХХ столітті поняття «безпека» зазнало значних змін, набуваючи набагато ширшого значення. Після спустошливих Першої та Другої світових війн почали формуватися перші концепції світової та національної безпеки, які вже враховували принципи системності у створенні безпекового середовища. Це

означало перехід від локального до комплексного розуміння загроз і методів їхнього відвернення [87, с.49]. З переходом до ринкових відносин та посиленням вразливості бізнесу, економічній безпеці підприємств починає надаватися все більше уваги [1, с.179].

У ХХІ столітті погляди на зміст концепту «безпека» та ролі держави у її забезпеченні продовжують змінюватись, але вже крізь призму глобалізаційних змін. Зокрема, О. Уевер визначає безпеку як здатність суспільства зберігати свій специфічний характер, незважаючи на мінливі умови та реальні або віртуальні загрози. Іншими словами, це здатність підтримувати стабільність, приймаючи при цьому необхідні зміни [82, с.5].

Тож, усвідомлення дослідниками розуміння «безпеки» як стану захищеності зумовило появу великої кількості визначень, інколи просто альтернативних, про що свідчать численні трактування даного терміну, подані у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Трактування терміну «безпека» у академічних та термінологічних словниках

Видання	Зміст трактування терміну
Словнику суспільних наук UNESCO [253]	безпека розглядається, як ідентичність безпечності, відсутність викликів та загроз
Латинсько-український словник [111]	безпека – вільність від страху, душевний спокій, небезпеки, впевненість у собі
Оксфордський словник [253]	безпека - це відчуття безпечності
Тлумачний словник української мови [36]	безпека є станом, коли ніщо не загрожує
Академічний тлумачний словник української мови [2]	безпека – ситуація, за якої ніщо нікому не загрожує
Словник української мови [11]	безпека – відсутність ворожнечі, незгод
Енциклопедичний словник з державного управління [85]	безпека - стан внутрішньополітичної стабільності, за якого забезпечується захист політичної системи суспільства від внутрішніх загроз та реалізація національних внутрішньополітичних інтересів
Великий економічний словник [21]	безпека - це здатність до ефективного функціонування і стійкого розвитку

Широке розмаїття трактувань терміна «безпека» є цілком логічним, адже чим складніший та багатогранніший об'єкт дослідження, тим більше існує його дефініцій. Однак, така обширна палітра визначень не завжди допомагає розкрити справжню суть терміна. Багато дослідників прагнуть надати йому сучаснішого змісту, який відповідав би реальним умовам забезпечення безпеки. Проте, проста заміна застарілих уявлень на нові, не вирішує проблеми побудови узагальненого трактування. Визначень поняття «безпека» стало вже настільки багато (табл. 1.2), що інколи складно зрозуміти, яке з них варто брати за основу, досліджуючи ту чи іншу безпекову проблему [90, с.70].

Таблиця 1.2

Дифеніції трактування змісту поняття «безпека»

Підходи	Автори	Змістове наповнення
Гарантії	Фішер Д. [219]	безпека це комплекс цілеспрямованих дій, що здійснюються людьми та державою для ідентифікації, попередження, мінімізації та ліквідації загроз, які здатні позбавити їх матеріальних і духовних цінностей, спричинити непоправні збитки або перешкодити поступальному розвитку
Захищеності	Корж. І. [90, с.71]	безпека - збалансований стан функціонування соціальної системи (людини, держави, світового співтовариства), за якого людина завдяки знанням та своїми діями спроможна своєчасно виявити та мінімізувати негативний вплив наявних та потенційних загроз або уникнути їх, що, своєю чергою, дає їй можливість зберігати систему своїх цінностей і забезпечувати подальший їх розвиток
Життєдіяльно-сті	Пивовар В.[142, с.80]	безпека – це сукупність тенденцій розвитку та умов життєдіяльності суспільства, його структур та інститутів, що формуються відповідними настановами (політичними, правовими тощо). За таких умов забезпечується збереження їх якісної визначеності та вільне функціонування, що відповідає їхній природі.
Статистичний	Ситник Г. [189, с. 23]	безпека - певний стан системи, за якого вона зберігає свою здатність до ефективного функціонування і прогресивного розвитку
Динамічний	Франчук В. [217, с. 13]	безпека - з одного боку, стан системи, який має перебувати у допустимих межах, а з іншого – через безпекову діяльність, що має механізм протидії загрозам та чіткі цілі (захист інтересів, збереження цілісності соціальної системи та сприяння її розвитку)
Системний	Щербина В. [232, с. 221]	безпека – здатність вчасного вжиття попереджувальних, профілактичних, поточних та прогнозних заходів задля нейтралізації негативних наслідків
	Драчук С. [50, с.78]	Безпека - інструмент оцінки стану системи як цілісного організму

Деякі науковці [90, с.71] переконані, що для вивчення поняття «безпека» слід виходити з трактування поняття «небезпека» – наявно існуючої загрози, що може спричинити будь-які ушкодження, погіршення стану, гальмування розвитку або навпаки розвитку небажаної динаміки [90, с.71]. Втім, погодитись з даною гіпотезою досить складно, через те, що коли йде мова про існування несприятливих факторів впливу, то окрім небезпеки згадуються виклики, загрози та ризики.

Цілком погоджуємося з Андрієв Н., яка вважає, що в основу трактування поняття «безпека» варто покласти його лінгвістичне походження. З латинської мови «*securitas*» означає «без турботи, без труднощів, без страху», а з грецької «*ασφάλεια*» можна перекласти як «володіння ситуацією». Таким чином, безпеку варто розуміти як здатність контролювано зберігати бажаний стан максимально довго, попри невизначеність у змінах середовища функціонування [4, с.12].

Відтак, вважаємо, що під «безпекою» за адаптаційно-функціональним підходом варто розуміти здатність протистояння викликам та загрозам крізь призму гнучкості та швидкої адаптації до змін у мінливому середовищі.

Що ж до терміну «економічна безпека», слід зазначити, що даний концепт вперше був вжитий президентом США Ф. Рузвельтом в період Великої депресії, яка призвела до масового безробіття, краху фінансової системи та соціальної нестабільності. Розуміючи складність ситуації, Ф. Рузвель у 1933 р. розпочав «Новий курс» (New Deal), що передбачав масштабні державні інтервенції в економіку та соціальну сферу. У 1934 р. він створив спеціальний Комітет з економічної безпеки (Committee on Economic Security), першим результатом роботи якого стало ухвалення у 1935 р. Закону про соціальне забезпечення (Social Security Act, 1935), що був покликаний забезпечити «економічну безпеку» американців від «небезпек та мінливостей життя». А отже, поняття «економічна безпека» початково розглядалось як соціальна безпека та захищеність індивіда від ризиків через втрату доходів, місця роботи тощо.

Проте, з початком Холодної війни та зростанням ролі держави в економіці, поняття «економічна безпека» починає все більше асоціюватися зі здатністю держави підтримувати стабільний економічний розвиток, захищати свої економічні інтереси на міжнародній арені, забезпечувати незалежність та стійкість національної економіки до зовнішніх шоків. Тож, «безпека» вже розглядається не як безпека індивіда, а як безпека держави, втім лишаючись при цьому виключно внутрішньодержавним поняттям.

З поглибленням глобалізації та утворенням Європейського Союзу поняття «економічна безпека» більш трактується крізь призму викликів, пов'язаних з міжнародною торгівлею, фінансовою нестабільністю, захистом країн-учасниць від недобросовісної конкуренції [218]. А відтак, все більше набуває нормативно-правового характеру.

Формування поняття «безпека» в Україні історично тісно пов'язане з моментом проголошення незалежності. Це цілком закономірно, адже за часів командно-адміністративної економіки, коли всі економічні процеси жорстко планувалися, регулювалися та контролювалися державою, ймовірність виникнення різноманітних ризиків була зведена до мінімуму [19, с.302]. Оскільки у плановій економічній системі практично були відсутні такі явища, як промислове шпигунство, недобросовісна конкуренція чи рейдерство, потреба в забезпеченні економічної безпеки для суб'єктів господарювання майже не виникала. Навіть внутрішні загрози, пов'язані з низькою ефективністю чи збитковістю, були малоімовірними, адже держава штучно підтримувала життєздатність навіть абсолютно збиткових підприємств шляхом надання дотацій та пільг [19, с.302].

Наприкінці ХХ століття, під впливом об'єктивних ринкових процесів, питання економічної безпеки почало розглядатися зовсім інакше. Цьому сприяли приватизація, поява різноманітних типів і форм власності, значні економічні

перетворення, розвиток ринкових форм господарювання та посилення конкуренції.

Найголовнішою ж зміною стала зміна ролі держави: вона перестала бути основним власником, інвестором та споживачем. У зв'язку з цим, економічна безпека все більше почала розглядатися на рівні підприємства, оскільки її стан суттєво залежив від впливу зовнішнього середовища, яке апріорі є мінливим та невизначеним [19, с.302].

Тож, вжиття в обіг поняття «економічна безпека підприємств» в Україні розпочинається ще з далеких 1980-х. Тому, в еволюції його розвитку науковці умовно виокремлюють кілька етапів розвитку (рис.1.2):

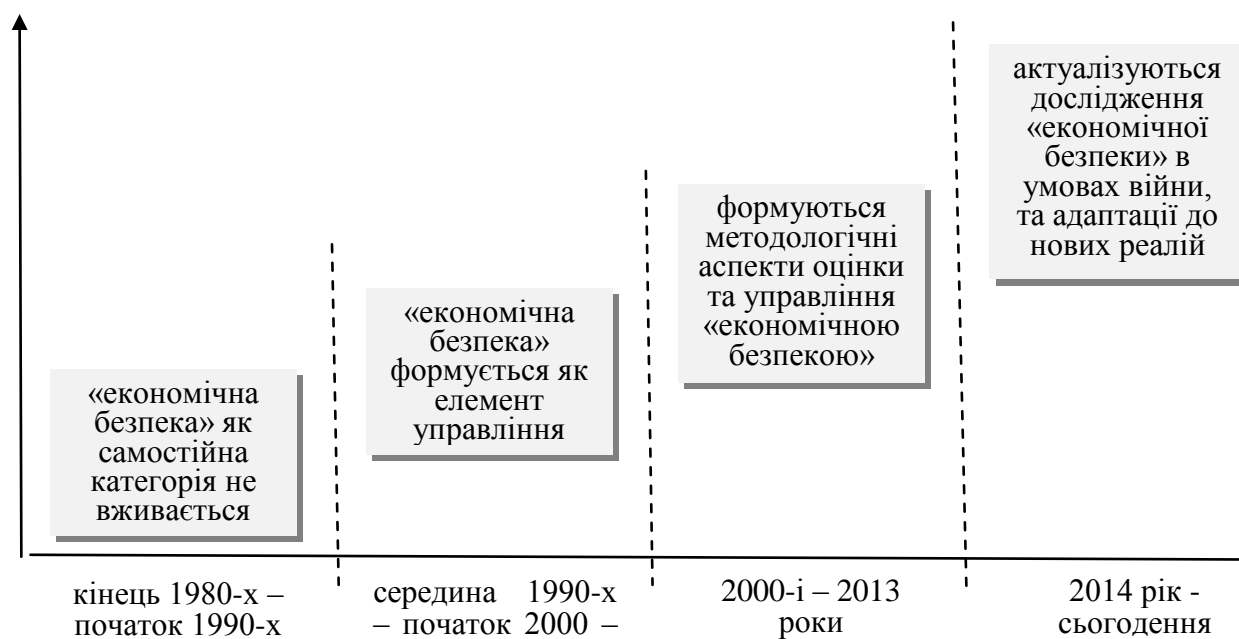


Рис. 1.2. Етапология формування та розвитку поняття «економічна безпека підприємств» в Україні [19, с.302]

В кінці 1980-х на початку 1990-х рр., з розпадом СРСР та переходом від планової до ринкової економіки, а також відсутністю чітких законодавчих та регуляторних механізмів, «економічна безпека підприємств» більш розглядається

у контексті збереження державної власності від розкрадання та інших кримінальних посягань.

В середині 1990-х – на початку 2000-х рр. до «економічної безпеки підприємств» посилюється інтерес через потребу у захисті від рейдерства, недобросовісної конкуренції та фінансової нестабільності. З'являються перші наукові праці, присвячені управлінню економічною безпекою підприємств.

Протягом 2000–2013 рр. – в період глобалізації та поступової євроінтеграції, що супроводжувався розвитком банківської системи, становленням фондового ринку, зростанням інвестиційної активності тощо, концепція економічної безпеки підприємств суттєво розширюється, включаючи не лише захист від прямих загроз, а й управління ризиками, прогнозування, аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища, а також стратегічне планування.

З 2014 р. і до тепер, як стверджують науковці [19, с.302], економічна безпека набуває критично важливого значення, оскільки підприємства змушені оперативно реагувати на військові дії, що відбуваються на території України, геополітичні ризики, ризики цифрової та «зеленої» трансформації, міграцію населення, порушення транспортної логістики тощо. А отже, до економічної безпеки підприємств наразі підходять як до захищеності потенціалу підприємств від викликів та загроз досить мінливого середовища їх функціонування.

Сформована дослідниками етапология формування та розвитку поняття «економічна безпека підприємств» (рис.1.2) безумовно має певне раціональне зерно, втім якщо говорити про економічну безпеку підприємств енергетики, то переконані, що вона потребує виокремлення ще одного етапу розвитку – етапу активізації євроінтеграції галузі крізь призму дотримання вимог європейських стандартів щодо декарбонізації енергетичного сектору та здійснення його переходу до низьковуглецевої економіки. А отже, етапология формування та розвитку поняття «економічна безпека підприємств енергетики» має набувати наступного вигляду (рис.1.3).

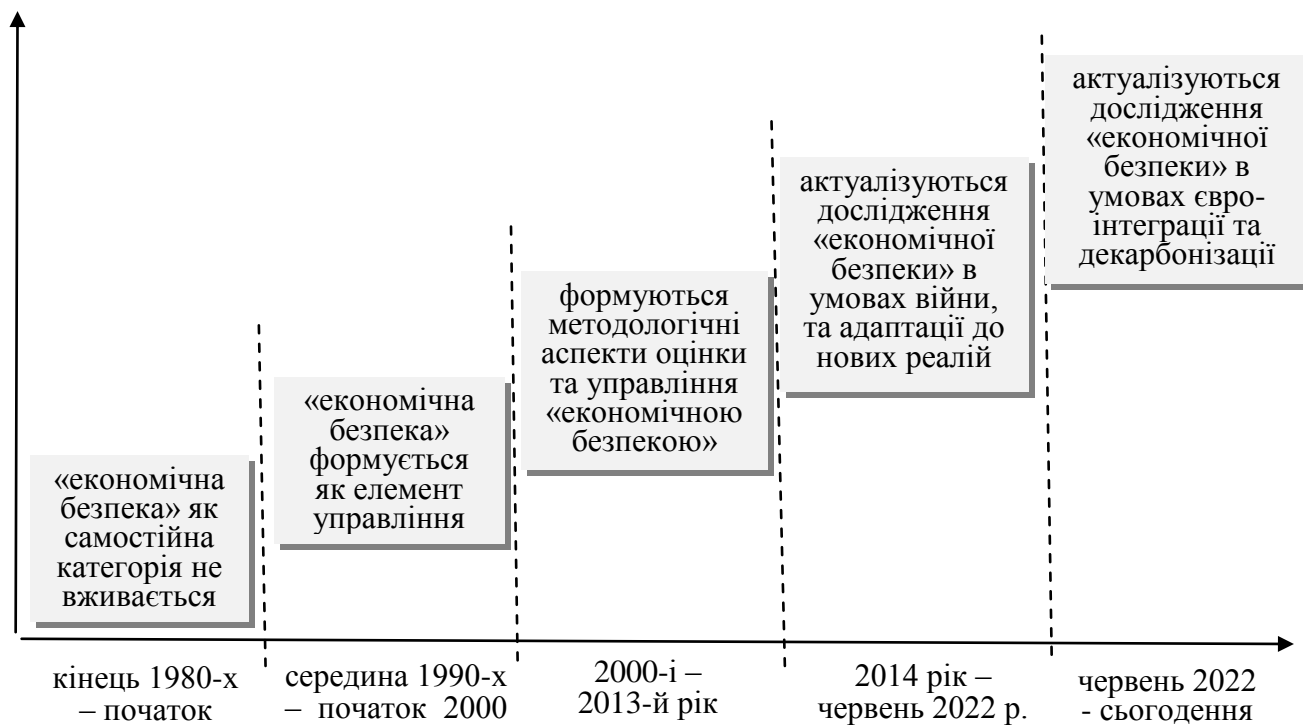


Рис. 1.3. Запропонована етапология формування та розвитку поняття «економічна безпека підприємств енергетики» в Україні [авторське бачення]

Виокремлення додаткового етапу у розвитку поняття «економічної безпеки підприємств енергетики» пояснюється тим, що саме в цей період підприємства енергетики опинились на перетині кількох трансформаційних змін, а саме: євроінтеграції, що сприяла вжиттю заходів щодо лібералізації ринку е/е; декарбонізації – «озеленення» енергетичного сектору; цифровізації – створення «розумних мереж»; децентралізації – розвитку розподільчої генерації та ін. Кожна з перелічених трансформацій має певний вплив на економічну безпеку підприємств енергетика, а отже, і на формування поглядів щодо її розуміння.

Кожному з визначених етапів формування та розвитку поняття «економічної безпеки підприємств» безумовно притаманний унікальний підхід щодо трактування його змісту. Це відображає еволюцію розуміння загроз та механізмів захисту бізнесу в різних історичних та економічних умовах (табл.1.3).

Таблиця 1.3

Дефініційний аналіз поняття «економічна безпека підприємств»

Під-хід	Автори	Трактування змісту
Результативний	Гнилицька Л. [31, с.43]	економічна безпека підприємства - це превентивні заходи суб'єктів безпеки, що використовують обліково-аналітичні та контрольні технології для оптимізації ресурсів і узгодження інтересів стейкхолдерів, мінімізуючи вплив загроз на стабільність діяльності
Адаптивний	Дубецька С. [52]	економічна безпека підприємства – стійкий стан об'єкта в умовах існуючих загроз, непередбачуваних дій і складно прогнозованих факторів
Ресурсний	Бойко І. [16, с.95]	економічна безпека підприємства – це оптимальний стан корпоративних ресурсів та підприємницьких можливостей, що забезпечує їх найефективніше використання для стійкого функціонування та прогресивного науково-технічного й соціального розвитку, одночасно унеможливаючи негативний вплив внутрішніх та зовнішніх факторів.
	Зубок М. [71, с.23]	економічна безпека – це стан, за якого корпоративні ресурси та підприємницькі можливості використовуються максимально ефективно, забезпечуючи стабільну роботу та динамічний розвиток (науково-технічний і соціальний), при цьому запобігаючи будь-яким внутрішнім та зовнішнім негативним впливам
Захищеності	Захарчук Н. [65, с.310]	економічна безпека - стан захищеності усіх сфер, напрямів діяльності та інтересів суб'єктів господарювання від існуючих небезпек, загроз та ризиків
	Штулер І. [231, с.60]	економічна безпека підприємства – система заходів, спрямованих на захист від негативного впливу зовнішнього та внутрішнього середовища, спрямована на формування потенціал, необхідного для забезпечення стійкого функціонування підприємств
Ресурсний	Заячківська О. [66, с.17]	економічна безпека підприємства - це стан, що характеризується ефективним використанням корпоративних ресурсів, спрямованим на запобігання загрозам та забезпечення стабільного функціонування
	Кошельок Г. [94]	економічна безпека підприємства – здатність протистояти загрозам, а також для оптимального використання наявних ресурсів задля забезпечення безперебійного функціонування виробництва
Стратегічний	Шемаєва Л. [226]	економічна безпека підприємства – це здатність підприємства реалізувати стратегічні інтереси при певних зовнішніх умовах завдяки використанню можливостей, що надає зовнішнє середовище
Системний	Ляшенко О. [113, с.53]	економічна безпека підприємства – здатність підтримувати стабільність та ефективно функціонувати навіть у різноманітних, зокрема й у несприятливих умовах, що виникають у середовищі його діяльності
	Андрій Н. [4, с.16]	економічна безпека підприємства – оптимальна організація роботи служби економічної безпеки, яка забезпечує надійний захист від зовнішніх та внутрішніх загроз та підтримує високий рівень економічної незалежності від впливу непередбачених обставин

Таким чином, маємо підстави констатувати, що на першому етапі (кінець 1980-х – початок 1990-х рр.) «економічна безпека підприємств», як самостійна категорія не вживається. На другому етапі (середина 1990-х – початок 2000-х рр.) автори під поняттям «економічна безпека підприємств» переважно вбачають захист підприємства від загроз, негативних ринкових процесів тощо. Тобто спостерігається домінування захисного підходу [65, с. 310]. З 2000 р. по 2013 р. переважає ресурсно-функціональний підхід, в межах якого поняття «економічна безпека підприємства» трактується, як стабільність (стабільний стан) у капіталі, ресурсах, персоналі тощо. Протягом 2014–2022 рр. поняття «економічна безпека» вживається у контексті комплексного управління ризиками з урахуванням зовнішніх та внутрішніх загроз середовища функціонування [65, с.310].

З червня 2022 р. Україна набула статусу претендента на вступ до ЄС, що потребує на імплементацію в українській енергетиці масиву європейських стандартів, а отже, і відповідної трансформації. І, насамперед, щодо лібералізації ринку електроенергії (демонополізації), переходу до низьковуглецевої генерації електроенергії (декарбонізації), та розвитку розподіленої генерації (децентралізації). Тож, наразі при формуванні визначення поняття «економічна безпека підприємств» акцент має бути зроблений на проактивну трансформацію, здатність підприємства гнучко реагувати на зміни та, за потреби, адаптуватися до них, впроваджувати інноваційні підходи та діяти проактивно в нестабільних умовах функціонування.

Відтак, виникає потреба у розгляді змісту поняття «трансформація». Широке використання даного поняття в багатьох сферах діяльності, зокрема в економіці, праві, державному управлінні тощо призвело до різнопланового трактуванню його змісту. Втім, нагадаємо, що «трансформація» походить від латин. «transformatio», де «trans» – «зміна» і «forma» – «вид», тобто видозміна. Відтак, переважна більшість науковців трактує поняття «трансформація» як зміна певних властивостей. чого-небудь». Проте, вважаємо, що «трансформація» це більш ніж

звичайні повсякденні зміни. Це кардинальні, революційні перетворення системи, процесів тощо [242].

Трактування поняття «трансформація» за різноманітними підходами подано в Додатку А.2. Розглянувши їх змістовне наповнення, приходимо до висновку, що в умовах євроінтеграції України трансформація є видозміною характеристик, властивих певним явищам, процесам чи системи в цілому. Тож, «трансформацію» слід розглядати як процес переходу до інноваційної моделі розвитку із врахуванням вимог європейських стандартів та глобальних трендів [58, с. 76].

Очевидно, що дане поняття є більш складним, ніж це здається на перший погляд. Через те, вважаємо доцільним зміст даного поняття трактувати крізь призму холістичного підходу. Відповідно до якого, під трансформацією до «низьковуглецевої економіки» у широкому розумінні слід вбачати комплекс узгоджених, контрольованих та координованих зусиль, солідарно прагнучих переходу до низьковуглецевої економіки, мінімізації викидів парникових газів і забезпечення сталого розвитку.

У вузькому розумінні, поняття «трансформація до низьковуглецевої економіки» вимагає більшої деталізації, оскільки її специфіка залежить від конкретного сектора економіки та дій, здійснення яких передбачається під час її реалізації. В даному випадку мова йде про енергетичні підприємств та їх дії, спрямовані на перехід на відновлювані джерела енергії, розвиток розподільної генерації, створення «розумних мереж», впровадження енергоефективних технологій, розвиток агрегації та нових моделей електропостачання тощо.

Оскільки акцент зроблено на трансформацію до низьковуглецевої моделі економіки, то виникає потреба у розгляді її ключових відмінностей, перелік яких подано на рис.1.4.

Відтак, за аспектно-орієнтованим підходом «низьковуглецеву економіку» слід визнати проміжним етапом досягнення амбітних цілей, спрямованих на значне скорочення обсягів викидів парникових газів та збереження довкілля для

прийдешніх поколінь, тоді як «вуглецевонейтральну» - кінцевою метою, за якої усі залишкові викиди компенсуються завдяки технологіям уловлювання або природних поглиначів.

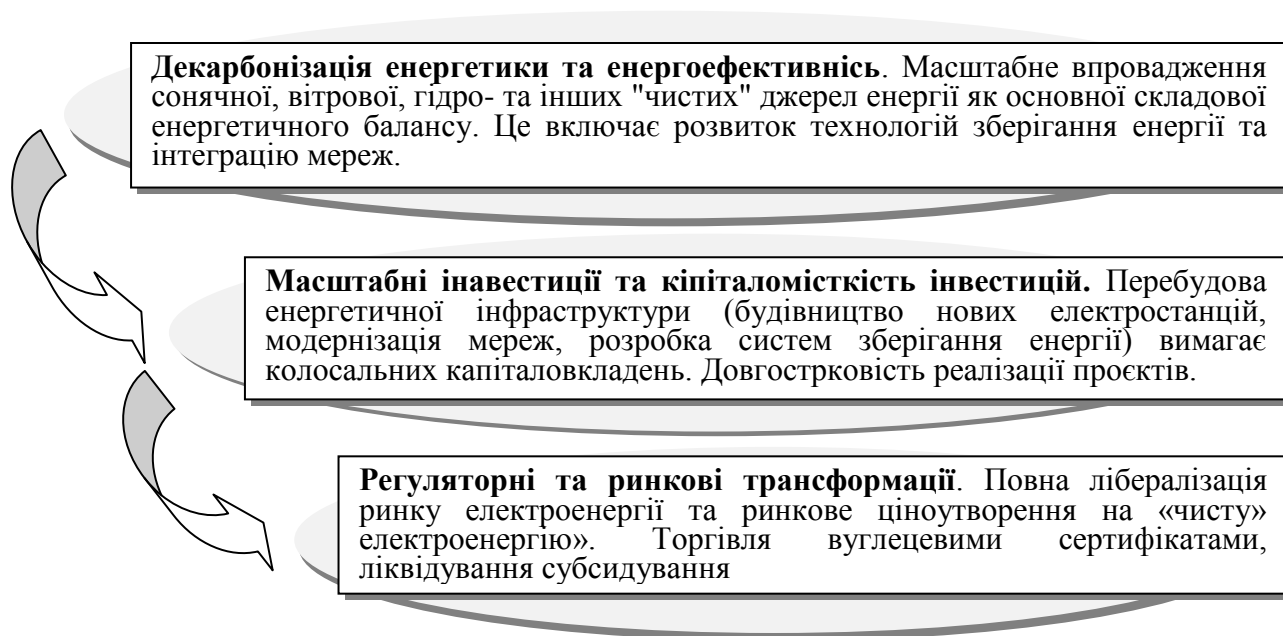


Рис. 1.4 – Відмінні риси «низьковуглецевої економіки» [авторське бачення]

Виходячи з відмінних рис низьковуглецевої економіки, приходимо до висновку, що перехід підприємств енергетики до низьковуглецевої генерації є однією з найамбітніших і найскладніших трансформацій сучасності, що виходить далеко за рамки простої трансформації. Цей процес вимагає колосальних капіталовкладень у модернізацію інфраструктури та впровадження інноваційних технологій.

Основою цієї трансформації є масштабне впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) – сонячної, вітрової, гідро та біоенергетики, які поступово витісняють традиційну генерацію на викопному паливі. Однак, на відміну від стабільної роботи теплових чи атомних електростанцій, мінливість ВДЕ вимагає розвитку гнучких систем балансування та накопичувачів енергії, таких як потужні акумуляторні батареї та гідроакумулюючі електростанції, що зумовлює

необхідність глибокої цифровізації та побудови «розумних» мереж (Smart Grids), здатних забезпечити ефективне управління розподіленою генерацією та динамічними потоками енергії.

Цей перехід потребує і на фундаментальні зміни в архітектурі енергосистеми, перетворюючи її з централізованої на більш децентралізовану, з великою кількістю дрібних виробників енергії, що вимагає нових підходів до моніторингу, контролю та управління.

Відтак, керуючись спрямуванням трансформації енергетичних підприємств до низьковуглецевої економіки, вважаємо за потрібне поняття «трансформація» розглядати за об'єктивно-орієнтованим підходом як комплексну соціально-економічну трансформацію, що вимагає рішучих інвестицій, інноваційного підходу та глибоких змін у регуляторному середовищі для формування нової, стійкої та екологічно відповідальної енергетичної системи майбутнього. Втім, трансформація до низьковуглецевої економіки, як і будь-яка з трансформацій, супроводжується не лише позитивними змінами, а й певними викликами, що потребує на вжиття заходів щодо забезпечення економічної безпеки підприємств.

Поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики» далеко не нове, втім одностайності підходів щодо трактування його змісту до тепер не сформовано, в чому маємо можливість переконатись, звернувшись до табл.1.4.

Таблиця 1.4

Дефініції поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств»

Під-хід	Автори	Змістовна складова
інтегральний	Андріїв Н. [4, с.26]	забезпечення економічної безпеки підприємств – динамічний процес управління ризиками та можливостями, що включає гнучкість, інноваційність та стратегічне мислення, які дозволяють самовивживати, постійно пристосовуватися до змін, ефективно використовувати ресурси та забезпечувати стійкий розвиток в умовах безперервного виникнення та посилення впливу як зовнішніх, так і внутрішніх загроз.

Продовження табл.1.4

Під-хід	Автори	Змістова складова
ресурсний	Мішин О., Мішина С. [130, с.90]	забезпечення економічної безпеки – здатність оптимального використання ресурсів і досягнення стійкого розвитку в умовах постійно виникаючих і посилюючих загроз. Це проактивний стан, що дозволяє не лише реагувати на виклики, а й використовувати їх для зміцнення позицій
гармонізації	Корчевкська Л., Деменська А. [93, с.13]	забезпечення економічної безпеки підприємств – гармонізація інтересів підприємства з інтересами суб'єктів зовнішнього середовища за умов гарантування захисту від дестабілізуючих чинників в конкретних геопросторовочасових координатах шляхом запровадження правових, фінансових, організаційних, технічних і соціально-психологічних заходів.
стейкхолдер	Момот Т.В [131, с.43]	забезпечення економічної безпеки підприємства – це здатність ефективно захищати свої економічні інтереси та забезпечувати самовиживання шляхом безперервного пристосування до динамічних умов зовнішнього та внутрішнього середовища
системний	Гапак Н. [29, с.63]	забезпечення економічної безпеки підприємства – динамічна система, що гарантує захист його економічних інтересів, забезпечує самовиживання та стійкий розвиток через безперервне пристосування та ефективне використання ресурсів в умовах постійно змінюваних зовнішніх і внутрішніх загроз.
організаційний	Бойко І.Ф. [16, с.98]	забезпечення економічної безпеки підприємства це стратегічний стан, що забезпечує захист економічних інтересів та можливість самовиживання завдяки гнучкому та безперервному пристосуванню до мінливих умов
адаптивний	Прохорова В. [185]	забезпечення економічної безпеки підприємств – система заходів, спрямованих на упередження чи мінімізацію негативного впливу постійно виникаючих факторів ендогенного та екзогенного середовища,
захисний	Ковальська Л. [84, с.129]	забезпечення економічної безпеки підприємства - здатність протистояти та створити захист від дестабілізуючих чинників внутрішнього та зовнішнього середовищ, забезпечуючи при цьому стійкість економічного розвитку через ефективне використання наявних та потенційних ресурсів

Переважає більшість трактувань змісту даного поняття (табл.1.4) характеризується фрагментарністю, що ґрунтується на тих чи інших пріоритетах науковців [205, с.88]. Безперечно, вони є слушними та такими, що заслуговують на увагу, втім переконані, що при формуванні визначення даного поняття, насамперед, слід виходити з потреб стейкхолдерів, оскільки саме їх інтереси є

критично важливими при розробці стратегій, спрямованих на посилення конкурентних переваг підприємств та забезпечення їх економічної безпеки [134, с.306].

Окрім того, оскільки мова йде про підприємства енергетики – ключові рушії європейської інтеграції України, то при формуванні змісту поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики» слід враховувати вимоги I-IV Енергопакетів ЄС щодо демонополізації, децентралізації та декарбонізації енергетики (тобто 3D-підхід).

Тож, в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки вважаємо найбільш доцільним трактувати поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики» за 3D-підходом, який поєднує пріоритетні вектори відбудови енергетичного сектору та його подальшого розвитку відповідно до європейських стандартів з демонополізації, децентралізації та декарбонізації.

Відтак, за принципом синкретизму під «забезпеченням економічної безпеки підприємств енергетики» за 3D-підходом варто розуміти координацію дій підприємств енергетики, спрямованих на створення гнучкої бізнес-моделі, здатної швидко адаптуватись до викликів та загроз трансформації енергетичного сектору до низьковуглецевої економіки, пов'язаних з демонополізацією ринку електроенергії, децентралізацією енергетичних систем та декарбонізацією електрогенерації. Сформоване у такий спосіб узагальнене визначення даного поняття забезпечить чітке розуміння його змісту та цілісний погляд щодо упередження загроз та гарантування економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформаційних змін.

Виходячи з вищевикладеного, вважаємо за потрібне репрезентувати результати, здійснених етимологічного, тезаурусного, концептуального, контентного когнітивного аналізу змістовні складові поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки» (рис.1.5).

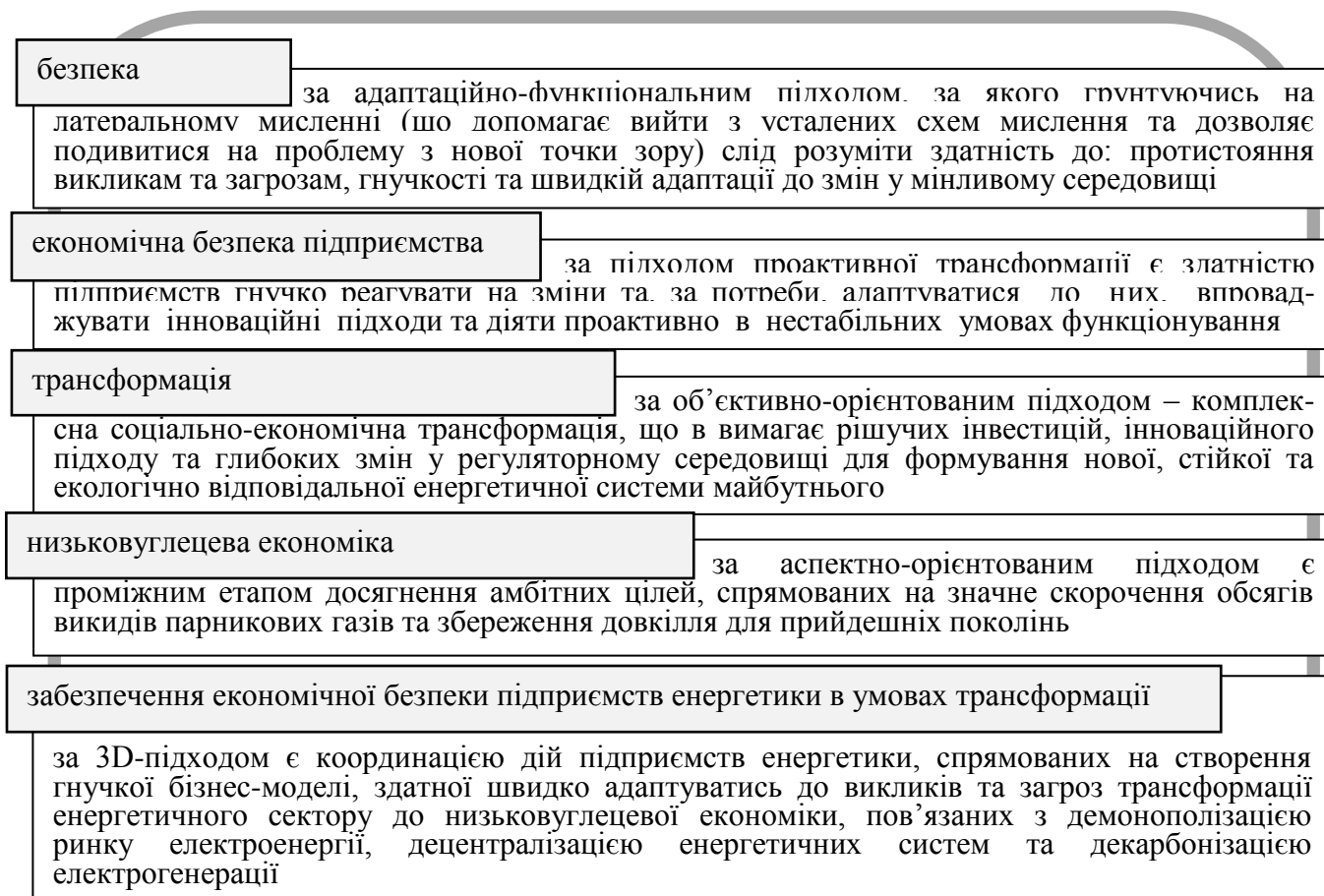


Рис. 1.5. Репрезентація змістовних складових поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки» [авторське бачення]

Таким чином, в процесі дослідження понятійно-категоріального апарату із забезпечення економічної безпеки підприємств, сформовано концептуальний базис трактування змісту поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики» через призму 3D-підходу, який поєднує пріоритетні вектори відбудови енергетичного сектору та його подальшого розвитку відповідно до європейських стандартів з демонополізації, децентралізації та декарбонізації енергетики, дотримання яких є вкрай важливими у досягненні прагнень з

трансформації до низьковуглецевої економіки, сталого розвитку та створення європейського майбутнього України.

1.2. Інформаційне забезпечення та критерії оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки

У світі, що стрімко змінюється, де довіра стає дефіцитним ресурсом, репутація перетворюється на актив, вкрай необхідний для будь-якого бізнесу. Це вже не просто бажана характеристика, а критична умова виживання та процвітання. Сучасні дослідження підтверджують цю тенденцію. Так, згідно з даними Global RepTrak [258] 78% споживачів віддають перевагу підприємствам з високою репутацією, 70% опитаних прагнуть працювати на таких підприємствах, а 64% готові підтримати їх у кризові періоди [258]. Ці цифри переконливо свідчать, що компанії, спрямовані на довгостроковий успіх, мають виходити за рамки винятково генерування прибутку. Їхнім пріоритетом має стати забезпечення абсолютної прозорості бізнесу та невтомне плекання власної репутації, оскільки інвестори, клієнти та ін. зацікавлені сторони (стейкхолдери) дедалі прискіпливіше оцінюють компанії не лише за фінансовими показниками, а й за повнотою та доступністю їхнього інформаційного забезпечення.

Повномасштабне ж вторгнення РФ на територію України, спричинило певні складнощі у формуванні інформаційного забезпечення підприємств енергетики, через те, що підприємства енергетики набувають статусу об'єктів критичної інфраструктури, а отже, з оголошенням в Україні воєнного стану урядом було введено в дію постанову НКРЕКП «Щодо захисту інформації, яка в умовах воєнного стану може бути віднесена до інформації з обмеженим доступом, у тому числі щодо об'єктів критичної інфраструктури» від 26.03.2022 р. за №349 [219],

відповідно до якої інформація щодо підприємств енергетики до оголошення припинення воєнного стану є закритою.

Введення в дію названої постанови [219], спричинило суттєве зниження індексу інформаційної відкритості енергетики. Так, у 2022 році він знизився до зони «неприйнятної» прозорості. У 2023 році, ситуація поліпшилась, проте незначно. Відтак, це сприяло переходу підприємств енергетики до зони «недостатньої» прозорості, але все ж не дало можливості досягти базового рівня 2018 року у 43 бали (при фактично при незмінних факторах впливу) (рис. 1.6) [72, с.4].

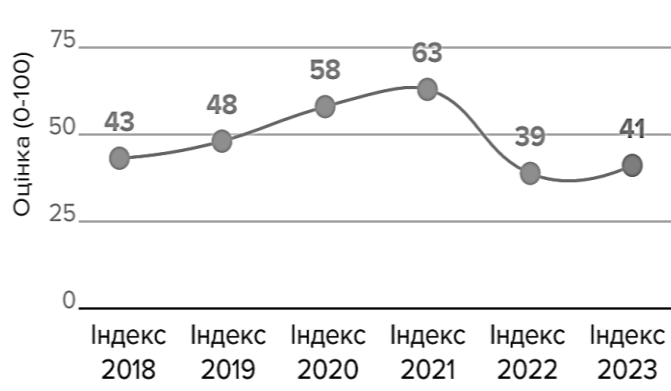


Рис. 1.6. Динаміка індексу прозорості енергетики [72, с.4]

Не дивлячись на незначне поліпшення ситуації у прозорості інформації щодо ринку електроенергії та діяльності підприємств енергетики, кількість «чорних скриньок» (індикаторів, за якими повністю відсутні будь-які публічні дані) зростає на 2 п.п. до 36% (рис. 1.7). Отже, більше ніж за 1/3 індикаторів з оцінки енергетики до тепер лишається закритою інформацією або ж повністю відсутньою.

Варто зазначити, що до падіння індексу прозорості енергетики привела не лише заборона уряду щодо оприлюднення інформації щодо об'єктів генерації електроенергії, а й сукупність дестабілізуючих зрушень, викликаних війною, які спричинили втрату спроможності не лише збору інформації (зокрема, через

перебування частини території України під окупацією), а й її опрацювання та узагальнення (через дестабілізацію роботи ДССУ та аналітичних центрів).

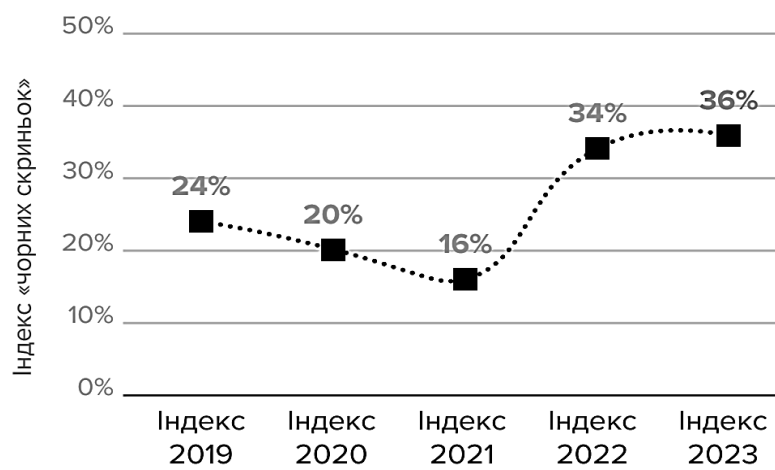


Рис. 1.7. Динаміка «чорних скриньок» у інформаційному забезпеченні прозорості енергетики [72, с.4]

За даними останнього видання DIXI Group з Індексу прозорості енергетики [72, с.5] 1/3 індикаторів, а саме 79 із 229 до тепер є закритими через законодавче обмеження публічності. З яких на 26 індикаторів, тобто 11,4% від загальної кількості індикаторів поширюється директивна заборона на оприлюднення даних, а по 53 індикаторах (23,1%) – ініціативне рішення розпорядників на основі наданих їм на період воєнного стану відповідних дискреційних повноважень. Відтак, маємо підстави з впевненістю стверджувати, що основними факторами відновлення інформації щодо підприємств енергетики по завершенню і навіть під час війни є законодавчий та регуляторний [72, с.5].

Для того щоб чітко розуміти, закриття якої саме інформації і як саме вплинуло на зміну індексу прозорості енергетики, вважаємо за потрібне перейти до розгляду даних табл. 1.5, в якій узагальнено інформацію з оцінки прозорості за категоріями.

Таблиця 1.5

Оцінка прозорості енергетики за категоріями [72, с.6]

Категорія	Кількість індикаторів	Бали	Відхилення від 2022 р.	Оцінка	Характеристика зони перебування
1. Баланси	9	17	-4	F	неприйнятна прозорість
2. Природні монополії	71	39	-5	F	неприйнятна прозорість
3. Постачання	36	43	+6	D-	недостатня прозорість
4. Надійність і безпека	18	25	0	F	неприйнятна прозорість
5. Споживання	43	49	0	D	недостатня прозорість
6. Звітність	12	30	-3	F	неприйнятна прозорість
7. Політика	24	43	-1	D-	недостатня прозорість
8. Органи влади	16	50	+18	D+	недостатня прозорість
Інтегральна оцінка	229	41	+2	D-	недостатня прозорість

Серед категорій, які потрапили в зону «неприйнятної прозорості» на особливу увагу заслуговує категорія «звітності», оскільки саме звітність підприємств енергетики є підґрунтям формування інформаційного забезпечення щодо їх економічної безпеки, а отже і підґрунтям для прийняття рішення щодо інвестування капіталу у відбудову та розвиток енергетичного сектору України [72, с.5].

Закритість інформації щодо діяльності підприємств енергетики не лише гальмує відбудову сектору, а й трансформацію галузі до низьковуглецевої економіки, виконання зобов'язань щодо якої є однією з умов приєднання України до ЄС. А отже, вважаємо, що рішення уряду щодо заборони оприлюднення звітності енергетичних підприємств є недостатньо обґрунтованим [72, с.5].

До того ж карти, з розміщенням об'єктів генерації електроенергії та потенціалу галузі, сформовані у довоєнний період аналітичними центрами до тепер перебувають у відкритому доступі, що породжує ряд питань щодо прийнятих рішень із закриття інформації.

Зазначимо, що категорія «Звітність» визначає прозорість регулярної фінансової, статистичної, управлінської та фіскальної звітності, а також звітності про корпоративне управління, які під час вивчення індексу прозорості енергетики аналітичним центром DIXI Group було умовно поділено на три групи (табл. 1.6).

Таблиця 1.6

Оцінка прозорості підкатегорії «звітність» [72, с.14]

Підкатегорія	Бали	Відхилення від 2022 р.	Оцінка	Характеристика зони перебування
Управлінська та фінансова звітність	17	-2	F	неприйнятна прозорість
Фіскальна звітність	35	-4	F	неприйнятна прозорість
Бенефіціари та корпоративне управління	37	-3	F	неприйнятна прозорість

Отримані результати оцінювання підкатегорії «звітність» свідчать про нейприйнятний рівень прозорості за кожним із видів звітності. Проте, на особливу увагу заслуговує звітність про корпоративне управління, оскільки саме її інформаційне наповнення надає можливість інвесторам мати уяву про дотримання підприємствами енергетики у своїй діяльності ESG-принципів, їх прогрес з трансформації до низьковуглецевої економіки та існуючі загрози економічній безпеці.

Питання дотримання принципів ESG наразі є одним з актуальніших, оскільки тісно пов'язане з можливістю: залучення ESG-інвестицій; упередження сплати СВМ, запровадження якого передбачається з січня 2026 р.; формування корпоративної звітності підприємств відповідно до норм CSRD; забезпечення виконання Україною, взятих зобов'язань щодо скорочення вуглецевих викидів та ЦСР.

Стосовно формування звітності про корпоративне управління, слід зазначити, що тривалий час підприємства енергетики формували дану звітність за вимогами таких міжнародних стандартів як GRI, NFRD та ін. Втім, з прийняттям Directive (EU) 2022/246 (CSRD) [243] та European Sustainability Reporting Standards

(ESRS) 2023/2772 [248], звітність підприємств про корпоративне управління має формуватися у відповідності до визначених ними вимог, через те, що в останньому щорічному Ukraine 2023 Enlargement Package Factsheet, Європейською комісією рекомендовано Україні імплементувати названі нормативно-правові акти у вітчизняну практику.

Це питання наразі досить активно обговорюється, оскільки визначені CSRD [243] та ESRS [248] вимоги, мають суттєву відмінність від вимог попередніх міжнародних стандартів (зокрема, GRI, NFRD та ін.) через потребу звітування про викиди парникових газів за сферами Score 1, Score 2 й Score 3. В результаті дискусій з цього приводу сформувалось два умовних полюси – прихильників й противників щодо запровадження CSRD [243] та ESRS [248]. Одні намагаються довести значимість CSRD [243] у формуванні вкрай необхідного інформаційного забезпечення для прийняття виважених управлінських рішень щодо сталого відновлення енергетики, а інші – навпаки, наголошують, що вимоги CSRD [243] є обтяжливими, нав'язаними та потенційно менш бажаними.

Проте, це не єдина причина формування негативної думки щодо імплементції Україною CSRD [243] та ESRS [248]. Зокрема, експерти Розумков центру розглядають CSRD [243] та ESRS [248], як інструмент наднаціонального регулювання та водночас, як ендогенний фактор впливу на економічну безпеку підприємств енергетики та їх конкурентоспроможність. Саме обов'язковість застосування норм CSRD [243] та ESRS [248] дає підстави для таких суджень. Експерти підкреслюють, що CSRD [243] та ESRS [248] не ідеальні для забезпечення гнучкості, оперативності та адаптивності підприємств енергетики, що може призвести до додаткових витрат.

Щоб переконатись в обгрунтованості таких тверджень вважаємо за потрібне більш деталізовано розглянути вимоги CSRD [243] та ESRS [248], а отже, і їх вплив на формування інформаційного забезпечення з оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики. Зокрема, вимоги CSRD [243] вказують на те, що

починаючи з січня 2024 року великі підприємства, що співпрацюють з європейськими партнерами, зобов'язані складати корпоративну звітність відповідно до норм CSRD [243]. Інші підприємства (мається на увазі МСП), при складанні корпоративної звітності можуть керуватись нормами CSRD [243] за бажанням, проте з січня 2028 р. ці вимоги набудуть характеру - обов'язковості застосування.

Вивчення ESRS [248] дозволило констатувати, щодо їх складу увійшли два загальних стандарти (ESRS1 і ESRS2) та десять тематичних (ESRS E, ESRS S, ESRS G та ін.), що стосуються цілого спектра питань зі сталого розвитку: від загальних принципів до конкретних екологічних, соціальних та управлінських питань.

Зокрема, стандартами ESRS E1-E5 [248] окреслено вимоги щодо розкриття в корпоративній звітності зі сталого розвитку екологічних аспектів від зміни клімату до забруднення, водних ресурсів, а також від біологічного різноманіття та екосистем до використання ресурсів і циркулярної економіки. Це означає, що кожна енергокомпанія має переглянути діючу бізнес-модель на відповідність вимогам кліматичної нейтральності, як з точки зору впливу бізнесу на довкілля, так і з точки зору загроз кліматичних змін.

Стандартами ESRS S1-S4 [248] визначено вимоги щодо структурування корпоративної звітності про сталий розвиток в частині використання кадрового потенціалу, його навчання та кар'єрного росту, рівня заробітної плати та гендерної рівності, охорони та безпеки праці.

ESRS G1-G4 [248] передбачено вимоги щодо розкриття енергетичними підприємствами інформації про прозорість їх діяльності, присутність фактів відмивання коштів, явищ корупції тощо.

Виходячи з перелічених вимог, перехід до застосування ESRS [248] не простий. Тому за рішенням Європейської комісії ESRS [248] вводиться в дію поступово, тобто набуватимуть чинності в чотири етапи з:

1 січня 2024 року для компаній, які на цей час підлягають звітності у відповідності до NFRD та компанії, загальний баланс яких понад 20 млн. євро, а чистий оборот – понад 40 млн. євро (звітність у 2025 році за даними 2024 року);

1 січня 2025 року для великих компаній, на які зараз не поширюється дія NFRD;

1 січня 2026 року для малих і середніх підприємств (окрім мікропідприємств), а також для малих і некомплексних кредитних установ і страхових компаній;

підприємствам, які підлягають під вимоги CSRD [243] та ESRS [248], але не мають можливості звітувати у відповідності до визначених вимог, матимуть можливість не звітувати до 2028 року, але за умови, що при поданні щорічного звіту вони надаватимуть пояснення з яких саме причин вони не мали можливості сформувавши звіт про корпоративне управління у відповідності до вимог ESRS [248].

Відтак, перший етап переходу до ESRS [248] вже розпочато з січня 2024 року, а отже підприємства енергетики України, які співпрацюють з європейськими партнерами мають в 2025 році прозвітувати про дотримання ними екологічних та соціальних вимог, а також вимог щодо корпоративного управління, тобто прозвітувати про дотримання у своїй діяльності ESG-принципів.

На увагу заслуговує також вимога CSRD [243] та ESRS [248] щодо формування корпоративної звітності підприємств за принципом «подвійної суттєвості», який включає звітування як про ризики кліматичних змін, так і про вплив компанії на довкілля та суспільство. Що стосується звітування про вплив енергетичних підприємств на довкілля, то відповідно до ESRS [248] вони мають звітуватись, як зазначалось раніше, за трьома сферами Score 1, Score 2 й Score 3, де:

- розкриття інформації за Score 1, полягає у формуванні інформаційного забезпечення, здатного забезпечити розуміння прямого впливу підприємства енергетики на зміну клімату [248]. Розкриваючи інформацію щодо Score 1, підприємство має подати короткий опис бізнес-моделі та стратегії діяльності, фокусуючись на їх впливі на досягнення поставлених амбітних цілей щодо скорочення вуглецевих викидів, генерованих під час здійснення господарської діяльності [248]. При цьому звітність має містити не тільки кількісну та якісну інформацію, а й ретроспективну та перспективну. В звітності мають відображатись як «заявлені викиди в попередні роки», так і «викиди, що очікуються в наступні роки», що забезпечить розкриття інформації щодо інтенсивності викидів парникових газів у динаміці [248];

- розкриття інформації за Score 2 має забезпечити розуміння непрямого впливу підприємства на зміну клімату внаслідок споживання енергії, незалежно від того, чи придбана вона ззовні, чи ні [248]. Зазначимо, що навіть у випадку, якщо підприємство споживає біоенергію, у звіті про корпоративне управління має також зазначатись обсяг викидів вуглецю від спалювання біомаси. У разі якщо підприємство водночас є виробником і споживачем біоенергії, то воно зобов'язано показувати викиди вуглецю від спалювання біомаси у межах сфери Score 1 [248];

- розкриття інформації за Score 3 має містити інформацію щодо викидів парникових газів, які відбуваються в ланцюжку створення вартості, тобто поза межами енергетичного підприємства, натомість пов'язані з його діяльністю [248].

Відтак, маємо підстави констатувати, що формування звітності за вимогами CSRD [243] та ESRS [248] дійсно є обтяжливими для підприємств енергетики:

по-перше, через те, що за рішенням уряду тимчасово на час воєнного стану було призупинено дію Закону України «Про засади моніторингу, звітності та верифікацію викидів парникових газів» від 12.12. 2019 р. за №377-IX [161], відповідно до якого моніторинг вуглецевих викидів мав здійснюватися,

починаючи з 2021 р., тобто підприємства мали вперше звітувати про викидів вуглецевих викидів у 2022 р. Втім, повномасштабне вторгнення країни-агресора на територію України, зашкодило здійсненню моніторингу через тимчасове призупинення дій даного закону. Починаючи з січня місяця 2025 р., з введенням в дію Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» від 08.01.2025 р. за №4187-Х, обов'язковість здійснення моніторингу відновлено. Тож, перші результати моніторингу вуглецевих викидів підприємства матимемо лише в наступному 2026 р.;

по-друге, на заваді формування повноцінної інформації щодо викидів вуглецю підприємства галузі енергетики стало і перебування частини об'єктів енергетики на окупованій території, зокрема, у Херсонській, Донецькій, Запорізькій та ін. областях;

по-третє, відсутність в Україні рекомендацій з регулювання переходу до формування звітності за вимогами CSRD [243] та ESRS [248], адаптованих до застосування у вітчизняній практиці.

На спрощення процесу переходу підприємств до формування звітності за вимогами CSRD [243] та ESRS [248], Європарламентом запроваджено ряд інструментів рекомендаційного характеру, втім вони мають бути адаптовані до застосування у вітчизняній практиці. При цьому основний акцент має бути зроблено на присутність комплементарності між нормативними актами України з формування корпоративної звітності та нормами CSRD [243] та ESRS [248], оскільки у противному випадку досягти очікуваного результату не вдасться. Адже, основна мета переходу на формування звітності за вимогами CSRD [243] та ESRS [248] - здійснення контролю за скороченням вуглецевих викидів підприємствами енергетики та досягнення прогресу у трансформації до низьковуглецевої економіки, як однієї з умов приєднання України до ЄС.

Втім, незважаючи на те, що дія CSRD [243] на цей час не поширюється на національні компанії, істотна частина міжнародних партнерів все ж ставлять впровадження базових ESG-стандартів як обов'язкову вимогу для партнерства з національним бізнесом. Розуміючи переваги від відображення ESG-індикаторів у корпоративній звітності, такі компанії як ДТЕК, НЕК «Укренерго» та ін. вже не перший рік відображають їх у річній звітності, що вказує на готовність бізнесу рухатися в напрямку адаптації до європейських стандартів ESRS [248]. Наразі перелічені підприємства формують корпоративну звітність за міжнародним стандартом GRI, головною відмінністю якого є добровільність застосування.

Добровільність в даному випадку сприймається не як самостійне прийняття рішення щодо застосування, а як самостійне обрання сукупності показників, виходячи з інтересів компанії та створеного інформаційного забезпечення у попередні роки. А отже, в корпоративній звітності енергетичних підприємств доволі часто можемо зустріти показники, які не підлягають порівнянню ані за підприємствами, ані за роками через самостійність виробу ними як стандартів, так і системи показників. За таких умов оцінювання прогресу трансформаційних змін та їх впливу на економічну безпеку підприємств суттєво ускладнюється, що є певним бар'єром у прийнятті виважених рішень щодо її забезпечення.

Особливо це стосується методики виміру показників вуглецевих викидів. Традиційно їх обсяг визначався, виходячи з методичних рекомендації ДДСУ щодо розрахунку викидів парникових газів. Втім, дана методика, як на наш погляд, є застарілою і не відповідає вимогам сьогодення:

по-перше, з тієї причини, що вона не дозволяє розмежувати вуглецеві викиди за сферами, визначеними CSRD [243];

по-друге, обсяги викидів вуглецю визначаються розрахунковим шляхом і інколи досить віддалені від реалістичних показників щодо викидів вуглецю;

по-третє, дане методика не дозволяє спостерігати прогресу у досягненні, поставленої мети щодо скорочення вуглецевого сліду;

і останнє, вона не відповідає вимогам формування е-звітності підприємств, що в умовах прискореної цифровізації, є недопустимим.

Зазначимо, що Загальними положеннями Програми розвитку офіційної статистики до 2028 року, затвердженої КМУ від 15.09.2023 р. за №989 визначено, що з набуттям Україною статусу держави - кандидата на членство в ЄС, першочерговим завданням з реформування ДССУ є вирішення питання гармонізації національної статистичної системи з європейськими нормами і стандартами.

Проведений же у 2023 році з ініціативи уряду України скринінг нормативно-правового поля країни та стану імплементації європейського законодавства, засвідчив, що значну роботу з питань гармонізації національної статистики з європейськими нормами і стандартами вже проведено. Втім, комплементарності між європейським та національним законодавством, так і не досягнуто. Тож, першочерговим завданням у забезпеченні дієвого реформування ДССУ має бути імплементація норм CSRD [243] та ESRS [248] у вітчизняну практику, що дозволить внести зміни до Методичних пояснень ДССУ щодо визначення показників зі скорочення викидів вуглецю та визначення прогресу трансформації підприємств енергетики до низьковуглецевої економіки. При цьому вибір індикаторів має бути здійснений у такий спосіб, щоб забезпечити відображення у звітності інформації за принципом «всі бачать все».

На підставі Методичних пояснень ДССУ щодо відображення показників зі скорочення викидів вуглецю з урахуванням інтересів стейкхолдерів має бути здійснена розробка е-звітності. На сьогодні Мінцифра України досить активно веде дану політику, про що свідчать результати її діяльності. Втім, щоб індикатори «для всіх» були зрозумілими та порівнюваними, при їх виборі доцільно керуватись стандартами ESRS [248], що пояснюється їх відмінною рисою - обов'язковістю застосування при формуванні корпоративної звітності. Не повинно бути суттєвого розриву між статистичною та корпоративною звітністю,

щоб формування звітності не стало ярмом для підприємств енергетики, на яких і без того покладено значний обсяг зобов'язань щодо енергозабезпечення країни, бізнесу та населення, відбудови зруйнованих об'єктів генерації електроенергії, контролю за балансуванням генерації та споживання, розвитку «розумних» мереж тощо.

Розуміючи значимість вирішення даного питання, КМУ було схвалено цільові значення ЦСП (в т.ч. і низьковуглецевої трансформації) на період до 2030 року та визначино індикатори їх досягнення. Втім, не дивлячись на те, що такий крок КМУ було здійснено в 2024 р., а CSRD [243] схвалено Європейським Парламентом ще в 2022 р., все ж серед переліку індикаторів оцінювання трансформаційних змін зустрічаються лише деякі показники, визначені CSRD [243] та ESRS [248]. Тож, безсумніву, можемо стверджувати, що визначений КМУ перелік позників трансформації не відповідає нормам CSRD [243] та ESRS [248]. А відтак, і індикаторам нині діючої комунікаційної платформи єдиної електронної екосистеми управління відновленням DREAM (Digital Restoration Ecosystem for Accountable Management).

Для того щоб, інформаційне забезпечення підприємств енергетики сприяло формуванню довіри інвесторів, а отже і залучення ESG-інвестицій, необхідно у найближчий час:

- імплементувати норми CSRD [243] та ESRS [248] у вітчизняну практику, чітко визначивши перелік індикаторів з оцінювання прогресу трансформації до низьковуглецевої економіки;

- розробити чіткі критерії та підхід до оцінювання рівня чутливості, ризикогенності та загрозливості інформації, а також визначити можливості та умови її повного чи часткового розкриття;

- забезпечити максимальну комплементарність між статистичною звітністю та звітністю про корпоративне управління;

- здійснити оцінювання рівня цифрової зрілості підприємств енергетики, результати якого дозволять встановити рівень готовності підприємств енергетичного сектору до формування та подання е-звітності;

- ДССУ провести роботу зі стейкхолдерами по вивченню їх інтересів щодо інформаційного забезпечення оцінювання прогресу трансформаційних змін в енергетиці та оцінюванню їх впливу на економічну безпеку підприємств;

- ДССУ розробити формат е-звітності підприємств енергетики з прогресу трансформації підприємств до низьковуглецевої економіки та Методичні пояснення щодо її складання;

- ДССУ розробити формат е-звітності про роботу ринку «генерацій походження», що дозволить чітко спостерігати дієвість даного механізму у регулюванні ринку електроенергії України;

- Мінцифрі здійснити моніторинг цифрової зрілості підприємств енергетики з метою запровадження для звітування е-звітності;

- інструментувати нині непрацюючий, так званий «трискладовий тест», передбачений ст. 6 Закону України «Про доступ до публічної інформації», що визначає сукупність умов обмеження доступу до публічної інформації. З цією метою слід розробити чіткий механізм для оцінювання та обґрунтування сукупності умов, визначених цим законом.

Виходячи з вище викладеного, приходимо до висновку, що перелічені заходи не можуть вживатись фрагментарно, а отже, на рівні Міністерства енергетики України слід розробити Стратегію з імплементації у вітчизняну практику вимог CSRD [243] та ESRS [248], а також План її реалізації, етапи та послідовність здійснення, яких має формуватись, виходячи з визначених CSRD [243] та етапів запровадження норм ESRS [248].

Тож, Дорожня карта зі створення інформаційного забезпечення з оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки має набувати наступного вигляду (рис.1.8).

Імплементація CSRD й ESRS та їх застосування	Закріплення на законодавчому рівні впровадження у вітчизняній практиці CSRD та ESRS. Обов'язковість формування компаніями корпоративної звітності відповідно до вимог ESRS
Внесення змін до Методологічних пояснень Державної служби статистики України	Внесення змін та доповнень до Методологічних пояснень Державної служби статистики України з питань формування статистичної звітності щодо низьковуглецевої трансформації у відповідності до вимог, імплементованих CSRD та ESRS.
Встановлення діалогу із зацікавленими сторонами з питань звітування до ДССУ	Ідентифікація та пріоритизація стейкхолдерів, зацікавлених у внесенні змін та доповнень до статистичної звітності підприємств енергетики. Встановлення діалогу зі стейкхолдерами з питань формування енергетиками статистичної звітності з низьковуглецевої трансформації, а також пом'якшення її тиску на бізнес. Здійснення стейкхолдер-аналізу та формування політики співпраці зі стейкхолдерами
Визначення індикаторів з оцінки прогресу низьковуглецевої трансформації	Здійснення вибору індикаторів з оцінки низьковуглецевої трансформації енергетичного сектору, керуючись нормами CSRD та ESRS, а також розробка чіткої методики їх визначення. Здійснення експерименту із запровадження у звітності обраних індикаторів оцінки. Проведення їх обговорень зі стейкхолдерами
Розробка та затвердження статистичної звітності	Визначення порядку оцифрування даних та запровадження єдиного електронного формату звітності з низьковуглецевої трансформації. Визначення вимог щодо її складання та подання
Діагностика цифрової зрілості бізнесу	Діагностика цифрової зрілості бізнесу задля розуміння ключових проблем та можливостей запровадження єдиного електронного формату звітності та збору інформації
Трансфер знань з формування корпоративної звітності	Організація та проведення серед представників бізнесу та працівників ДССУ курсів підвищення кваліфікації, тренінгів та інших заходів з трансферу знань по збору інформації та формуванню звітності із низьковуглецевої трансформації
Формування інформаційного забезпечення з оцінки ЕБП	Збір даних щодо прогресу низьковуглецевої трансформації підприємств енергетики, її узагальнення та розміщення на створеній цифровій платформі та мобільних додатках задля забезпечення прозорості, оцінювання ЕБП, залучення ESG-інвестицій та уникнення сплати СВМ

Рис. 1.8. Дороговказ зі створення інформаційного забезпечення для оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки [авторське бачення]

Оскільки, ESRS [248] ґрунтується на ESG-принципах, то при оцінюванні забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки варто керуватись наступною сукупністю критеріїв, яка поєднує індикатори ESG та індикатори з оцінювання економічної безпеки (рис.1.9).

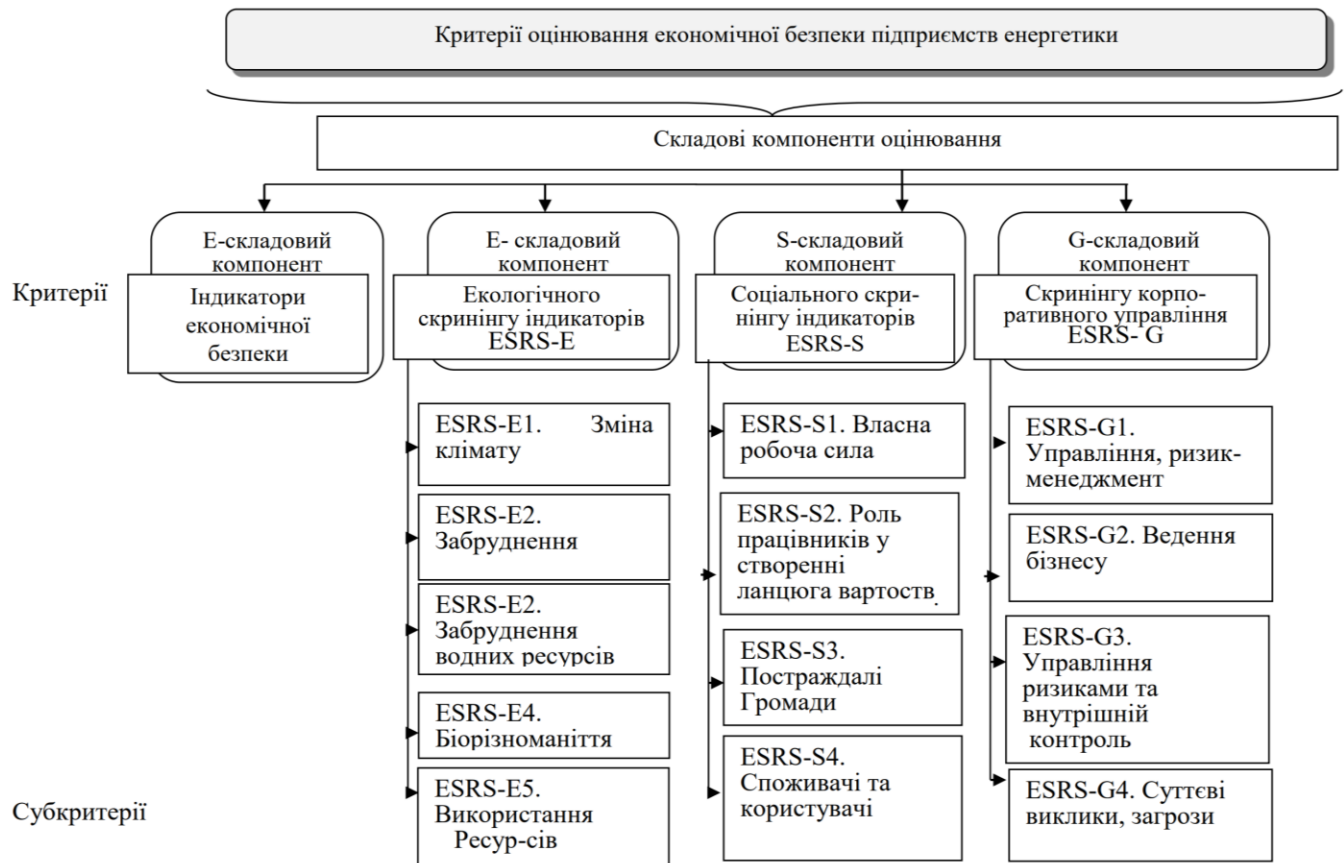


Рис. 1.9. Модель формування інформаційного забезпечення з оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки [авторське бачення]

Отже, формування довіри та репутації підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки – це не просто модний тренд, а стратегічний актив, який може істотно вплинути на їх прибуток, економічну безпеку та подальший розвиток [213].

Таким чином, за результатами дослідження проаналізовано інформаційне забезпечення та критерії оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики, що набули поширення серед науковців та експертів авторитетних аналітичних центрів таких, як Razumkov centre, DIXI Group, Офіс сталих рішень, KSE та ін. Встановлено, що в умовах трансформації на шляху до низьковуглецевої економіки, існуюче наявне інформаційне забезпечення не відповідає інтересам стейкхолдерів та не забезпечує комплексної реалістичної оцінки стану економічної безпеки підприємств енергетики.

Керуючись результатами скринінгу динамізму інкорпорування в нормативно-правовий ландшафт України європейського законодавства з трансформації енергетики до низьковуглецевого виробництва, запропоновано модель формування інформаційного забезпечення оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики, яка, на відміну від існуючих, побудована з урахуванням вимог щодо наповнення бекграунду інформацією відповідно до норм, встановлених CSRD та ESRS, застосування яких для підприємств, що співпрацюють з європейськими бізнес-партнерами, є обов'язковим. Запровадження цієї моделі на практиці дозволить не лише формувати портфоліо економічної стійкості підприємств енергетики, а й сприятиме своєчасному вжиттю заходів щодо запобігання загрозам чи мінімізації наслідків їх впливу, а отже, і створення гнучкої бізнес-модель, здатної до швидкої адаптації в умовах трансформаційних змін.

1.3. Методика оцінювання економічної безпеки підприємств в умовах трансформаційних змін

Сучасні економічні умови в Україні вимагають від підприємств високого рівня економічної безпеки для забезпечення стійкості та конкурентоспроможності на ринку. Зростаючий рівень ризиків, викликаний повномасштабною війною,

економічною невизначеністю та впливом глобальних ринкових тенденцій у довгостроковій перспективі, підкреслює необхідність мати та використовувати надійні методи оцінювання економічної безпеки підприємств.

Наразі відомі численні методи з оцінювання економічної безпеки підприємств, втім: по-перше, не кожен з них набув поширення застосування на практиці, оскільки кожен з них має як певні переваги, так і певні недоліки; по-друге, навіть ті методи, яким практики свого часу надавали переваги з часом застаріли і не враховують всі фактори та швидкі зміни, що відбуваються в середовищі функціонування підприємств. Отже, одним із актуальних питань сьогодення у забезпеченні економічної безпеки підприємств є правильний вибір методу оцінювання, який забезпечить отримання найбільш реалістичних результатів та точних прогнозів, необхідних для прийняття виважених управлінських рішень.

Тривалий час як науковцями, такі і практиками надавались переваги інтегральному оцінюванню економічної безпеки підприємств за «адитивною функцією корисності», результатом якого є певний інтегральний показник:

$$I_t = \sum_{i=1}^n a_i z_{i,t}, a_i \geq 0 \text{ and } \sum_{i=1}^n a_i = 1, \quad (1.1)$$

Втім цей метод оцінки, як доводять Суходоля О. та ін. [194, с. 11] має суттєвий недолік, що полягає в можливості компенсувати рівень інтегрального показника за одними індикаторами за рахунок інших. Така форма допускає ситуацію значущості інтегрального показника при нульовому значенні одного або кількох індикаторів (завдяки застосуванню методу нормування за «розмахом варіації»), унеможливаючи тим самим дослідження впливу таких індикаторів на рівень безпеки. При значному відхиленні мінімальних значень індикаторів від «0» динаміка нормованого індикатора дедалі більше відхиляється від відображення

динаміки вхідного індикатора, показуючи не динаміку самого індикатора, а динаміку зміни його діапазону [194, с. 11].

Більш адекватним вбачається метод інтегрального оцінювання за «мультиплікативною функцією корисності», пов'язаної з адитивною через логарифмічну функцію [194, с. 17]:

$$I_t = \prod_{i=1}^n z_{i,t}^{a_i}, \sum a_i = 1; a_i \geq 0, \quad (1.2)$$

Втім, даний метод вимагає щоб величини, що беруться для розрахунку індикатора були безрозмірними величинами. Вибірка ж часткових показників, призначених для оцінки економічної безпеки, зазвичай, має різну розмірність. А отже, виникає потреба у здійсненні їх нормування до безрозмірної величини.

Серед числа існуючих методів з нормування, найбільшого поширення набув метод нормування «за еталонним значенням»:

$$S: z_i = \frac{x_i}{k_{\text{норм}}}, k_{\text{норм}} \geq x_{\text{max}}, D: z_i = \frac{k_{\text{норм}}}{x_i}, k_{\text{норм}} \leq x_{\text{min}}, \quad (1.3)$$

та «за розмахом варіації» з деякими модифікаціями:

$$S: z_i = \frac{x_i - x_{\text{min}}}{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}; D: z_i = \frac{x_{\text{max}} - x_i}{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}, \quad (1.4)$$

де x_i – значення індикатора за звітний період;

$k_{\text{норм}}$ – коефіцієнт нормування;

x_{min} – значення індикатора min;

x_{max} – значення індикатора max [194, с. 18].

Зокрема, Харазішвілі Ю.М. для нормування різних за розмірністю величин рекомендує застосовувати «комбінований метод нормування», заснований на

нормуванні за «розмахом варіації», що передбачає прирівнювання до нуля $x_{\min}=0$ у формулі нормування. [219, с. 74–77]:

$$S: z_i = \frac{x_i}{k_{\text{ном}}}; D: z_i = \frac{k_{\text{ном}} - x_i}{k_{\text{ном}}}; k_{\text{ном}} \geq x_{\text{макс}}, \quad (1.5)$$

В процесі формування набору індикаторів та їх нормалізації необхідним є визначення їх внеску в оцінку інтегрального індикатора або інтегральних граничних значень (вагомих коефіцієнтів). Переважна більшість дослідників для визначення вагових коефіцієнтів застосовує експертні оцінки, які вважаємо в значній мірі є суб'єктивними, а тому суттєво знижують наукову та практичну цінність одержаних результатів [194, с. 18].

Пілецька С.Т., Коритько Т.Ю. та Ткаченко Є.В. наголошують на потребі здійснення оцінювання економічної безпеки підприємств за індикативною моделлю оцінки, що дозволяє оцінити не тільки стан об'єкта дослідження, а й напрямок його розвитку. Для методичного формування об'єктивної оцінки інтегрального рівня економічної безпеки підприємств авторами обґрунтовано необхідність використання системи показників за виробничо-збутовою, кадровою, техніко-технологічною, фінансовою складовою [145].

В той же час колектив авторів [60, с.26] рекомендує здійснювати оцінювання економічної безпеки підприємств за показником Рек.б., визначеним за інтегральним методом та сформованого у вигляді багатофакторної функції:

$$P_{\text{ек.б}} = F(X_i) = \alpha_1 f(x_1) + \alpha_2 f(x_2) + \dots + \alpha_n f(x_n), \quad (1.6)$$

де x_1, x_2, \dots, x_n – основні показники діяльності підприємства;

$f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_n)$ – локальні функції залежності рівня економічної безпеки від відповідних показників діяльності підприємства;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – частка значущості кожного показника для економічної безпеки підприємства;

i – кількість показників [60, с.26].

Обґрунтовуючи, що у реальному житті не існує абсолютної захищеності (а також абсолютної небезпеки), автори доводять, що рівень економічної безпеки (так само як і рівень економічної небезпеки) ніколи не досягне свого максимального (мінімального) значення, нескінченно наближаючись до нього. А відтак, автори виокремлюють три типи економічних показників: «мінімум», «максимум» та «інтервал» [60, с.26].

При цьому для показників першого типу критичне значення ($x_{кр}$) мінімально можливе для досягнення економічної безпеки за твердженням дослідників при $x > x_{кр}$ і Рек.б > 0 . Для другого типу показників, навпаки, коли $x > x_{кр}$ і Рек.б < 0 . Для третього типу показників функція економічної безпеки підприємства стає додатною лише при значеннях аргументу, що лежать у межах певного інтервалу, Якщо значення Рек.б є меншим від 20 і більшим від 70 %, то слід визнати присутність загроз економічній безпеці підприємств [60, с.26].

Головним недоліком даного методу є те, що рівень «максимуму», «мінімуму» та «інтервалу» (або ж шкали оцінювання) може досить різнитись як за галузями, так і за розміром підприємств (великі, середні чи малі), що суттєво ускладнюватиме здійснення їх порівняння за рівнем економічної безпеки, а отже, і їх рейтингування, інформація щодо якого наразі є найбільш цінною для інвесторів.

Тож, як стверджує переважна більшість науковців, в умовах сьогодення (прискорених мінливих змін) існує нагальна потреба у відмові від традиційних методів оцінювання та здійсненні переходу до сучасних прогресивних методів оцінювання.

Зокрема, Пилипенко Н.М. [143] наголошує на доцільності здійснення оцінювання рівня економічної безпеки за методом нечіткої логіки, суть якого полягає у початковому виборі та визначенні кількісних та якісних показників,

подальшому визначенні нечітких множин лінгвістичних змінних та їх розбитті на рівні множини, умовний поділ на три підмножини існуючих значень μ_i для кожної вибраної змінної X_i :

μ_{i1} – підмножина «низький рівень показника X_i »;

μ_{i2} – підмножина «середній рівень показника X_i »;

μ_{i3} – підмножина «високий рівень показника X_i » [143].

Для результируючої лінгвістичної змінної E «економічна безпека підприємства», яка включає множину безпечних станів розвитку підприємства, формується класифікатор рівнів безпеки. З її визначенням здійснюється лінгвістичний опис рівня економічної безпеки [143].

На доцільності застосування при оцінюванні економічної безпеки підприємств нечіткої логіки фокусує увагу і Мирошніченко О. [129, с.544]. Втім, доводить, що отримання більш реалістичних результатів можливе за комплексного підходу до оцінювання, заснованого на інтеграції нейромережевого моделювання, методів кластерного аналізу (зокрема, карт Кохонена) та інструментів нечіткої логіки (Додаток В.1). Оскільки нейронні мережі дозволяють виявляти приховані закономірності, що недоступні для традиційних статистичних або експертних методів, нечітка логіка – формалізувати експертні оцінки, а карти Кохонена – сегментувати підприємства за ризиками [129, с.544].

До того ж, нейронні мережі здатні до навчання. Вони не потребують заздалегідь заданої моделі: система формується самостійно на основі історичних даних, що є надзвичайно важливим у випадках, коли економічні процеси складні для аналітичного опису. Здатність таких мереж до самоналагодження, адаптації до змін у зовнішньому середовищі та можливість інтерпретації отриманих результатів у вигляді нечітких правил, спрощує пояснення моделей при їх практичному застосуванні [129, с.544].

У статті [245, с.18] автором запропоновано нейромережеву модель архітектурою $5 \times 2 \times 1$, яка включає п'ять вхідних параметрів, два нейрони у

прихованому шарі та один вихідний нейрон. Навчання мережі здійснювалось у середовищі Deductor із застосуванням сигмоїдальної функції активації та алгоритму навчання RPROP. Результати експериментального моделювання показали, що загальна ефективність моделі становила понад 83%, що демонструє її конкурентоспроможність відносно класичних методів [245, с.18].

Цілком погоджуємось з Мірошніченко О. [129, с.542], що інтелектуальні методи оцінювання економічної безпеки підприємств є більш прогресивним ніж класичні методи оцінки. Втім, побудова ефективної нейромережевої моделі потребує глибоких знань персоналу у сфері аналізу даних, грамотного підбору архітектури мережі, методів нормалізації, функцій активації та алгоритмів навчання, що ускладнює їх застосування на практиці.

Не дивлячись на зазначені недоліки, науковцями все ж більше перевага надається саме інтелектуальним методам оцінювання економічної безпеки підприємств. Зокрема, Біличенко М. [10, с.101] обґрунтовує, що в сучасних економічних умовах традиційні методи оцінювання не здатні враховувати всі фактори та швидкі зміни, що відбуваються середовищі функціонування підприємств, що призводить до неточних прогнозів і відповідно до прийняття неефективних управлінських рішень. Застосування ж інтелектуальних методів оцінювання, зокрема, машинного навчання відкриває нові горизонти у точності та швидкості аналізу, дозволяючи враховувати велику кількість чинників впливу та виявляти складні взаємозв'язки між ними (Додаток В.2.1) [10, с.103].

У дослідженні [10, с.101] здійснено оцінювання якості прогнозів економічної безпеки підприємств за допомогою показників F-beta 2, ROC AUC, Assurance. Доведено, що саме модель XGBoost (Додаток В.2.2) з налаштованими параметрами є найбільш оптимальною при прогнозуванні стану економічної безпеки підприємств в перспективі. Отримані результати підкреслюють високу точність і стабільність цієї моделі у прогнозуванні банкрутства, що є важливим

кроком до зменшення ризиків і підвищення фінансової стабільності підприємств [10, с.104] .

Яремик М.І. та Чернеко А.В. підходять до оцінювання економічної безпеки більш деталізовано, фокусуючись на специфіці діяльності підприємств, зокрема, підприємств електронної торгівлі. Цінність результатів їх дослідження полягає в тому, що автори пропонують при оцінюванні економічної безпеки враховувати кіберзагрози, які є характерними для даного виду діяльності [235]. Цілком підтримуємо їх пропозиції, оскільки в умовах прискореної цифровізації, даний вид загроз прискорено набуває масштабності і в деяких галузях серед переліку основних викликів посідає пріоритетне місце.

Не є виключенням і енергетика України, оскільки зі швидкими темпами децентралізації та розвитком розподіленої генерації, все більшого поширення набувають «розумні мережі», засновані на цифрових технологіях. Тож, вважаємо, що пропозиції Яремик М.І. та Чернеко А.В. [235] варті уваги при побудові економіко-математичних моделей з оцінювання економічної безпеки підприємств.

Акрющенко К.А. та Лезіна А.В. рекомендують для оцінювання економічної безпеки підприємств електропостачання застосовувати матрицю внутрішніх можливостей (Додаток В.3), що базується на розрахунку показника економічної доданої вартості (EVA), а також коефіцієнтів стійкого та внутрішнього зростання, визначення величини яких ґрунтується на значеннях показників RONA (рентабельність чистих активів), ROE (рентабельність власного капіталу), WACC (середньозважена вартість капіталу) [5, с.70]. Втім, перелічені показники характеризують лише ділову активність підприємства. Тож, щоб встановити існуючі загрози економічній безпеці підприємства варто чітко розуміти якими мають бути темпи розвитку їх ділової активності, а отже і їх допустимі відхилення, що в умовах мінливого середовища встановити досить складно.

Макаренко І. [115, с.24] підкреслюючи значимість правильності вибору оцінювання економічної безпеки підприємств, акцентує увагу на перевагах та

недоліках таких методів оцінювання економічної безпеки, як: аналітичного ієрархічного процесу (АНП), аналізу охоплення даних (DEA), техніки впорядкування переваги за подібністю до ідеального рішення (TOPSIS) і методу організації рейтингу переваг для оцінки збагачення (PROMETHEE) у контексті оцінювання діяльності енергетичних компаній [115, с.24]. Значної уваги автором надано і методикам, що застосовуються провідними рейтинговими компаніями, зокрема, Energy Transparency Index 2021 (II international edition), DJSI, MSCI ESG Ratings, FTSE4Good Index Series, Corporate Knights' index 100 most sustainable corporations. Натомість, дослідник доводить, що в умовах посиленого інтересу інвесторів до ESG-показників, варто здійснювати оцінювання економічної безпеки підприємств за багатокритеріальною метричною системою показників кожної зі складової ESG, алгоритм побудови якої ним подано в [115, с.34]. Перевагу запропонованої методики науковець вбачає в її універсальності, крос-секторному характері та простоті в інтерпретації.

Ткаченко А.М., Левченко Н.М. та Колесник Е.О. також підкреслюють, що відповідальні інвестори наразі особливої уваги надають дотриманню підприємствами ESG-принципів. Тож, автори вважають за доцільне здійснювати оцінку оцінювання економічної безпеки підприємств за рівнем ESG-конкурентоспроможності [202].

Щоб встановити рівень економічної безпеки підприємств за індикатором ESG-конкурентоспроможності, дослідники пропонують скористатись еталонним підходом, застосування якого дозволяє встановити межі порогових значення оптимальності індикатора ESG-конкурентоспроможності та його відхилення від визначених порогових значень. Автори на прикладі металургійних підприємств доводять доцільність застосування запропонованої методики, акцентуючи, що вона дозволяє встановити в якій саме зоні конкурентоспроможності перебуває підприємство, а отже, і на які загрози слід очікувати найближчим часом [202].

Дана методика, безумовно, має певне раціональне зерно, втім застосування еталонного підходу при визначенні ESG-конкурентоспроможності, вважаємо досить дискусійним, оскільки:

в умовах трансформаційних змін, раніше визначені еталонні значення, можуть втрати свою актуальність за лічені місяці або навіть тижні;

визначені «універсальні» еталонні значення не враховують відмінності кожного з підприємств навіть в межах однієї галузі, що може призвести до отримання хибних висновків;

мінливе середовище постійно генерує нові види ризиків та загроз, які важко передбачити і, відповідно, врахувати при визначенні еталонних значень;

оцінка економічної безпеки в мінливому середовищі повинна бути не лише діагностичною, а й прогностичною та стратегічною. Еталонний підхід, як правило, є реактивним, а не проактивним. Він показує поточний стан, але не дає чітких вказівок щодо майбутнього розвитку чи потенційних загроз, які ще не відобразилися на показниках.

Варта уваги і методика оцінювання економічної безпеки, запропонована Тютченко С., якою передбачено здійснення оцінки за «пірамідою економічної безпеки підприємств», гранями якої виступають площини, що характеризують здатність підприємств до резистентності, ризикоредукції і економічної суцесії. Площина ж основи піраміди характеризує параметри економічної безпеки підприємства [205].

Для оцінки стану економічної безпеки за «пірамідою економічної безпеки» авторкою запропоновано методику визначення трикомпонентного показника оцінки рівня економічної безпеки підприємства, який має визначатись наступною функцією [205].:

$$\text{ЕБП} = f(P_C; P_P; E_C) \quad (1.7)$$

де ЕБП – інтегральна оцінка рівня економічної безпеки підприємства;

P_C – інтегральний показник резистентності;

R_p – інтегральний показник ризикоредукції;

E_c - інтегральний економічної суцесії [205].

При цьому для показника ЕБП можливі вісім варіантів ситуації, які умовно відповідають чотирьом зонам безпеки. Втім, не дивлячись на те, що даний метод має свої переваги в систематизації, він також не позбавлений недоліків в умовах мінливого середовища, до яких слід віднести:

складність адаптації до мінливого середовища;

орієнтованість на діагностику поточного стану економічної безпеки, що робить «піраміду» більш реактивним, ніж проактивним інструментом;

обмеженість для прогнозування та стратегічного планування [205].

Підводячи підсумок розглянутим методикам з оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики, вважаємо що в умовах мінливого середовища, спровокованого трансформаційними змінами в економіці, найбільш доцільно оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики здійснювати за когнітивним підходом – підходом критичного мислення та прийняття креативних рішень. При цьому слід враховувати вплив як ендогених, так і екзогенних факторів, що в умовах цифровізації можливо за умови запровадження на підприємствах енергетики цифрового двійника з управління економічною безпекою, який завдяки машинному навчанню та широкому доступу інформації здатний здійснювати діагностику викликів та за загроз, попереджати про їх виникнення та рекомендувати вчасне вжиття заходів щодо мінімізації їх впливу.

В основу машинного навчання має бут покладено метод *AEIPR* (де, *Assessment* – оцінка, *Early warning* - раннє попередження, *Impact* - вплив, *Prevention* - запобігання та *Response* - реагування).

Оскільки машинне навчння має на меті надати кількісну основу для оцінки економічної безпеки енергетичних підприємств, інтегруючи принципи методу *AEIPR* для забезпечення проактивної аналітики та прийняття рішень, першочергово слід визначити наступні ключові компоненти:

ES - загальний індекс економічної безпеки підприємства. Це основний вихідний показник моделі;

R - множина ідентифікованих загроз, що впливають на економічну безпеку, $R=\{r_1,r_2,\dots,r_n\}$;

T - множина ідентифікованих викликів та загроз економічній безпеці, $T=\{t_1,t_2,\dots,t_m\}$;

I- множина ендогенних та екзогенних факторів впливу $I=\{i_1,i_2,\dots,i_k\}$, що представляють різні аспекти економічної діяльності підприємства (наприклад, прибутковність, ліквідність, операційну ефективність, ринкову позицію).

W – множина вагових коефіцієнтів, $W=\{w_1,w_2,\dots,w_k\}$, присвоєних кожному фактору впливу i_j , де $\sum w_j=1$.

P – множина преактивних заходів, $P=\{p_1,p_2,\dots,p_a\}$.

RS – множина стратегій реагування, $RS=\{rs_1,rs_2,\dots,rs_b\}$.

Модель має бути структурована навколо кожного з п'яти ключових елементів, виведених з *AEIPR*. Мається на увазі оцінка, раннє попередження, вплив, запобігання та реагування.

Відтак, інтегрована модель економічної безпеки підприємства енергетики має розглядатися як функція поточного стану, ідентифікованих ризиків та загроз, а також ефективності впроваджених механізмів запобігання та реагування.

$$ЕБП = f(A;E;I;P;R) \quad (1.8)$$

Таким чином, за результатами дослідження запропоновану методику оцінки економічної безпеки підприємств енергетики за когнітивним підходом, яка на відміну від існуючих, при застосуванні цифрових технологій з обробки великих масивів даних у поєднанні з машинним навчанням, дозволить сформувати не лише портфоліо економічної стійкості підприємств енергетики, а й завдяки методу *AEIPR* сприятиме створенню аналітики «на випередження», що забезпечить

своєчасне вжиття заходів з упередження загроз чи нейтралізації ризиків, а отже, і побудові гнучкої бізнес-модель, здатної до швидкої адаптації в умовах трансформаційних змін;

Висновки до розділу 1

1. Констатовано, що неоднозначність інтерпретації науковцями поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики» потребує на уточнення його змістовної складової та базових детермінант його конструювання в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки. Завдяки здійсненій у формі контент та когнітивного аналізу, репрезентації таких базових детермінант, як «безпека», «економічна безпека підприємств», «трансформація», «низьковуглецева економіка» та ін., за 3D-підходом вибудовано концептуальний базис конструювання поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої моделі економіки», який поєднує пріоритетні вектори відбудови енергетичного сектору та його подальшого розвитку відповідно до європейських стандартів з демонополізації, децентралізації та декарбонізації енергетики, дотримання яких є вкрай важливими у досягненні прагнень з трансформації до низьковуглецевої економіки, сталого розвитку та створення європейського майбутнього України.

Сформовано за принципом синкретизму за 3D-підходом авторське визначення поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки», під яким слід розуміти координацію дій підприємств енергетики, спрямованих на створення гнучкої бізнес-моделі, здатної швидко адаптуватись до викликів та загроз трансформації енергетичного сектору до низьковуглецевої економіки, пов'язаних з демонополізацією ринку електроенергії, децентралізацією енергетичних систем та декарбонізацією електрогенерації.

Узагальнене у такий спосіб змістовне наповнення поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки» сприятиме чіткому розумінню його змісту та формуванню цілісного погляду щодо упередження загроз та гарантування економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформаційних змін.

2. Проаналізовано інформаційне забезпечення та критерії оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики, що набули поширення серед науковців та експертів таких авторитетних аналітичних центрів, як Razumkov centre, DIXI Group, Офіс сталих рішень, KSE та ін. Встановлено, що в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки, існуюче інформаційне забезпечення не відповідає інтересам стейкхолдерів та не забезпечує реалістичної оцінки стану економічної безпеки підприємств енергетики. Круючись результатами скринінгу динамізму інкорпорування в нормативно-правовий ландшафт України європейського законодавства з трансформації енергетики до низьковуглецевого виробництва, запропоновано модель формування інформаційного забезпечення оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики, яка на відміну від існуючих, побудована з урахуванням потреби наповнення бекграунду інформацією, відповідно норм, встановлених ESRS та CSRD, застосування яких для підприємств, що співпрацюють з європейськими бізнес-партнерами є обов'язковим. Запровадження даної моделі на практиці, дозволить не лише сформувати портфоліо економічної стійкості підприємств енергетики, а й сприятиме створенню аналітики «на випередження», що забезпечить своєчасне вжиття підприємствами енергетики заходів з упередження загроз чи мінімізації наслідків їх впливу, а отже, і створення гнучкої бізнес-модель, здатної до швидкої адаптації в умовах трансформаційних змін.

Лише сформована за вимогами CSRD та ESRS корпоративна звітність здатна забезпечити доказовість дотримання бізнесом принципів ESG та сталості, а отже, і можливість залучення ESG-інвестиції, вкрай необхідних для досягнення,

поставлених амбітних цілей з переходу на чисті технології та нейтрально-вуглецеву модель економіки. Переважна ж більшість українських компаній до тепер формують свою корпоративну звітність про сталий розвиток за традиційними підходами – потреб клієнтів, динаміки конкуренції, економічних тенденцій, технологічних досягнень тощо, надаючи питанням сталого розвитку другорядного значення. Прийняття ж CSRD [243] та ESRS [248] підкреслює важливість впровадження сталих практик ведення бізнесу, підвищення прозорості та надійності корпоративної звітності. Тож, імплементація та запровадження CSRD [243] та ESRS [248] в українській практиці є викликом, ігнорування якого недопустиме.

3. Доведено, що традиційні методи оцінювання економічної безпеки підприємств не забезпечують реалістичність оцінки економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки.

Запропоновано модифіковану методику оцінки економічної безпеки підприємств енергетики за когнітивним підходом, яка, порівняно з існуючими, при застосуванні цифрових технологій з обробки великих масивів даних у поєднанні з машинним навчанням сприятиме формуванню міцного підґрунтя економічної стійкості підприємств енергетичної сфери та аналітики для нейтралізації ймовірних ризиків.

РОЗДІЛ 2

ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ЕНЕРГЕТИКИ В УМОВАХ ТРАНСФОРМАЦІЇ ДО НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ЕКОНОМІКИ

2.1. Моніторинг трансформаційних змін на ринку електроенергії та їх впливу на економічну безпеку підприємств енергетики

Стратегічним вектором руху України є євроінтеграція, що знаменує незмінність курсу країни щодо подальшої інтеграції до ЄС. А відтак, і перехід ринку електричної енергії до європейської моделі, заснованої на лібералізації, прозорості та добросовісності, розвитку конкуренції та вільному формуванню цін на електроенергію [34].

Зазначимо, що сучасна європейська модель ринку е/е є результатом численних реформ, здійснених в рамках Енергетичних пакетів ЄС (Додаток Д.1), алгоритм яких чітко прослідковується, а результативність доводить ефективність прийнятих рішень та вжитих заходів. (рис.2.1).

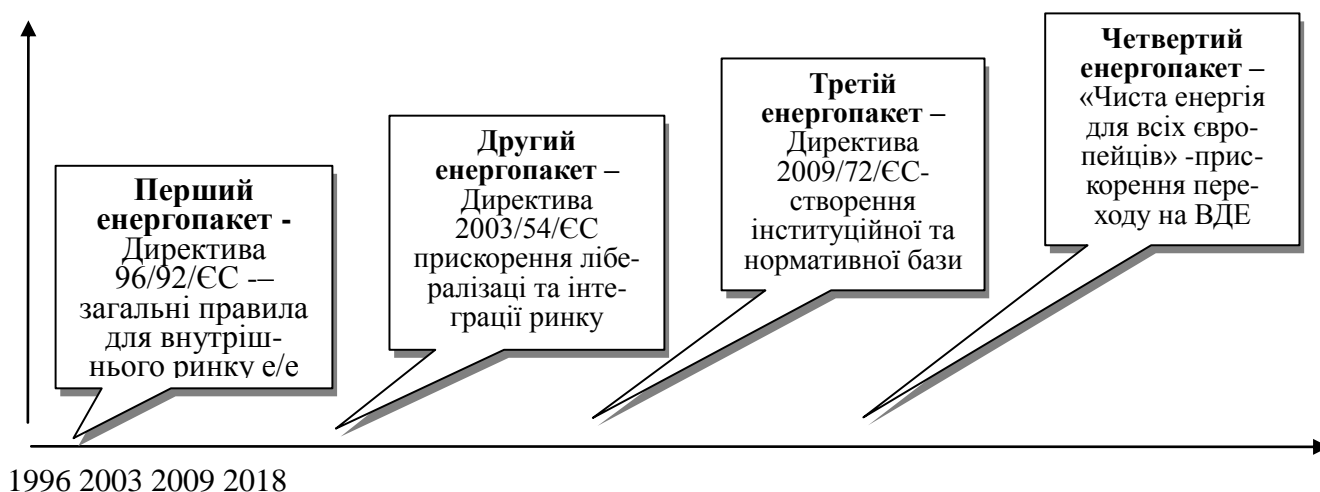


Рис. 2.1. Етапи лібералізації ринку електричної енергії ЄС [авторське бачення]

Тож, Україні, прагнучій стати повноправним членом ЄС, абсолютно не має підстав ігнорувати європейський досвід, а навпаки, варто ним скористатися задля виконання вимог Угоди про асоціацію (далі – Угода) [209], яка є не просто декларацією намірів, а юридично зобов'язуючим міжнародним договором з чітко окресленими зобов'язаннями у сфері секторальної інтеграції, лібералізації ринку е/е та забезпеченні рівних і чесних умов конкуренції для обох сторін (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Зобов'язання сектору енергетики України у рамках Угоди про асоціацію між Україною та ЄС [209]

На виконання зобов'язань, передбачених Угодою [209], Україною було імplementовано ряд директив та регламентів ЄС, створено відповідний нормативно-правовий ландшафт та вжито ряд інституційно-організаційних заходів. Втім, досягти повної лібералізації ринку е/е у визначені терміни не вдалось, про що переконливо свідчать дані Звіту про виконання Угоди про асоціацію [209], наведені в Додатку Д.2. На заваді досягнення поставленої мети постали пандемія COVID-2019, повномасштабне вторгнення РФ на територію України, енергетична криза та інші фактори, які були виявлені під час моніторингу трансформаційних змін на ринку е/е. Проте, перш ніж перейти до

висвітлення його результатів, вважаємо за потрібне зробити короткий екскурс історією реформування ринку е/е України.

Після розпаду СРСР Україна успадкувала централізовану енергосистему, де виробництво, передача та постачання електроенергії були вертикально інтегровані та перебували під жорстким контролем держави. У 1996 р. в Україні вперше було створено оптовий ринок е/е та започатковано діяльність ДП «Енергоринок», за яким було закріплено статус єдиного покупця-продавця е/е. Втім, це був лише початок великих трансформаційних змін.

Важливою віхою у реформуванні ринку е/е стало прийняття Закону України «Про електроенергетику» №575/97-ВР, яким було визначено основні принципи функціонування ринку е/е, порядок ліцензування учасників ринку, їх права та обов'язки. Реалізація, визначених принципів, потребувала на розробку чіткого плану дій щодо здійснення переходу до конкурентного ринку. А отже, кількома роками пізніше урядом України було схвалено Концепцію функціонування та розвитку оптового ринку електричної енергії України [179], яка передбачала поетапний перехід до повномасштабного конкурентного ринку.

У 2011 році до даної Концепції [179] було внесено зміни, пов'язані з підписанням Договору про заснування Енергетичного Співтовариства (далі – ЕС), що зобов'язало Україну імплементувати ключові директиви та регламенти ЄС, визначені Третім енергетичним пакетом ЄС. Проте, остаточне рішення щодо запровадження європейської моделі ринку е/е було прийнято лише з введенням в дію Закону України «Про ринок електричної енергії» від 13 квітня 2017 р. за №2019-VIII [176]. Керуючись його нормами у 2019 р. було запущено нову модель ринку, перехід до якої здійснювався у два етапи:

з 1 січня 2019 р. стартував роздрібний ринок е/е зі зміненими правилами поведінки його учасників запровадженням механізму покладання спеціальних обов'язків (далі - ПСО) та створенням ПУП [68] (рис. 2.3):

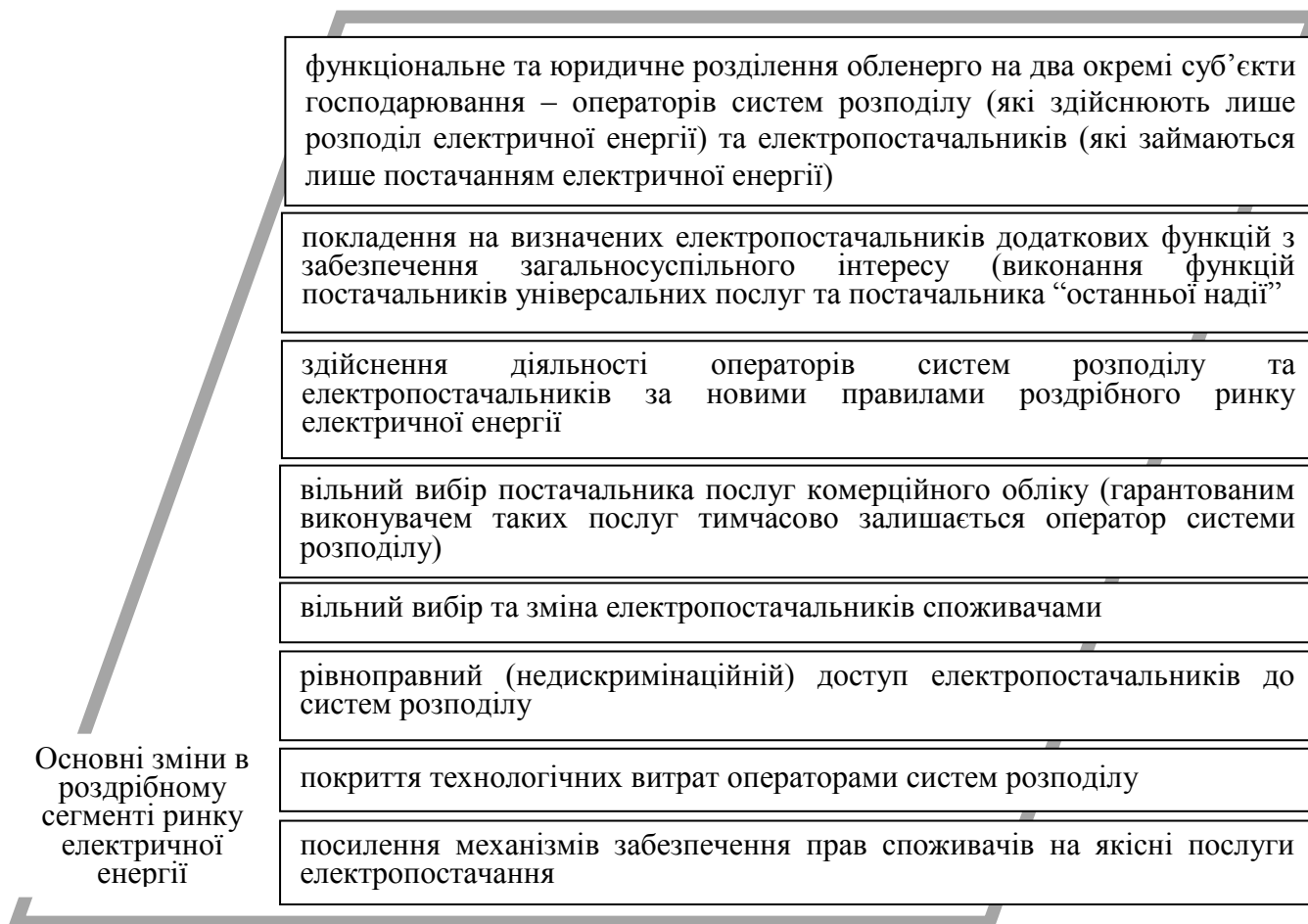


Рис. 2.3. Основні зміни в роздрібному сегменті ринку електричної енергії [68]

з 1 липня 2019 р. відбувся поділ оптового ринку е/е на ринок «на добу наперед» (РДН), ринок двосторонніх договорів (РДД), внутрішньодобовий ринок (ВДР), балансуєчий ринок (БР) та ринок допоміжних послуг (РДП) [68]. Окрім, того з метою усунення монополії та створення конкурентного середовища було здійснено наступний етап анбандлінгу (рис.2.4), результатом якого стало створення:

ДП «Оператор ринку», на якого було покладено обов'язки із забезпечення організації купівлі/продажу електричної енергії на ринку «на добу наперед» та внутрішньодобовому ринку;

ДП «Гарантований покупець», відповідального за гарантовану купівлю згенерованої е/е, виробленої з ВДЕ;

ПрАТ НЕК «Укренерго», за яким закріплено функції оператора балансуючого ринку та оператора ринку допоміжних послуг, оператора системи передачі та адміністратора комерційного обліку генерованої та спожитої е/е [68].

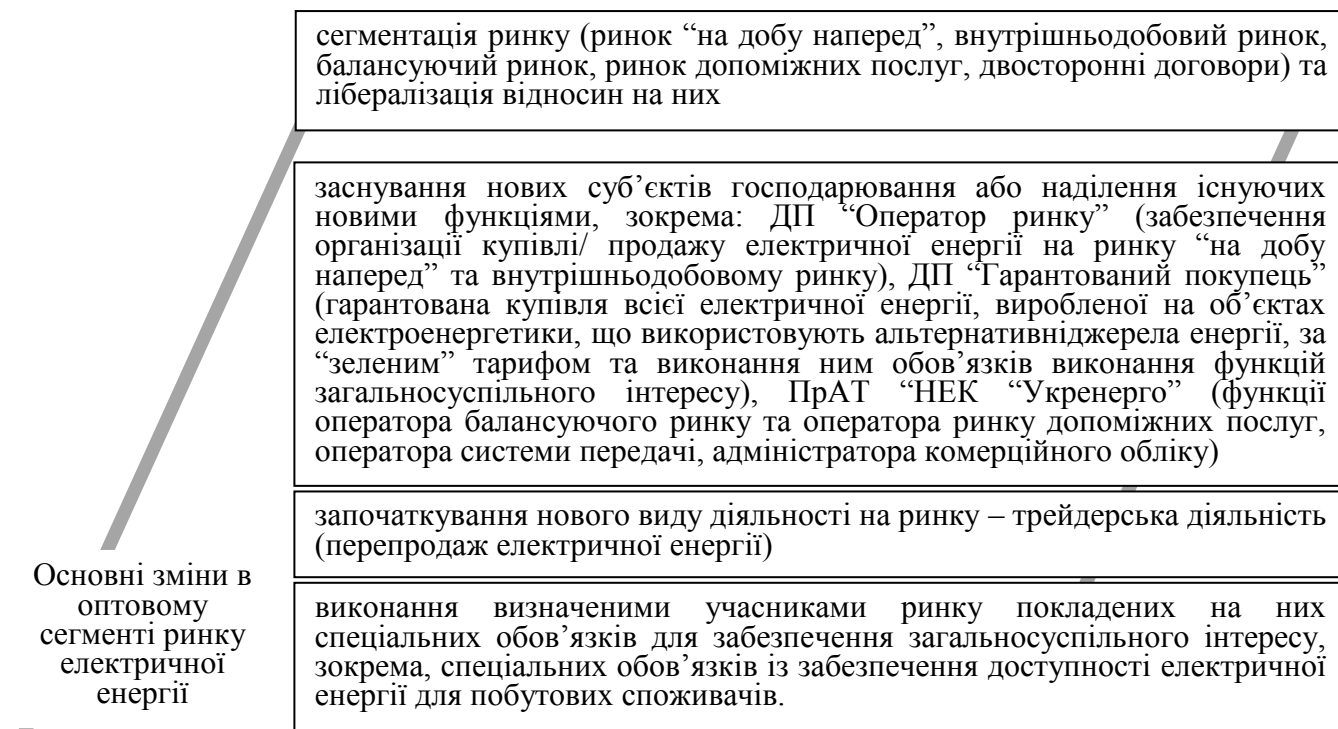


Рис. 2.4. Основні зміни в оптовому сегменті ринку електричної енергії [68]

Наприкінці 2021 року Україна в рамках Договору про заснування Енергетичного Співтовариства (рішенням Ради Міністрів Енергетичного Співтовариства від 30.11.2021 р. №2021/14/МС-ЕпС [46]) взяла на себе зобов’язання щодо імплементації Четвертого енергетичного пакета «Чиста енергія для європейців» [165], який охоплює законодавство ЄС у сфері енергоефективності, відновлюваних джерел енергії, управління та дизайну ринку електричної енергії, правил безпеки постачання е/е тощо (рис.2.5):



Рис 2.5. Структура Четвертого енергопакету ЄС [узагальнено автором]

Основний прорив у реалізації Четвертого енергопакету в Україні відбувся з прийняттям Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи України» від 30 червня 2023 року за № 3220-IX [154], який вніс суттєві зміни відповідно до: Директиви 2009/72/ЄС про спільні правила внутрішнього ринку електричної енергії та про скасування Директиви 2003/54/ЄС, Регламенту (ЄС) 714/2009 про умови доступу до мережі транскордонного обміну електроенергією та скасування Регламенту (ЄС) 1228/2003, Директиви 2005/89/ЄС про заходи для забезпечення безпеки інвестування до системи електропостачання та інфраструктури [68, с. 86] (рис. 2.6).

Здійснивши короткий екскурс історією становленням ринку е/е України, маємо підстави констатувати, що прийняття Закону України №3220-IX [154] сприяло частковій лібералізації ринку е/е та імплементації у вітчизняну практику законодавства Енергетичного Співтовариства у сфері енергетики.

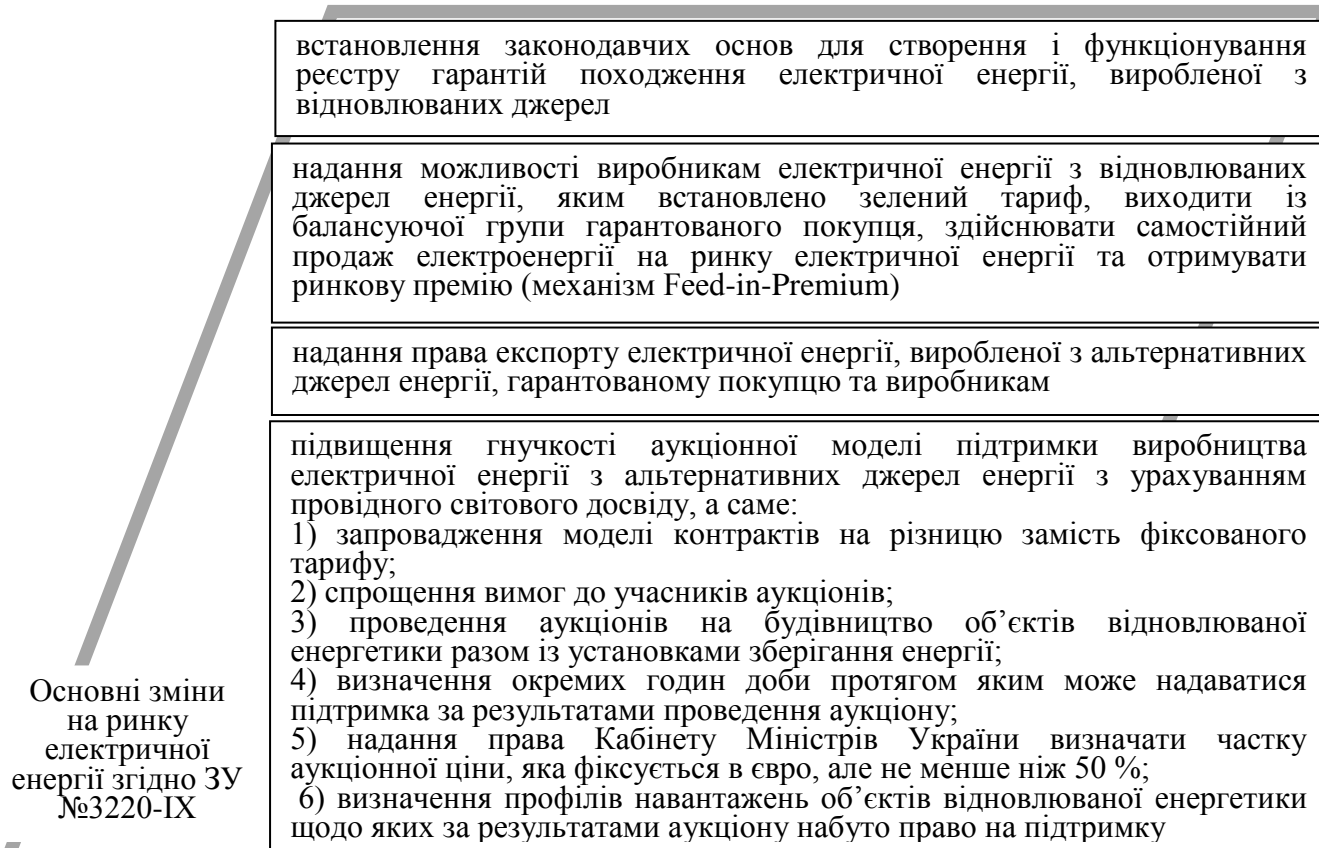


Рис. 2.6. Основні зміни на ринку електричної енергії згідно ЗУ №3220-IX [154]

Втім, частка імплементації європейських законодавчих актів у вітчизняній практиці не досягла бажаного рівня, про що переконливо свідчить дані Звіту за результатами проведення первинної оцінки стану імплементації актів права Європейського Союзу (ACQUIS EC) [68]. Зокрема, частково імплементовано положення Директиви (ЄС) 2019/944 [243] про спільні правила внутрішнього ринку електроенергії та внесені зміни до Директиви 2012/27/ЄС [187], що потребує на доопрацювання та внесення змін до Закону України №3220-IX [187] щодо постачання електричної енергії споживачу за договором з динамічною ціною, застосування державного втручання у ціноутворення на роздрібному ринку електричної енергії, впровадження інтелектуальних систем обліку та захисту даних учасників ринку e/e [68, с. 86].

Бракує і позбуття регульованого неринкового формування тарифів на електроенергію - одного з найстійкіших рудиментів радянських часів, який уряд України до тепер не зміг ліквідувати через низку соціально-економічних факторів. І насамперед, через неспроможність значної частки населення сплачувати повну вартість спожитої електроенергії [274].

Натомість, результат переходу до європейської моделі ринку е/е все ж досить відчутній, в чому маємо можливість переконатися, розглянувши результати моніторингу трансформаційних змін на ринку електроенергії та їх впливу на економічну безпеку підприємств енергетичного сектору, здійсненого за авторською моделлю, яка на відміну від існуючих ґрунтується на трьохконтурному аналізі системи управління економічною безпекою підприємств енергетики, а саме аналізі зовнішнього (системоутворюючого) контуру управління (тобто на рівні міжнародної співпраці, державних органів, що визначають правила поведінки та політику в енергетиці тощо), проміжного контуру (тобто на рівні ОСП, ОСР, диспетчеризації та агрегації) та внутрішнього контуру (тобто на рівні підприємств енергетики), які у симбіозі взаємозв'язку та взаємодоповнення сприятимуть формуванню реалістичного портфоліо викликів та загроз економічній безпеці підприємств енергетики (рис.2.7).

В процесі моніторингу трансформаційних змін на ринку е/е основний акцент було здійснено на дієвість та результативність, запроваджених урядом інструментів державного регулювання ринку е/е та їх вплив на економічну безпеку підприємств.

Відповідно до рис.2.7 почнемо дослідження з системоутворюючого контуру, а саме з найбільш дискусійного механізму «зеленого тарифу», метою запровадження якого було стимулювання розвитку ВДЕ. Його запровадження дійсно сприяло прискореному розвитку ВДЕ. Так, станом на початок 2022 р. загальний обсяг встановленої потужності об'єктів ВДЕ за «зеленим» тарифом

становив понад 9,5 ГВт (без урахування об'єктів, розташованих та тимчасово окупованих територіях на той час – 0,6 ГВт) [265, с.87].



Рисунок 2.7 - Моніторинг трансформаційних змін на ринку електроенергії України та їх вплив на економічну безпеку підприємств енергетики [авторське бачення]

Втім, запровадження даного механізму призвело до виникнення ланцюга боргів «усіх перед усіма», загальним обсягом станом на кінець 2023 р понад 60 млрд. грн., тобто практично до дефолту галузі. У переліку боржників і тих, кому заборгували, найбільші гравці – «Енергоатом», «Укренерго», «Гарантований покупець», ДТЕК, «Центренерго», постачальники, облenerго, експортери, споживачі [204] (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Утворення ланцюгу боргів підприємств електроенергетики через модель ПСО станом на кінець 2023 р. [265, с.87]

В певній мірі вирішити цю проблему вдалось завдяки залученню міжнародних кредитів та запровадження нових тарифів для споживачів е/е. Проте, рівень заборгованості перед підприємствами енергетики так і лишається

зависоким (Додаток Д.2), а запроваджений тариф для населення у 2,64 грн/кВт-год, якщо зважити всі складові з яких він формується (оптова ціна, по якій постачальник закуповує електроенергію на різних сегментах оптового ринку; тариф на передачу; тариф на розподіл; маржа постачальника (тариф ПУП на постачання електроенергії затверджується НКРЕКП); податки та ін.) знову ж таки не покриває навіть і половини ринково обумовленої ціни на електроенергію для населення станом на червень 2023 року [120]. Тож, компанії і далі змушені постачати електроенергію побутовим споживачам по ціни, що майже наполовину нижче ринкової [223].

Підвищення ж тарифу для населення лише стало підґрунтям для рішення регулятора підвищити на 50-80% (залежно від годин споживання), граничні ціни на оптовому ринку електроенергії, що призвело до додаткового навантаженням для всіх, у тому числі і населення, з яким бізнес розділяє тягар підвищення цін на товари і послуги [265, с.89]. Відтак, утворення «перекосів» у фінансових розрахунках між учасниками ринку електроенергії зберігається і надалі, що рано чи пізно поставить уряд перед необхідністю вирівнювати їх за рахунок наступного збільшення тарифів на електроенергію як для населення, так і для бізнесу [265, с.89]. Проте чи матиме це очікуваний ефект для пом'якшення боргової кризи на ринку електроенергії спрогнозувати досить складно, оскільки наразі важко оцінити і передбачити платоспроможність і платіжну дисципліну споживачів з урахуванням істотно зруйнованої економіки країни, міграції та погіршення економічного добробуту населення [120].

Тож, щоб закрити дірку та компенсувати «Гарантованому покупцеві» витрати на підтримку низьких тарифів для населення, НАЕК «Енергоатом» закликала уряд виділити з бюджету на 2024 рік 34,9 млрд грн. Втім, коштів для субсидування низького тарифу для населення в бюджеті не передбачено [223];

- суттєве недофінансування тарифів ПАТ «Національної енергетичної компанії «Укренерго» (далі – НЕК «Укренерго»). Основні джерела доходу НЕК

«Укренерго» – сплата учасниками ринку за надані послуги з передачі електроенергії високовольтною магістральною мережею та управління енергосистемою (диспетчеризації) [265, с.89]. При цьому понад 80% своїх доходів ПАТ НЕК «Укренерго» має витратити на оплату послуг з балансування енергосистеми (плата за надання резервів на ринку допоміжних послуг) та виконання ПСО, що практично є неможливим за суттєвого скорочення обсягів споживання електроенергії, стрімкого росту витрат та значних втрат внаслідок повномасштабного вторгнення РФ на територію України [265, с.89]. Відтак, боргові зобов'язання по компенсації «Гарантованому покупцеві» різниці між «зеленим» тарифом та ринковою ціною електроенергії для сонячних та вітрових електростанцій станом на 24.10.2023 р. склали 31,2 млрд. грн. [198]. В той же час, борги учасників ринку перед НЕК «Укренерго» по сплаті тарифів на передачу, диспетчерське управління та за послуги на балансуєчому ринку станом на ту ж дату склали 48,8 млрд грн. [198].

Розуміючи складність ситуації, НЕК «Укренерго» активізувала претензійно-позовну роботу зі своїми боржниками. Наразі в судах розглядається 443 таких справи на загальну суму основного боргу – близько 50 млрд. грн. Втім, учасники ринку не квапляться розраховуватися з НЕК «Укренерго» за послуги і нарощують борги [265, с.89]. Причина – своїми рішеннями НКРЕКП фактично надала боржникам преференції - позбавлення їх «покарання» за несвоєчасну сплату НЕК «Укренерго» за спожиті послуги. Так, зокрема:

Постановою НКРЕКП за №332 від 25.02.2022 року [160], а саме п.16 заборонено нарахування та стягнення штрафних санкцій, передбачених договорами, що укладені відповідно до Закону України «Про ринок електричної енергії» за №2019-VIII від 13.04.2017 р. [176] між учасниками ринку електричної енергії;

Постанова НКРЕКП №1231 від 05.07.2023 р. [163] відтерміновано розрахунки по оплаті послуг за передачу електроенергії для найбільших боржників.

Зазначимо, особливість ринку електроенергії полягає в тому, що між його учасниками діє складний механізм розрахунків, і якщо хтось один перестає платити, то борги починають утворюватися по всьому ланцюжку [204].

Шалені заборгованості пере НЕК «Укренерго» та НАЕК «Енергоатом» впливають на весь енергетичний сектор, призводять до великого дефіциту ліквідності на ринку та створюють суттєві загрози економічній безпеці підприємств електроенергетики [265, с.89]. А відтак, між урядовцями, науковцями та практиками наразі відбуваються активні дискусії щодо можливих шляхів подолання боргової кризи на ринку електроенергії, що зводяться до наступного:

- компенсації заборгованості коштами держбюджету. Втім, у такий спосіб можливо вирішить лише проблему поточної заборгованості. У майбутньому ж НАЕК «Енергоатом» продовжить накопичувати борги за ПСО [265, с.89];

- залучення кредитів державних та міжнародних банків, що, як на наш погляд, призведе лише до зміни кредиторів ДЕК «Енергоатом», росту фінансової залежності компанії внаслідок банківського проценту, сплати вартості послуг з обслуговування банківських кредитів тощо. Але причин виникнення боргової кризи у такий спосіб не уникнути, а отже, борги і в подальшому матимуть місце [265, с.89];

- анулювання, встановлених НКРЕКП цінових обмежень, так званих прайс-кепів. Встановлені цінові обмеження створюють ситуацію, за якої в години дефіциту в енергосистемі, складно її збалансувати за рахунок імпорту, оскільки постачальникам електроенергії не вигідно імпортувати ресурс в Україну із-за низьких тарифів [265, с.89]. За даними АТ «Оператор ринку», якщо у лютому 2023 року середні ціни на електроенергію на РДН в Україні були меншими за середні ціни на РДН Румунії, Словаччини та Угорщини більш ніж у 1,9 рази, то вже у

березні подібне співвідношення становило 1,4, у квітні – 1,5, у травні – 1,2 рази [120]. Тож, за таких умов системний оператор НЕК «Укренерго» вимушений покривати дефіцит в енергосистемі користуючись аварійною допомогою. Але тут є декілька нюансів:

по-перше, аварійна допомога коштує значно дорожче імпорту електроенергії, через що НЕК «Укренерго» вимушена витратити додаткові кошти на покриття дефіциту, тоді як ці гроші можна було б спрямувати на посилення енергетичної безпеки України чи погашення боргів в енергетиці [265, с.89];

по-друге, аварійна допомога не завжди доступна [91]. Наразі європейські сусіди надають допомогу Україні, але взимку у них може не бути резервів потужностей і вони не матимуть такої можливості;

по-третьє, якщо будуть створені всі фінансові умови для забезпечення комерційного імпорту, трейдери зможуть заздалегідь домовлятися з європейськими постачальниками про необхідні обсяги електроенергії, яка буде стабільно надходити до української енергосистеми [96];

- спрямування частини надходжень від сплати акцизного податку (яка сплачується виробниками електричної енергії за вироблену електричну енергію) на фінансування бюджетних програм, спрямованих, зокрема, на погашення заборгованості, що утворилася на оптовому ринку електричної енергії [265, с.89];

- нарощування обсягів експорту ЄС «чистої» електроенергії, який намагається прискорити перехід Європи на чисту електроенергію, як це передбачено в плані RepowerEU [265, с.89]. Україна має значний потенціал ВДЕ, який в останні роки нарощувався прискореними темпами за рахунок стимулювання за моделлю «зеленого» тарифу. Сама дана модель і призвела до виникнення боргового ланцюга на ринку електроенергії. Тож, для стимулювання примноження ВДЕ, уряд має вжити ряд заходів із запровадження новітніх інструментів з регулювання вітчизняного ринку електроенергії [53]. Одним з таких, є запровадження ринку гарантій походження (Guarantee of origin, GO). До

того ж, відповідно до директиви ЄС RED II, Україна зобов'язана впровадити механізм видачі та обігу гарантій походження для електричної енергії з ВДЕ, біометану та інших видів відновлюваних газів. З цією метою наприкінці червня 2023 р. ВРУ ухвалила Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи» від 30.06.2023 р. за №3220-IX [154], який, і передбачає впровадження системи підтвердження походження електроенергії з ВДЕ - реєстру гарантій походження, за формування та ведення якого буде відповідати НКРЕКП [53].

Відтак, із запровадженням ринку гарантій походження кожен виробник ВДЕ отримає гарантії на обсяг відпущеної ними в мережу або для власного споживання електроенергії [265, с.89]. Тобто, кожен виробник ВДЕ отримає актив, який він зможе реалізувати і цим самим забезпечити свою премію за те, що виробив «чисту» електроенергію. Втім, щоб цей ринок реально запрацював, необхідно щоб:

по-перше, в країнах ЄС відбулось визнання українських гарантій. Тобто щоб Україна могла експортувати свою зелену електроенергію, отримуючи за це, відповідно, вищу ціну, або продавати свої гарантії за кордон, необхідно вирішити нормативне обмеження в RED II, адже європейські країни не визнають гарантії, видані не в ЄС, за винятком випадків, коли ЄС уклав із цією третьою країною угоду про взаємне визнання гарантій [53];

по-друге, уряд України сприяв створенню сприятливого середовища та дієвого механізму, здатних забезпечити підтримку ВДЕ [265, с.90];

по-третьє, енергетичні біржі на ринку гарантій забезпечили вільний обіг гарантій, як це передбачено європейською ринковою моделлю. Біржова торгівля гарантіями, на відміну від двосторонньої торгівлі, має здійснюватися за чіткі правилами, які сприятимуть захисту угод учасників та нівелюватимуть трейдингові ризики. Ті ж виробники, що продовжать працювати за “зеленим тарифом” передадуть свої гарантії «Гарантійному покупцеві», який буде

В ідеалі український ринок перейде до європейської моделі коли:

повністю позбудеться регульованого неринкового формування тарифів на електроенергію - одного з найстійкіших рудиментів радянських часів, який так і не зміг уряд ліквідувати через низку соціально-економічних факторів, і насамперед, через неспроможність значної частки населення сплачувати повну вартість електроенергії [265, с.90];

зберігатиметься блочний тариф на електроенергію із порогами споживання, після останнього з яких має застосовуватись ринкова ціна;

споживачі зможуть вільно обирати найкращу для себе компанію та зручно задовольняти свої потреби у роботі з нею, а постачальники – конкурувати за споживача [265 с.87].

Лише у такий спосіб ринок електроенергії України зможе позбутись «перекосів» у фінансових розрахунках між учасниками ринку, уникнути боргових ланцюгів та забезпечити економічну безпеку виробників електроенергії [265, с.89].

Розуміючи складність ситуації, урядом України в 2024 році було активізовано вжиття заходів, спрямованих на прискорення «зеленого» переходу. Серед досягнень 2024 року, зокрема, в енергетиці, експерти визнають прийняття Національного плану з енергетики та зміни клімату на період до 2030 р. (НПЕК) [172] та інших стратегій, запуск ринку гарантій походження електроенергії, прийняття Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи України» від 30.06.2024 р. за № 3220-IX [154] з підтримки «зеленої» трансформації, розширення допустимої спроможності для імпорту електричної енергії, введення в дію Закону України «Про основні засади державної кліматичної політики України» від 18.10.2024 р. за №3991-IX [174], схвалення Стратегії формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2035 року [182] й операційного плану її реалізації, запуск Фонду декарбонізації та фінансових механізмів забезпечення енергонезалежності (зокрема, програми «ГрінДІМ»),

внесення інтеграційного пакета у сфері електроенергії та спрощення умов будівництва об'єктів малої генерації [13].

До того ж, на початку 2025 р. ВРУ остаточно підтримала євроінтеграційний законопроект «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо відновлення моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» від 16.10.2024 р. за №12131 [153], який сприятиме отриманню фінансування у межах програми Ukraine Facility, а також дозволить створити умови для впровадження системи торгівлі квотами на викиди парникових газів, як одного з механізмів залучення коштів для прискорення процесу декарбонізації [12].

Аналізуючи, вжиті урядом заходи щодо лібералізації енергетичного ринку України та «зеленої» трансформації е/е, маємо підстави констатувати, що робота над створенням нормативно-правового ландшафту з регулювання «зеленого» переходу енергетики ведеться досить активно (рис.2.9). Втім, останнім часом все частіше звучать нарікання щодо урядових заходів, з так званої, «державної підтримки» електроенергетичних підприємств, її неефективності та навіть негативних наслідків, як для електроенергетики, так і для економіки України в цілому.

Щоб переконатись у справедливості даних звинувачень, звернемось до табл. 2.1, де висвітлено результати проведеного компаративного аналізу механізмів державної підтримки електроенергетичних підприємств та стимулювання їх переходу до низьковуглецевої генерації [201].

Компаративний аналіз механізмів державної підтримки електроенергетичних підприємств та стимулювання їх переходу до низьковуглецевої генерації [201].

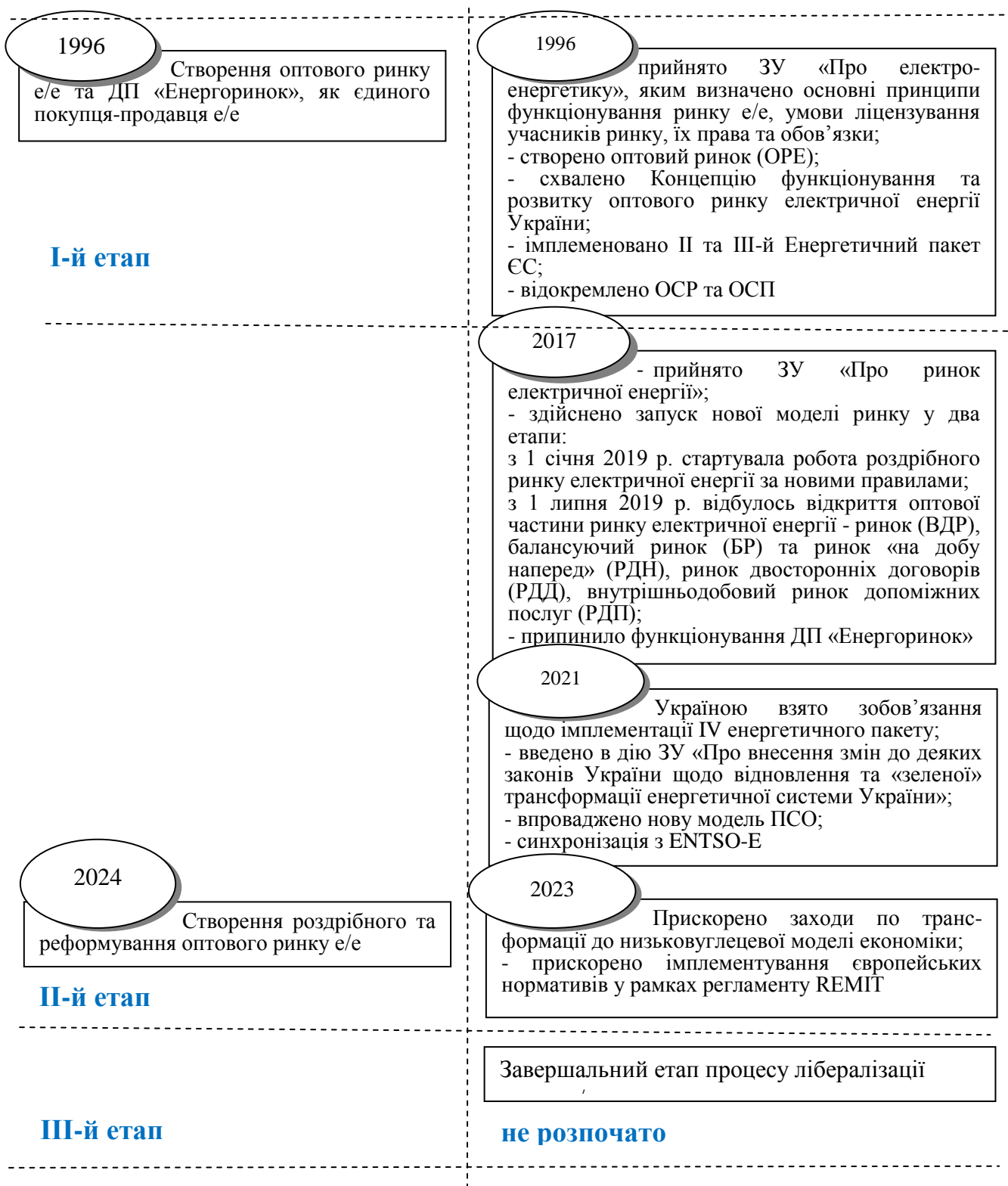


Рис. 2.10. Часоряд реформування ринку е/е України [бачення автора]

Його перевагами визнано:

- гарантована реалізація всього обсягу відпущеної електроенергії;

- фіксована ціна (з прив'язкою до курсу євро) на відпущену електроенергію до 2030 року;

- обсяг обмежень відпуску електроенергії компенсується оператором системи передачі [126].

Таблиця 2.1

Компаратиний аналіз механізмів регулювання ринку е/е

Механізми	Коротка характеристика	Переваги	Недоліки	Актуальність
зелений тариф (Feed-in Tariff)	фіксована ціна за 1кВт/год, гарантована державою на тривалий час (діє до 01.01.2030 р.)	- швидкий розвиток ВДЕ; - гарантії інвесторам; - мінімальні ризики	- фінансове навантаження на економіку; - викривлення конкуренції	стимулювання розвитку ВДЕ
аукціони	конкурентні торги за право продажу генерованої е/е	- ринковий підхід; - зниження вартості для споживачів; - прозорість	- складність реалізації; - недосконале регулювання; - менш гарантоване для інвестора	стимулювання розвитку ВДЕ
ринкова премія (Feed-in Premium)	виплата суб'єктам господарювання, які набули права на підтримку, різниці між розміром "зеленого" тарифу або аукціонної ціни з урахуванням надбавки до нього (неї) та розрахунковою ціною,	- можливість реалізувати е/е за ринковими цінами; - можливість вільно обирати балансуючу групу; - можливість отримання ринкової премії	- складне адміністрування - ризики волатильності; - потреба розвинутого ринку	розглядається як альтернатива тарифу на е/е
гарантії походження	електронні сертифікати, що підтверджують виробництво е/е з ВДЕ	- можливість продажу сертифікатів; - прозорість	- обмежений вплив на інвестиції; - обмежена тривалість дії (до 12 місяців)	стимулювання отримання додаткового доходу
нетбілінг/нетметрінг	облік різниці між спожитою і згенерованою е/е (застосовується переважно для домогосподарств)	- децентралізація електроенергетики; - прозорість для споживачів; - м отримання додаткового доходу	- навантаження на мережеву стабільність; - застосування для приватних домогосподарств	стимулювання децентралізації енергетики

Запровадження механізму «зеленого» тарифу дійсно сприяло прискоренню розвитку ВДЕ. Так, за даними НЕК «Укренерго», станом на січень 2022 року загальна встановлена потужність ВЕС в Україні становила близько 2 ГВт, СЕС – 6 ГВт, ГЕС – 5 ГВт, ГАЕС – 1 ГВт, ТЕЦ та станцій на біопаливі – 6 ГВт. Тобто разом потужності «зеленої» енергетики становили близько 20 ГВт. При цьому потужності українських АЕС тоді становили 14 ГВт [201].

Упродовж воєнних 2022-2023 років в Україні ввели ще понад 660 МВт нових потужностей, що виробляють електроенергію з відновлюваних джерел. Зокрема, протягом 2022 року побудували близько 312 МВт нових потужностей ВДЕ. У 2023-му ввели в роботу ще близько 350 МВт потужностей сонячних, вітрових, біогазових електростанцій, а також малих гідроелектростанцій [201].

Однак з часом проявилися системні недоліки цієї моделі: її надмірна фінансова обтяжливість для державного бюджету та компаній ринку, слабка диверсифікація джерел фінансування, а також відсутність довгострокової стратегії інтеграції ВДЕ в енергосистему. В результаті виникли значні борги (Додаток Д), що суттєво ускладнило економічну безпеку підприємств енергетики [265].

За останні півроку заборгованість минулих років Гарантованого покупця перед виробниками генерації «чистої» енергії скоротилася на 37,7 % – з 35,8 до 22,3 млрд. грн. І насамперед, завдяки затвердженню збалансованого тарифу на передачу електроенергії та реалізації, прийнятого ВРУ рішення зі спрямування на покриття боргових зобов'язань за «зеленим» тарифом коштів НЕК «Укренерго», що утворились через відсутність можливості під час війни закуповувати послуги з балансування [54].

Втім, сума боргових зобов'язань до тепер лишається досить високою. І в першу чергу через те, що остаточно не вирішено питання щодо погашення боргів за генеровану «зелену» електроенергію у 2022 році.

Проблема полягає в тому, що з початком війни частину територій було окуповано, частину ліній електропередач пошкоджено, частину об'єктів ВДЕ

розграбовано, що зумовило втрату зв'язку окремих енергооб'єктів із енергосистемою України.

Через це, підходи з обліку відпущеної до загальної мережі електроенергії, що діяли на початок 2022 року, не можуть бути застосовані для визначення обсягів генерованої «зеленої» електроенергії, а отже, і не можуть бути здійсненні відповідні розрахунки з погашення існуючих боргів [54].

Для врегулювання проблеми боргів 2022 р. необхідно встановити моменти втрати зв'язку енергооб'єктів з енергосистемою. Тобто щоб вирішити цю боргову проблему потрібно провести велику роботу з інвентаризації. Втім, зважаючи на складність її здійснення та потребу вирішення питання «заднім числом», що не передбачено чинним законодавством, складається враження, що борги за генеровану у 2022 році «зелену» електроенергію, так і залишаться непогашеними через закінченню терміну позовної давності.

Запровадження ж інших механізмів або не набуло поширення через складність реалізації, або ж вони не мали успіху у досягненні поставленої мети [201]. Змінити ситуацію на краще можливо лише зі спрямуванням в енергетику масштабних інвестицій. Втім, воєнні ризики, зарегульованість енергетичного ринку з багатомільярдами боргами, високі капітальні витрати, невизначеність щодо майбутнього енергетики і штучне встановлення цін на електроенергію нижче ринкової унеможливають залучення інвестицій у сектор. Немає простих рішень, бо інвестори не довіряють обіцянкам держави та учасників ринку щодо забезпечення довгострокових закупівель генерованої електроенергії [201].

Розв'язання цієї проблеми вимагає від уряду України та міжнародних донорів забезпечити не лише фінансування окремих активів, а й розробку фінансових механізмів, що гарантують залучення певних доходів від приватних інвестицій у сумісні із «зеленим» курсом технології. Без стратегічного спільного інвестування в енергетику, як зазначають Мілаковський Б. та Власюк В., політика

ЄС щодо «зеленої» трансформації може завдати потужного удару по енергетичному сектору України, який за силою поступатиметься лише руйнівним діям росії [127, с.5].

Тож, насамперед, необхідно прискорити роботу над імплементацією законодавства ЄС, зокрема Clean Energy Package з фокусом на акти ЄЗК. Мова йде про директиви з регулювання розвитку ВДЕ (RED II та RED III) та розробки Кодекс кібербезпеки транскордонних потоків електроенергії [220]. Вжиття перелічених заходів посилить довіру інвесторів, дозволить залучити вкрай необхідні інвестиції для відбудови підприємств енергетики за принципом «краще ніж було» та поліпшення їх економічну безпеку, сприятиме прискоренню «зеленої» трансформації енергетики і створенню з часом справжнього ринку електроенергії.

Таким чином, за результатами проведеного дослідження з урахування специфіки діяльності підприємств е/е та їх статусу «об'єктів критичної інфраструктури», запропоновано модель сформованого за інституційно-організаційним підходом моніторингу трансформаційних змін на ринку е/е та їх впливу на економічну безпеку енергетичних підприємств, яка на відміну від існуючих, заснована на ґоноконтурному аналізі системи управління економічною безпекою підприємств енергетики, що включає вивчення зовнішнього (системоутворюючого) контуру управління (на рівні міжнародної співпраці, державних органів, які визначають правила поведінки та політику в енергетиці), проміжного контуру (на рівні ОСП, ОСР, диспетчеризації та агрегації) та внутрішнього контуру (на рівні підприємств енергетики), які у симбіозі взаємозв'язку та взаємодоповнення сприятимуть забезпеченню економічної безпеки підприємств енергетики, як об'єктів критичної інфраструктури, на яких покладено відповідальність за енергетичну безпеку та життєздатність економіки країни, територіальних громад, бізнесу та населення.

Запровадження запропонованої моделі моніторингу на практиці дозволить мати порівнювані показники, а отже чітко розуміти динаміку трансформаційних змін, виклики та можливі шляхи забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики.

2.2. Діагностика загроз економічній безпеці підприємств енергетики в умовах трансформаційних змін

Труднощі, пов'язані з погіршенням стану довкілля та зміною клімату, в останні роки стрімко виринули на поверхню, викликаючи серйозне занепокоєння у міжнародній спільноті та політиків, що прагнуть до сталого розвитку. Тож, на саміті ООН - COP27 (Conference of the Parties) з питань екологічного регулювання та зміни клімату країни, що ратифікували РКЗК ООН, прийняли рішення щодо досягнення чистого нульового рівня викидів вуглекислого газу, і насамперед, завдяки скороченню обсягів виробництва електроенергії вугільної генерації.

Осторонь не лишилась і Україна. Відтак, урядом було затверджено Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок (далі - ВСУ) – теплових електростанцій та електроцентралей (далі - ТЕС/ТЕЦ) (далі - НСПВ) [173], визначено Другий національно визначений внесок України до Паризької угоди [180], прийнято Національний план з енергетики та зміни клімату на період до 2030 року [172], схвалено Стратегію екологічної безпеки та адаптації до змін клімату на період до 2030 року [181] та розроблено Операційний план її реалізації на період 2022- 2024 років.

Втім, реалізація рішень щодо скорочення викидів ПГ потребує на впровадження масштабних і капіталоемних проєктів з модернізації обладнання ТЕС/ТЕЦ та будівництва установок з очищення димових газів від викидів діоксиду сірки (CO₂), оксидів азоту (NO_x) тощо. Механізми ж фінансування заходів з екологічної модернізації ТЕС/ТЕЦ, на жаль, НСПВ не визначено. Ті ж

механізми фінансування проєктів з реконструкцій та модернізацій генеруючого обладнання, що діяли у довоєнний період, втратили свою актуальність, а нові – не розроблено або ж не імplementовано в національне законодавство. Відтак, є очевидним, що ТЕС/ТЕЦ мають дефіцит ресурсів, необхідних для їх модернізації [67 с.8]. Скорочення ж викидів CO₂, як доводять Tomiwa Sunday Adebayo та Mehmet Aga на прикладі критичної інфраструктури країн MINT, перебуває у тісному зв'язку з фінансовим забезпеченням [238]. Тож, лише за належного фінансового забезпечення може бути досягнуто, поставлених амбітних цілей щодо скорочення обсягів вугільної енергетики, на чому неодноразово наголошують Hongyi Zhang, Hsing Hung Chen, Kunseng Lao та Zhengyu Ren [255], а також, Zhuohang Li, Tao Shen, Yifen Yin and Hsing Hung Chen [267], Ткаченко А. [282], Пожуєва Т.[282] та ін.

Натомість, перед підприємства енергетики України стоїть потрійне завдання – забезпечення енергетичної безпеки країни, перехід до низьковуглецевої генерації та нівелювання впливу ризиків на економічну безпеку підприємств. І якщо, наразі, завдання щодо забезпечення енергетичної безпеки країни певною мірою виконано, то виконання решти завдань суттєво ускладнюється через сукупність існуючих викликів та загроз.

Серед існуючих загроз економічній безпеці підприємств енергетик (рис.2.11), насамперед, вважаємо за потрібне зупинитись на загрозах, що виникли внаслідок повномасштабного вторгнення РФ на територію України. З початку війни ситуація в енергетичній системі України характеризується як критична. Згідно Звіту про оцінку збитків в енергетиці України, підготовленому ПРООН та Світовим банком у червні 2023 року, 42 з 94 критичних підстанцій високої напруги на контрольованих Україною територіях були або пошкоджені, або зруйновані, багато з них зазнали ударів кілька разів. Крім того, через окупацію території втрачено понад 19 ГВт встановленої потужності [280].

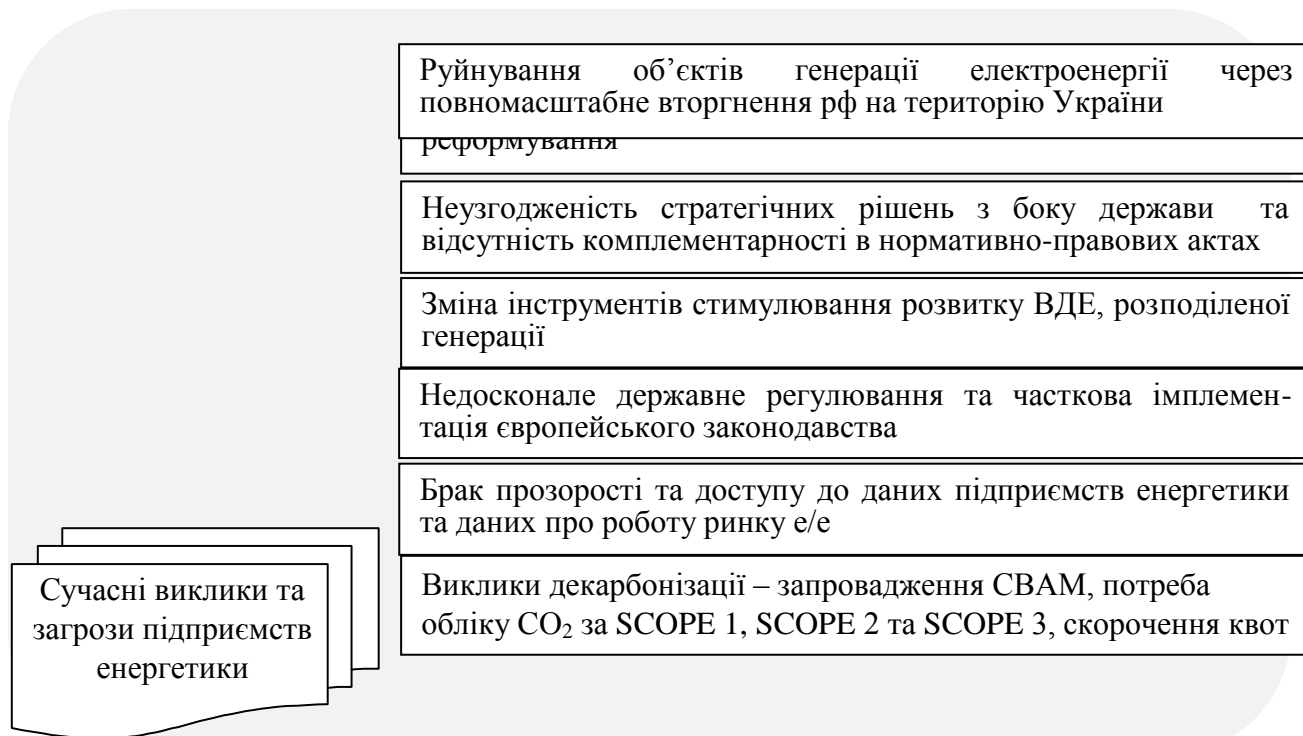


Рис. 2.11. Сучасні виклики та загрози підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки

Українські енергетики намагаються відновити пошкоджені об'єкти, до того ж в цьому значну підтримку надають європейські партнери як коштами, так і необхідним обладнанням. Однак, зусилля з відновлення стикаються із значними ринковими викликами, які ускладнюють ефективне використання доступних коштів. Однією з критичних проблем є обмежена присутність європейських сервісних компаній на українському ринку. Ця нестача створює розрив між постачанням обладнання та можливостями його обслуговування. Навіть коли обладнання найсучаснішої якості успішно закуповується та доставляється на підприємства енергетики, його обслуговування стає значною проблемою без адекватної місцевої технічної підтримки та кваліфікованої робочої сили.

Певною загрозою економічній безпеці підприємств енергетики також є невідповідність між попитом і пропозицією (Додаток Ж). У багатьох випадках,

навіть коли фінансування доступне для специфічного обладнання, необхідні предмети просто недоступні на ринку. Ця недоступність відображає ширшу невідповідність між пріоритетами європейського виробництва та терміновими потребами України у відновленні. Ця ситуація вимагає більш координованого підходу між європейськими виробниками та українськими планувальниками відновлення, щоб забезпечити узгодженість виробничих можливостей з фактичними потребами. А отже, коли мова йде навіть про підтримку європейських партнерів, також виникають певні загрози, яким не можна надавати другорядного значення, оскільки вони не опосередковано, а безпосередньо впливають на економічну безпеку підприємств енергетики.

Ще однією суттєвою проблемою є борги на балансуєчому ринку. Суттєві борги між учасниками ринку, особливо за «зеленим тарифом» (рис.2.12), створюють «ефект доміно» у розрахунках та загрожують не лише економічній безпеці підприємств, а стабільності всієї енергетичної системи країни.

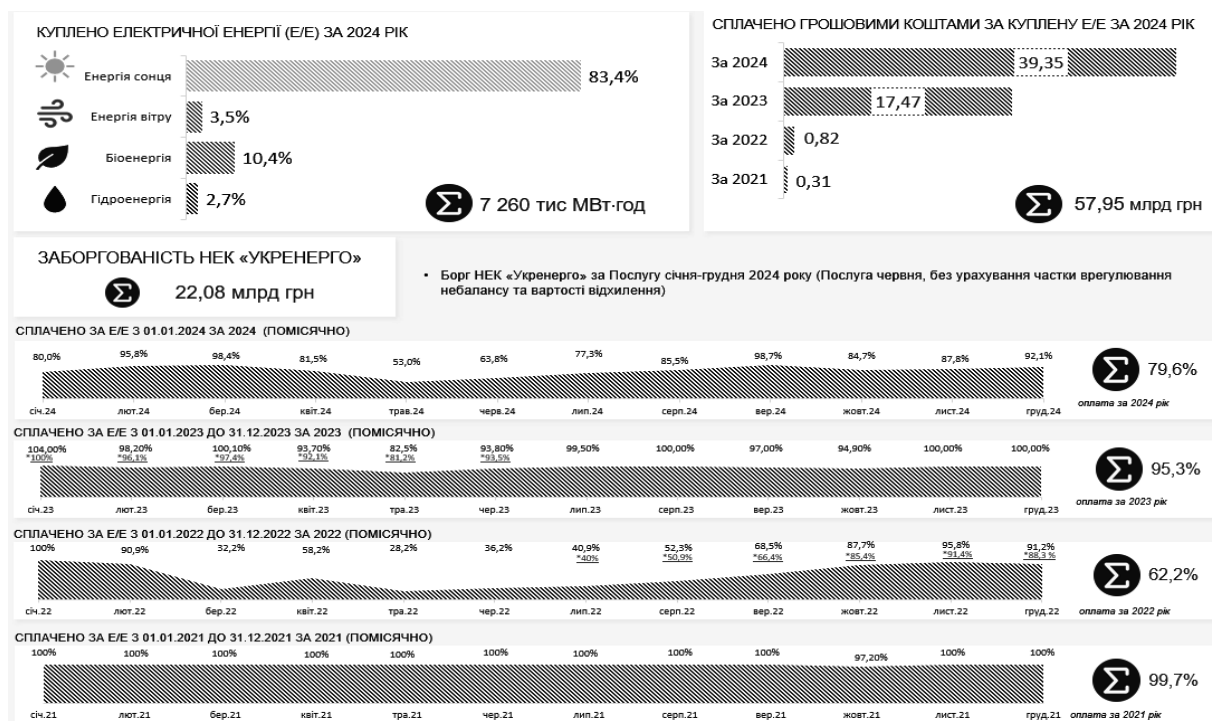


Рис. 2.12. Рівень розрахунків з виробниками за «зеленим» тарифом на 31.12.2024 року [3]

Звертають на себе увагу і загрози невиконання двох сторонніх договорів на продаж електроенергії, коли багато покупців, які придбали у генеруючих компаній обсяги електроенергії з постачанням у березні цього року, відмовилися виконувати свої договори, оскільки у березні ціна на ринку «на добу наперед» (рис.2.13) (РДН; сегмент ринку, де можна купувати-продавати обсяги з постачанням у наступну добу) значно знизилася, що зробило невигідним для цих компаній перепродаж придбаної у генерації на ринку двосторонніх договорів електроенергії на сегменті РДН [54].

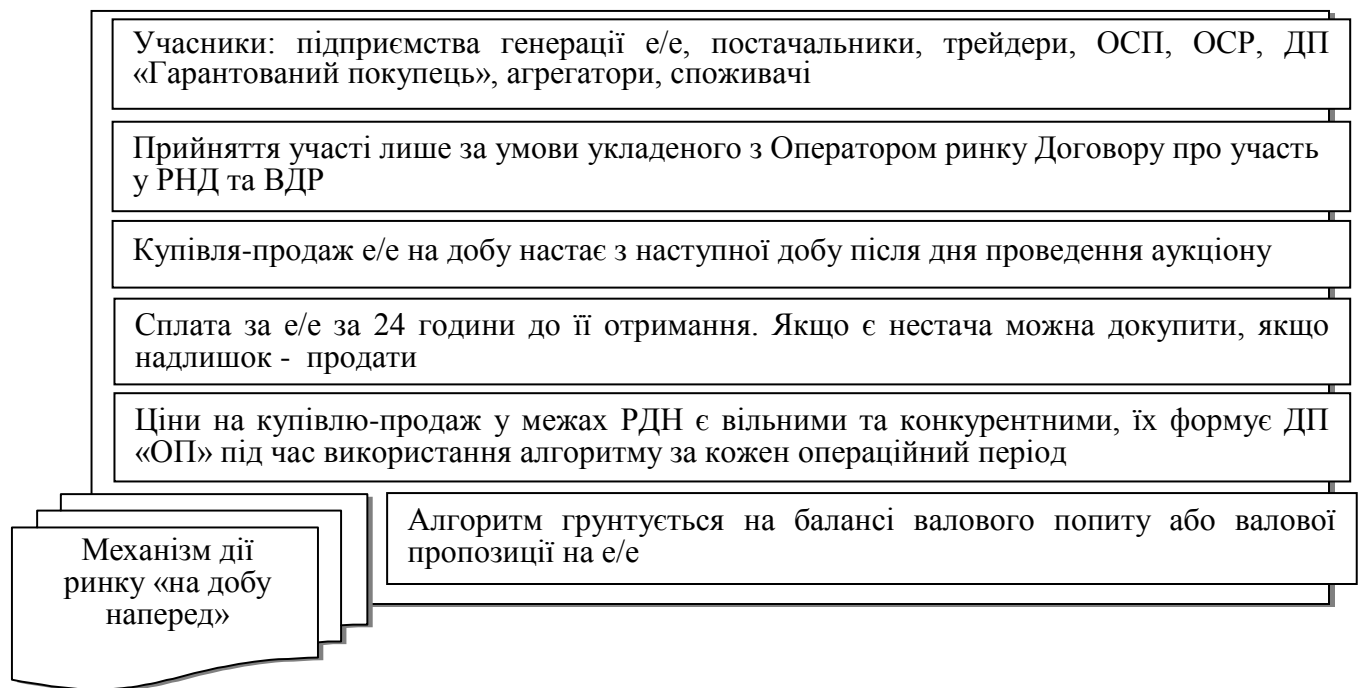


Рис. 2.13. Механізм дії ринку «на добу наперед» [54]

За даними АТ «Оператор ринку», індекс базового навантаження у березні на РДН становив 5 150,78 грн/МВт-год, а індекс такого ж навантаження на ринку двосторонніх договорів (майданчик «Української енергетичної біржі») – 5 611,1 грн/МВт-год. Тобто, ціновий показник базового навантаження на РДН був нижчим за ринок двосторонніх договорів на 8,2%. Для більшості днів березня була характерною тенденція, коли індекс базового навантаження на РДН був нижчим за ціни контрактів АТ «НАЕК «Енергоатом», як найбільшої генеруючої компанії в

Україні і найбільшого продавця базового навантаження [54]. В деякі дні різниця перевищувала майже 1 500 грн/МВт-год (рис.2.14).

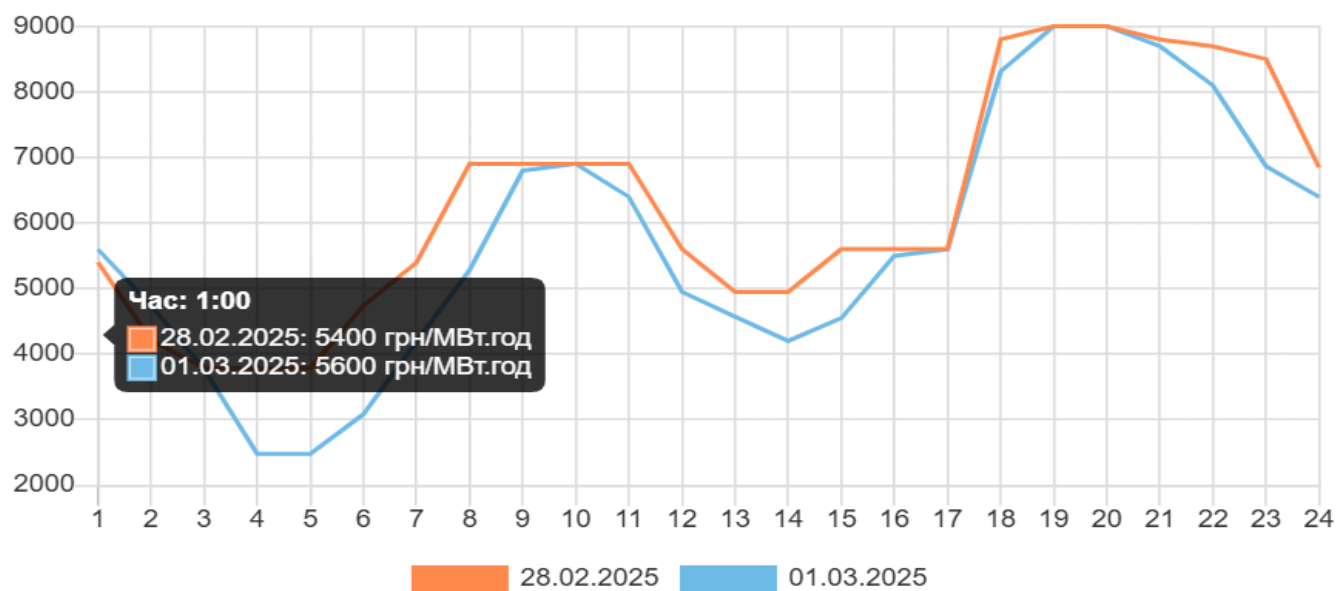


Рис. 2.14. Погодинні ціни на РДН (ОЕС України) станом на 28.02.2025 р. та 01.03.2025 р. [3]

Така ситуація на ринку виникає не вперше. Вона мала місце у 2022-2024 роках, наприклад, в кінці зими – на початку весни (у лютому-березні), а також у червні 2024 року або інші місяці (в залежності від року).

Проте, ситуація березня цього року викликала особливу стурбованість. У 2022 році за подібних умов дефолт допустили 3 компанії, у 2023 році – не відомо про жодну, у 2024 році – один учасник торгів. У березні цього року це явище набуло загрозливого характеру, оскільки кількість покупців, які допустили дефолт за договором сягнула 13 компаній [54].

Обсяги торгів станом на 01.03.2025 р. становили 105991,30 МВт.год. При цьому Індекс BASE становив 5727,67 грн/МВт.год (без ПДВ), Індекс РЕАК - 6315,00 грн/МВт.год (без ПДВ), Індекс OFFPEAK - 5140,33 грн/МВт.год (без ПДВ) [Аналіз РДН та ВДР].

Звертає на себе увагу і ситуація на «внутрішньодобовому ринку» (рис.2.15):

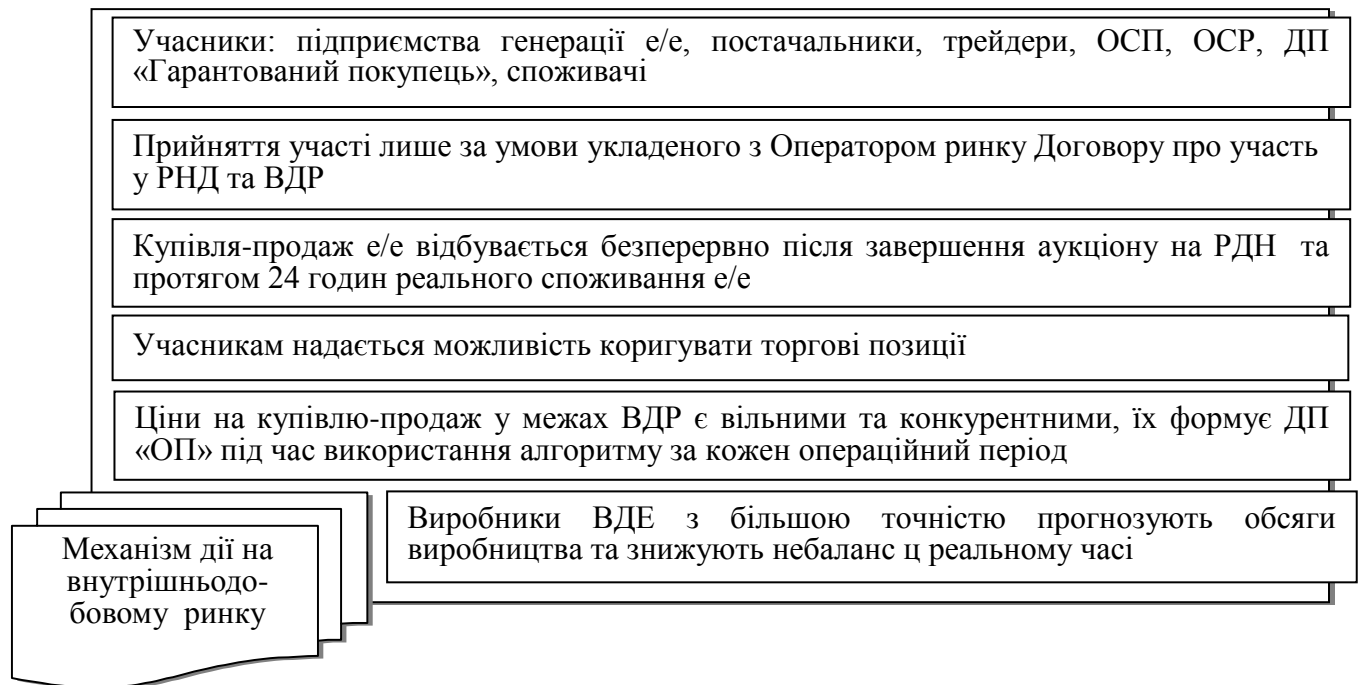


Рис. 2.15. Механізм дії внутрішньодобового ринку [54]

Механізм дії ВДР також чітко демонструє стан в торговій зоні «ОЕС України» за 01.03.2025 р. (рис. 2.16).

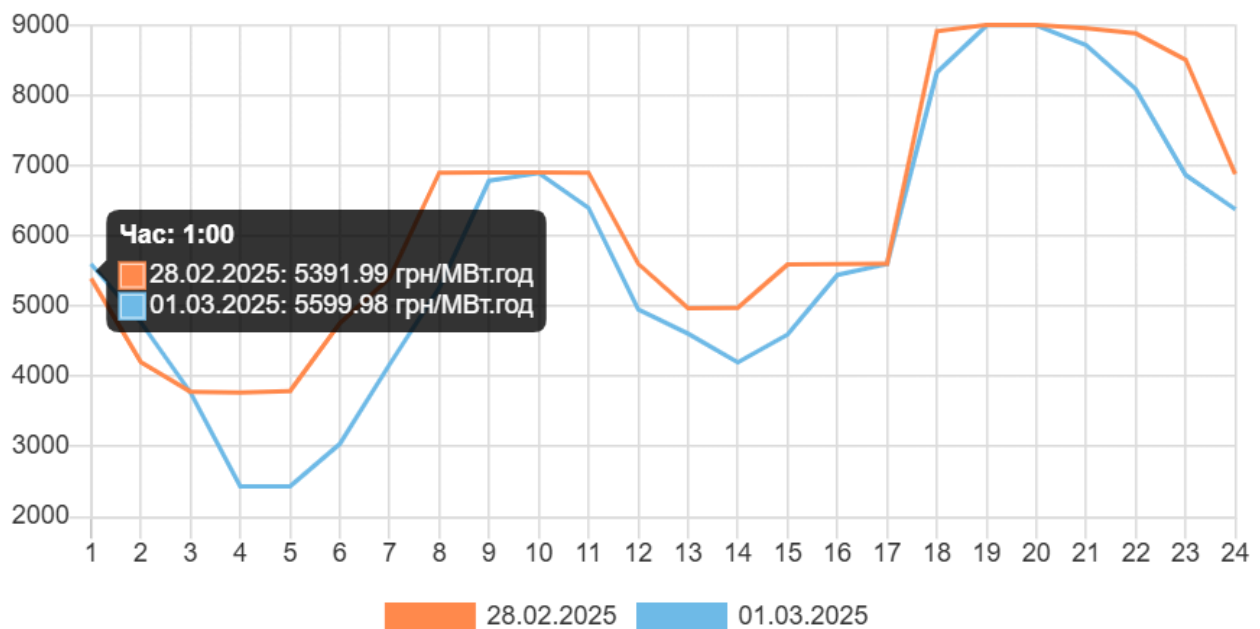


Рис. 2.16 Погодинні ціни на ВДР (ОЕС України) станом на 28.02.2025 р. та 01.03.2025 р. [3]

ВДР в торговій зоні «ОЕС України» за 01.03.2025 р. обсяги торгів становили 732470 МВт.год. При цьому середньозважена склала 5997,59 грн/МВт.год (без ПДВ).

Варто зауважити, що крім суто економічної, також до причин дефолтів за контрактами можна віднести той факт, що для входу на ринок електроенергії (відкриття або придбання нової компанії) не треба дуже багато коштів. На сьогодні учасник ринку може придбати ТОВ із усіма необхідними ліцензіями для здійснення торгівлі електроенергією за ціною 2500 – 3000 дол.США. Більше того, компанії “під ключ” вільно продаються в галузевих Telegram-каналах. Тобто, певний гравець на ринку може допустити дефолт одного ТОВ, потім купити наступний і вже з ним йти на нові торги генеруючих компаній [54].

На європейських ринках з боку енергетичних регуляторів діють значно жорсткіші ліцензійні умови входу на ринок, що гарантує участь в ньому благонадійних учасників реального сегменту бізнесу. На розвинутих європейських ринках ця проблема вирішується, в тому числі, за рахунок функції центрального контрагента (ССР), тобто установи, яка приймає на себе всі фінансові ризики невиконання контракту. Вона купує товар у продавця, віддаючи йому кошти, та продає його покупцю, отримуючи кошти. Безперечно, така функція біржі – це орієнтир і для українського ринку, проте належні умови для такого переходу ще мають скластися [54].

Суттєву загрозу для підприємств генерації електроенергії становить і запровадження з січня 2026 року СВАМ (Carbon Border Adjustment Mechanism), оскільки із впровадженням СВАМ мінімальна вартість вугільної генерації України перевищить середню ціну електроенергії на найближчих експортних ринках. Тож, очікується, що за таких обставин ціни на експорт електроенергії до країн ЄС матимуть схильність до спаду, про що переконливо свідчать прогнози, здійснені KSE подані на рис. 2.17

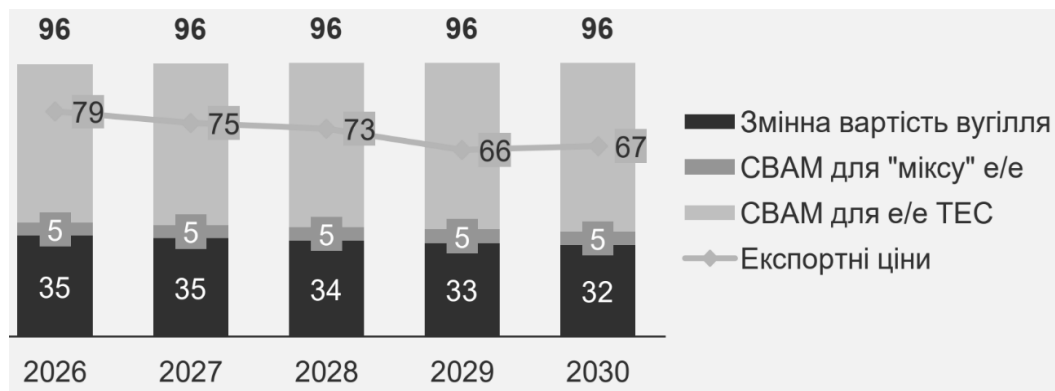


Рис. 2.17. Прогнози цін на експорт електроенергії до країн ЄС у разі запровадження СВАМ [54]

Безумовно, падіння цін матиме негативний вплив на результативність діяльності підприємств енергетики. Втім, запровадження СВАМ сприятиме росту попиту на вуглецеві кредити, який вже наразі спостерігається на європейській вуглецевій біржі.

А отже, вплив СВАМ на ЕВІТДА підприємств енергетики зростатиме з кожним роком (рис.2.18).

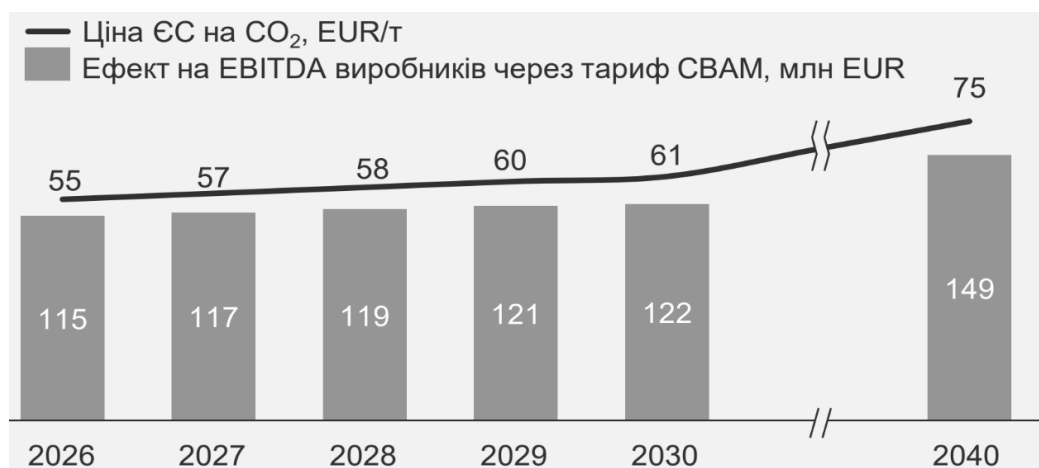


Рис. 2.18. Вплив СВАМ на ЕВІТДА підприємств енергетики [54]

Натомість, більш серйозною загрозою, яка виникає через запровадження СВАМ, є потенційна несумісність застосування даного механізму до експорту

електроенергії між країнами, які об'єднали свої ринки електроенергії. Призначення значень за замовчуванням (тобто як середні коефіцієнти викидів електроенергії, виробленої з викопного палива в країні походження) для імпортованої електроенергії можливо у випадку незв'язаних ринків електроенергії, де можна чітко ідентифікувати імпортерів до ЄС, щоб сплачувати збори СВМ за вбудовані викиди імпортованої електроенергії. Однак, у випадку об'єданого ринку електроенергії, тобто єдиного анонімного транскордонного ринку, імпортерів електроенергії неможливо ідентифікувати [230, с.13].

Це означає, якщо Україна не забезпечить звільнення енергетичного сектору від СВМ, то країна не зможе продовжити свої заявлені наміри щодо інтеграції в європейський ринок електроенергії до досягнення повної еквівалентності ціни на викиди вуглецю з СТВ ЄС. Потенційно ще гірше – якщо об'єднання ринку електроенергії буде запроваджено до кінця 2025 року, але деякі інші умови не будуть виконані – досягнуте об'єднання ринку електроенергії може бути скасовано, що призведе до відокремлення ОЕС України від європейського ринку. Крім того це може бути серйозним кроком назад у контексті зусиль України щодо європейської інтеграції та вступу до ЄС [230, с.13].

Окрім, перелічених загроз підприємства енергетичного сектору стикаються з такими викликами, як: втрата кваліфікованого персоналу через мобілізацію та переміщення; обмежена спроможність залучати та утримувати кваліфікованих спеціалістів через конкурентоспроможні зарплати в країнах ЄС; старіння робочої сили у традиційних енергетичних секторах, що вимагає планування наступництва; еобхідність нових компетенцій у сфері відновлювальної енергетики, розумних мереж та цифрових технологій. Інша причина браку кадрів в енергетичній галузі – робота, незалежно від регіону, стала небезпечною. Мало не щодня надходить інформація про обстріли енергетиків.

Криза кадрового забезпечення була очевидною і розгорталась ще перед початком активної військової агресії країни-терориста. Зрозуміло, що без

належного адекватного і потужного кадрового забезпечення будь-які мрії, плани України про стійке динамічне відновлення та фактично реінтеграцію у глобальну енергетичну структуру неможливі.

Значною проблемою є також недосконала система формування тарифів та перехресного субсидіювання в Україні, де промислові споживачі фактично субсидують домашні господарства. Це суттєво спотворює ринкові механізми та знижує інвестиційну привабливість промисловості. Цю проблему ускладнює недостатній рівень ринкової конкуренції через домінування окремих гравців, що ускладнює формування справедливої ринкової ціни на електроенергію. Додатково погіршує ситуацію неповна реалізація європейських норм, що регулюють енергетичний ринок, і недоліки у правовій базі, які часто не відповідають очікуванням галузі.

Майже всі енергетичні блоки теплових електростанцій та когенераційних електростанцій вичерпали свій розрахунковий термін служби, є технологічно застарілими, потребуючими реконструкцію або заміну альтернативною потужністю. Блоки атомних електростанцій також наближалися до своїх термінів служби і були заплановані на демонтаж.

Відсутня і впевненість у довгостроковій стабільності умов. Історичний досвід змін правил після того, як інвестори вже розпочали реалізацію проєктів, серйозно підриває довіру. За її словами, необхідно закладати гарантії в законодавство, прописувати чіткі механізми, що унеможливають запровадження нових обмежень після підписання контрактів за аукціонною моделлю.

Досвід зарубіжних країн з повоєнного відновлення та модернізації генеруючого обладнання ТЕС/ТЕЦ підказує, що основним джерелом фінансування має бути іноземна фінансова допомога. Втім, на тлі великої кількості заяв та декларацій західних партнерів щодо фінансової підтримки модернізації генеруючого обладнання ТЕС/ТЕЦ України у повоєнні роки, інституціональний механізм та фінансовий інструментарій відновлення галузі

енергетики дотепер не визначено. Тож, реалізувати екологічні проекти, передбачені НПСВ в заплановані терміни за відсутності, визначених джерел фінансування, вбачається надзвичайно складним завданням. Загальний обсяг капітальних інвестицій на реалізацію заходів, передбачених НПСВ, відповідно до результатів проведених попередніх розрахунків, може сягнути 4,130 млрд євро (табл.2) [67, с.11].

Таблиця 2.2

Обсяги капітальних витрат на реконструкцію/модернізацію/техпереоснащення електростанцій з урахуванням змін, забезпечуючих виконання НПСВ [67, с.11]

Роки	Десульфуризація	Денітрифікація	Пилоочищення	Сума
2020	97	42	15	154
2021	396	18	87	501
2022	193	18	135	346
2023	171	18	56	245
2024	135	185	75	395
2025	158	307	57	522
2026	138	102	51	291
2027	153	88	36	277
2028	203	78	31	312
2029	170	46	-	216
2030	156	69	-	225
2031	170	108	-	278
2032	143	114	-	257
2033	26	86	-	112
Разом	2311	1 276	543	4130

Як свідчать дані табл.2.2, графік реалізації НПСВ вимагає імплементації значної кількості проектів впродовж досить короткого часу. Такий підхід означає потребу у високій концентрації інвестицій, що досить складно забезпечити у повоєнні роки.

Зарадити цьому може не тільки зміщення строків імплементації заходів із десульфуризації димових газів, але й рівномірний річний розподіл таких проектів впродовж дії НПСВ та рекапіталізація постраждалих від війни підприємств енергетики через спрямування коштів Фонду відновлення на:

компенсації сум прямих збитків на безповоротній основі у грошовій формі або у формі спеціально випущених ОВДП (для великих підприємств) з відшкодуванням у майбутньому за рахунок репарацій з країни-агресора;

часткове покриття непрямих збитків унаслідок скорочення (або згорання) ділової активності на тимчасово окупованих територіях і територіях, на яких велися активні бойові дії;

надання гарантій під банківські кредити для реалізації інвестиційних проєктів (придбання обладнання, технологій, управлінських ноу-хау), які б забезпечували інтеграцію українського енергетичного бізнесу до ланцюжків доданої вартості на європейських ринках у повоєнний період [9, с.96].

Не менш значимим є й перегляд переліку неефективних енергоблоків теплової генерації, які доцільно вивести з експлуатації, та ефективних енергоблоків, що будуть затребуваними в довгостроковій перспективі, адже відповідні встановлені в НПСВ переліки установок втратили свою актуальність. Такий крок дасть змогу в разі зменшити обсяги необхідних інвестицій та забезпечити їх ефективність [67, с.150].

Правильним рішенням був би і перегляд граничних цін, які дозволили б вугільним генеруючим компаніям переносити свої витрати в ціну на електроенергію та не підвищили б середньозважені ціни на РДН. Оскільки вугільні електростанції працюють за іншим принципом, ніж решта енергетичних установок: вночі розвантажуються до технічного мінімуму – 40-50%, а вдень працюють із максимальним завантаженням – 100%, правильний розподіл граничних цін є надзвичайно важливим. Наявність таких граничних цін не стимулює вугільні електростанції до роботи з повною встановленою потужністю в години максимального навантаження, адже вони не переносять витрат на виробництво електроенергії в ціну на електроенергію [67, с.79].

З-поміж моделей державної підтримки вугільної генерації, що застосовувалися в європейській практиці, найбільш значимими за обсягами

фінансування стали модель ціноутворення (price system) та модель квотування виробництва електроенергії (quota system)

Зокрема, модель ціноутворення (price system) передбачає (рис.2.19).

Гарантовані ціни (тарифи) (<i>feed-in tariffs</i>)	Застосування гарантованих (у довгостроковому 10-20 річному періоді) пільгових цін на електроенергію для виробників
Гарантовані доплати (<i>fixed premium systems</i>)	Постійна доплата, яку отримує виробник електроенергії, як надбавку, незалежно від ринкової ціни на електроенергію
Перехідні оплати	Перехідна оплата – складова тарифу на послуги з передачі та розподілу електроенергії, запроваджена з метою компенсації збитків, що виникли у виробників електроенергії після лібералізації ринку електричної енергії
Податкові пільги	Звільнення від деяких видів податку, наприклад, ПДВ, акцизного податку
Повернення екологічного податку	Повернення коштів, сплачених операторами установок у формі плати за забруднення/екологічного податку, на впровадження природо-охоронних проєктів
Інвестиційні субвенції	Пільгові кредити або субвенції для інвестиційного проєкту
Довгострокові контракти	Укладання договорів на купівлю-продаж електро-енергії за ціною, що покриває усі витрати й узгоджену маржу
Поворотна допомога	Державна допомога на проєкти з охорони НПС в формі позики, зазвичай, під більш привабливі, аніж у КБ відсотки
Компенсація за вимкнення	Компенсація генеруючим компаніям за зупинення енергоблоків
Контракти на різницю	Виплата генеруючій компанії компенсації різниці між ринковою ціною та ціною контракту (в умовах, коли ринкова ціна на електроенергію нижча за ціну контракту)
Дотації	Цільова державна допомога на реалізацію проєктів з екологічної реконструкції, модернізації та техпереоснащення

Рис.2.19. Система підтримки виробництва електроенергії в країнах-членах ЄС за моделлю ціноутворення (price system) [результати авторського дослідження]

Моделлю ж квотування виробництва електроенергії (quota system) окреслено здійснення наступних заходів (рис.2.20).

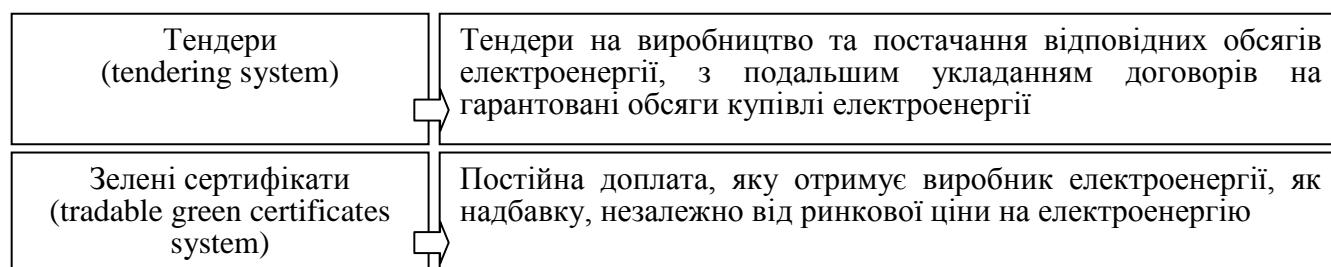


Рис.2.20. Система підтримки виробництва електроенергії в країнах-членах ЄС за моделлю квотування виробництва електроенергії (quota system) [результати авторського дослідження]

Тож, є очевидним, що за таких умов екологічні інвестиції та заходи з підвищення маневреності електростанції, що є необхідною умовою нормальної роботи ТЕС/ТЕЦ в умовах нового ринку, не можуть бути профінансовані з ціни на електроенергію, а лише за допомогою інших механізмів, не пов'язаних із мінливою низькою ціною на електроенергію на оптовому ринку [67, с.81].

З-поміж механізмів, що застосовувалися та продовжують застосовуватись для вугільної генерації, найбільш значимими за обсягами фінансування є механізм перехідної оплати, який до тепер застосовується в Польщі, Німеччині, Португалії, Чехії, Греції, Італії та та контракти на різницю, що до нині використовуються в Австрії, Данії, Нідерландах, Великобританії та ін. країнах [67, с.88].

Втім, для фінансових установ більш зручним для гарантування виплат по кредиту є механізм перехідної оплати, оскільки контракти на різницю не дають змоги спрогнозувати дохід операторів установок, а перехідна оплата встановлює чіткий графік фіксованих надходжень для генеруючих компаній впродовж всього періоду кредитування банківськими установами проекту з реконструкції, модернізації та техпереоснащення [266]. Тож, саме механізм перехідної оплати рекомендовано застосувати в Україні в якості механізму фінансування екологічної модернізації ТЕС/ТЕЦ [67, с.89], бо за умови скасування інвестиційної складової в тарифі на електроенергію та постійного зниження цін на оптовому ринку, він є

найбільш раціональним інструментом фінансування реконструкції та техпереоснащення теплових електростанцій [67, с.150],

Перехідна оплата має бути однією зі складових тарифу на передачу електроенергії (рис.2.21).



Рис. 2.21. Схема стягнення перехідної плати та руху коштів [67, с.131]

При цьому перехідна оплата до сплати розраховуватиметься:

для побутових споживачів - як добуток відповідної ставки перехідної оплати для кінцевих побутових споживачів (грн/міс) і кількості побутових споживачів, підключених до мережі даного ОСР;

для непобутових споживачів – як добуток відповідної ставки перехідної оплати (грн/кВт·год) і обсягу спожитої кінцевими непобутовими споживачами електроенергії [67, с.132].

Інститутом економіки та прогнозування НАН України (далі – ІЕПр НАНУ) наведено розрахунки обсягів перехідної оплати для трьох варіантів розподілу стягнень між побутовими та непобутовими споживачами:

варіант 30/70, за якого 30% обсягу перехідної оплати стягується з побутових споживачів, 70% – із непобутових;

варіант 50/50, за якого 50% обсягу перехідної оплати стягується з побутових споживачів, 50% – із непобутових;

варіант 70/30, за якого 70% обсягу перехідної оплати стягується з побутових споживачів, 30% – із непобутових [67, с.156].

Результати, здійснених ІЕПр НАНУ розрахунків узагальнено в табл.2.3.

Таблиця 2.3

Розрахунки обсягів перехідної оплати для трьох варіантів розподілу стягнень між побутовими та непобутовими споживачами [67, с.156-164]

Порядковий номер року	Побутові споживачі (постійна оплата на місяць, грн.)			Непобутові споживачі (ставка перехідної оплати на 1 кВт, грн.)		
	Альтернативні варіанти стягнення перехідної плати					
	30/70	50/50	70/30	30/70	50/50	70/30
1	0,662006	1,103343	1,544680	0,003704	0,002645	0,001587
2	2,871502	4,785837	6,700171	0,016065	0,011475	0,006885
3	4,828002	8,046671	11,265339	0,027010	0,019293	0,011576
4	6,873052	11,455086	16,037120	0,038451	0,027465	0,016479
5	9,166880	15,278133	21,389386	0,051284	0,036632	0,021979
6	11,848635	19,747725	27,646815	0,066287	0,047348	0,028409
7	13,404559	22,340931	31,277304	0,074992	0,053566	0,032139
8	14,964699	24,941166	34,917632	0,083720	0,059800	0,035880
9	15,635138	26,058564	36,481989	0,087471	0,062479	0,037488
10	15,829102	26,381836	36,934570	0,088556	0,063254	0,037953
11	15,458041	25,763402	36,068763	0,086480	0,061772	0,037063
12	13,703937	22,839895	31,975853	0,076667	0,054762	0,032857
13	12,228129	20,380214	28,532300	0,068410	0,048865	0,029319
14	10,545707	17,576178	24,606649	0,058998	0,042141	0,025285
15	8,251878	13,753131	19,254383	0,046165	0,032975	0,019785
16	5,570123	9,283539	12,996955	0,031162	0,022259	0,013355
17	4,014199	6,690332	9,366465	0,022457	0,016041	0,009625
18	2,454059	4,090098	5,726137	0,013729	0,009807	0,005884
19	1,783620	2,972700	4,161780	0,009978	0,007127	0,004276
20	1,589657	2,649428	3,709199	0,008893	0,006352	0,003811
21	1,298712	2,164519	3,030327	0,007266	0,005190	0,003114
22	0,843319	1,405532	1,967745	0,004718	0,003370	0,002022
23	0,362627	0,604379	0,846130	0,002029	0,001449	0,000869

Механізм перехідної оплати передбачає фінансування погашення тепловими електростанціями кредитних зобов'язань, взятих на впровадження екологічних

проектів, і тому строк його функціонування має встановлюватись на термін сплати кредитів, отриманих операторами установок на реалізацію природоохоронних проектів відповідно до вимог НПСВ [67, с.150].

Механізм перехідної оплати протягом років застосування безумовно довів свою ефективність, проте це не означає, що країни Європейського Союзу для компенсації витрат установок на адаптацію до нових, амбітних екологічних нормативів скористались лише надходженнями від перехідної оплати. Більшість країн фінансували природоохоронні заходи з усіх можливих джерел: із фондів Європейського Союзу (наприклад, Польща та Чехія), повернення плати за забруднення (приміром, Швеція та Франція) тощо [266]. Україні також необхідно розробити комплекс інструментів державної підтримки ТЕС/ТЕЦ, що дозволить динамічно та ефективно досягнути європейських екологічних нормативів на вугільних електростанціях, при цьому гарантувавши безпеку ОЕС України та поступову трансформацію вугільних регіонів країни, добробут яких залежить від працюючих підприємств теплової енергетики [67, с.182].

Втім, при визначенні допустимості/недопустимості державної підтримки для теплової енергетики та її обсягів, Україна має керуватись ст. 262.4 Угоди про Асоціацію [209] про послуги загального економічного інтересу, визначення яких уже є частиною українського законодавства. За аналогією з європейським законодавством Закон України «Про надання державної допомоги суб'єктам господарювання» [170] виокремлює надання послуг, що становлять загальний економічний інтерес, із загальних правил надання державної допомоги [67, с.113].

Державна підтримка може здійснюватися Україною без обмежень щодо її обсягів. У порівнянні з ст. 107 Договору, ст. 262 Угоди про Асоціацію [209] містить додатковий критерій для визначення державної допомоги допустимою, зокрема:

f) допомога для інвестицій з метою забезпечення відповідності обов'язковим стандартам, визначеним директивами ЄС, зазначеними в Додатку XXX до Глави 6

(«Навколишнє середовище») Розділу V цієї Угоди [209], протягом зазначеного в ньому періоду імплементації, зокрема адаптації підприємств та обладнання до нових вимог, може бути дозволена в обсязі до 40% прийнятних витрат» [209].

В той же час, ч. 4 ст. 262 Угоди про Асоціацію [209] стверджує, що підприємства, уповноважені надавати послуги, що мають загальний економічний інтерес, підпорядковуються встановленим правилам надання державної допомоги, в тій мірі, в якій застосування цих правил юридично або фактично не перешкоджає виконанню окремих завдань, визначених для них [209].

Зазначена норма є спеціальною нормою регулювання порівняно з виключеннями з загального правила щодо недопустимості надання державної допомоги, встановленими ч. 2 ст. 262 Угоди про Асоціацію [209], що дозволяє здійснювати державну підтримку понад встановлене обмеження в 40 %, якщо таке відступлення необхідне для досягнення загального економічного інтересу. Втім, фінансування заходів у обсязі до 40% від планованих витрат, не матиме бажаного ефекту: оператори великих спалювальних установок в умовах нового ринку електроенергії не матимуть інструментів для компенсації решти 60% витрат з ціни на електроенергію [67, с.111].

Правильним рішенням був би і перегляд граничних цін, які дозволили б вугільним генеруючим компаніям переносити свої витрати в ціну на електроенергію та не підвищувати середньозважені ціни на РДН. Адже, в Україні різниця цін між середньою ціною на оптовому ринку – 1607,48 грн/МВт·год і вугільною складовою 1400 грн/МВт·год становить лише 207,48 гривень. Ця сума не покриває експлуатаційних витрат теплоелектростанцій. Ціна електроенергії в ЄС та Україні вночі (без піку) не компенсує навіть паливну складову (в Україні: при розрахунковій вартості вугілля – 1 400 грн/МВт·год та ціні на електроенергію нижче 1 000 грн/МВт·год). [67, с.79]. Відтак, є очевидним, що за таких умов екологічні інвестиції та заходи з підвищення маневреності ТЕС/ТЕЦ, не можуть

бути профінансовані з ціни на електроенергію, а лише за допомогою інших механізмів державної підтримки [266].

Безумовно, підтримуючи Зелений курс ЄС, Україна має скоротити частку виробництва електроенергії з використанням вугілля. Проте існуючі, але модернізовані потужності вугільної генерації мають продовжувати роботу в якості маневрових та/або резервних потужностей, бо під час/у випадку «згорання» атомної енергетики існуючі потужності вугільної генерації можуть стати опорою в період завершення терміну експлуатації блоків АЕС [67, с.180]. Тож, одним з основних завдань уряду України має стати пошук чи розробка в рамках НПСВ механізмів фінансування інвестиційних проєктів з будівництва газоочисного обладнання ТЕС/ТЕЦ, запровадження яких забезпечить не лише «озеленення» електроенергії, генерованої тепловими електростанціями, а й їх економічну безпеку та стабільні конкурентні позиції на європейському ринку електричної енергії [266].

Таким чином, в процесі дослідження було деталізовано вивчено Звіт ІЕПр НАНУ «Економічно-обґрунтований підхід до запровадження Національного плану скорочення викидів в Україні на підставі досвіду скорочення викидів у повітря шкідливих забруднюючих речовин великими спалювальними установками в Європі» та розглянуто європейський досвід державної підтримки ТЕС/ТЕЦ. Акцентовано, що з-поміж механізмів, що застосовувалися та продовжують застосовуватись для підтримки вугільної генерації, найбільш значимими за обсягами фінансування є механізм перехідної оплати, який до тепер застосовується в Польщі, Німеччині, Португалії, Чехії, Греції, Італії та контракти на різницю, що до нині використовуються в Австрії, Данії, Нідерландах, Великобританії та ін. країнах [266]. Обґрунтовано, що для України більш доцільним для фінансування проєктів з реконструкції, модернізації та техпереоснащення є застосування механізму перехідної оплати, за якого перехідна оплата до сплати розраховуватиметься: для побутових споживачів - як добуток

відповідної ставки перехідної оплати для кінцевих побутових споживачів (грн/міс) і кількості побутових споживачів, підключених до мережі даного ОСР; для непобутових споживачів – як добуток відповідної ставки перехідної оплати (грн/кВт·год) і обсягу спожитої кінцевими непобутовими споживачами електроенергії [266]. Включення у такий спосіб перехідної оплати до тарифів з електропостачання (що включають вартість закупівлі електричної енергії на ринку, вартість послуг з її розподілу та передачі, а також вартість послуг постачальника електроенергії) не матиме суттєвого впливу на їх зростання як для побутових, так і для непобутових споживачів, натомість дозволить мати додаткові надходження, які ТЕС/ТЕЦ зможуть спрямувати на фінансування проєктів з їх реконструкції та модернізації та техпереоснащення.

2.3. Прогнозування траєкторії трансформації підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки

Щоб встановити, які саме виклики і як вони впливають на економічну безпеку підприємств енергетики, зупинимось на вивченні підприємств Групи ДТЕК – лідера по генерації електроенергії в Україні.

Підприємства Групи ДТЕК займаються виробництвом електричної енергії на вітрових, сонячних та теплових електростанціях, видобутком природного газу та вугілля, а також торгівлею енергоресурсами на українському та міжнародному ринках, розподілом і постачанням е/е для населення, наданням енергоефективних послуг клієнтам та розробкою зарядних станцій високої потужності (Додаток 3) [51].

Розуміючи значимість впливу глобальних викликів, пов'язаних з «зеленою» трансформацією та цифровізацією, керівництвом ДТЕК було прийнято рішення щодо внесення змін до бізнесу підприємств Групи (рис.2.22).

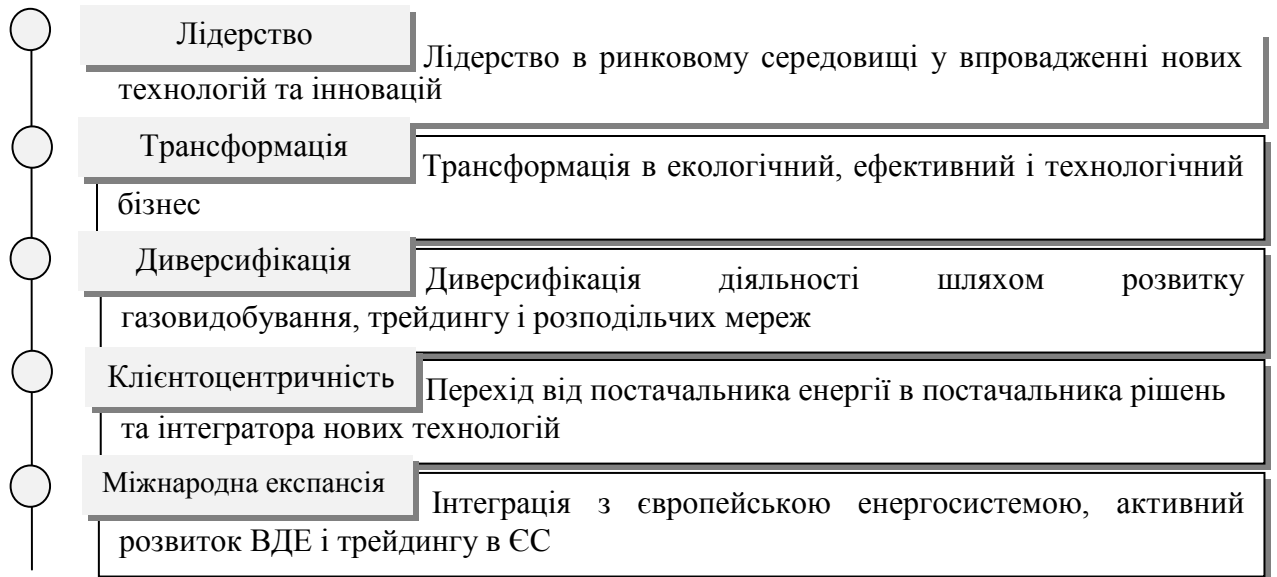


Рис. 2.22. Фундаментальні зміни бізнесу ДТЕК у відповідь на глобальні виклики [51]

Переважна більшість, наведених на рис. 2.22 змін, пов'язане саме з трансформацією до низьковуглецевої економіки, а отже ДТЕК наразі запроваджено Нову стратегію на період до 2030 р. (далі – Стратегії ДТЕК), що спрямована на здійснення «зеленої» трансформації у більш ефективний і технологічно передовий спосіб, зорієнтований на ESG-принципи діяльності (рис.2.23).

З перелічених векторів Стратегії ДТЕК, на особливу увагу звертає перший вектор, яким передбачено видобуток вугілля для забезпечення ТЕС/ТЕЦ, що протиречить трансформації до низьковуглецевої економіки [51].

Зазначимо, що ДТЕК постійно займається пошуком найефективніших інноваційних рішень для захисту навколишнього середовища та зменшення впливу зміни клімату та віддає перевагу партнерам, які надають найбільше значення екологічним і соціальним питанням, впровадили заходи та застосовують інструменти, необхідні для пом'якшення негативного впливу, безпосередньо пов'язаного з їхньою діяльністю [51].

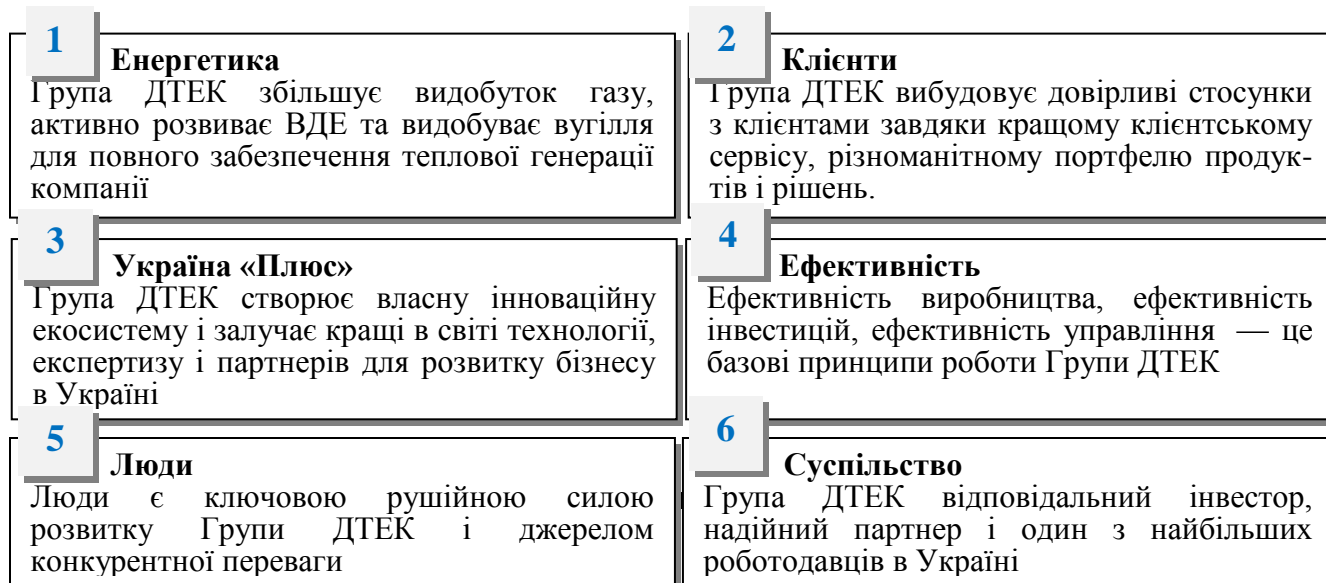


Рис. 2.23. Основні вектори Нової стратегії ДТЕК на період до 2030 р. [51]

Наразі ДТЕК працює над реалізацією проекту зі збільшення потужності Тилігульської вітроелектростанції (ВЕС) вартістю 450 млн. євро після укладання угоди з кредиторами про фінансування на придбання 64 вітрових турбін Vestas EnVentus V162-6,0 МВт провідного світового виробника вітрових турбін Vestas. Передбачається, що кількість турбін розширеного вітропарку зросте з 19 до 83, а потужність збільшиться в чотири рази - з 114 до 500 МВт [51].

Окрім Тилігульської, ДТЕК планує будівництво вітроелектростанції потужністю 650 МВт на Полтавщині. Це частина мети компанії, яка полягає в тому, щоб до 2030 року збільшити портфель ВДЕ в Україні до 2 ГВт. До жовтня 2025 р. мають закінчитися роботи зі встановлення 200 МВт потужних акумуляторних систем накопичення в різних регіонах країни [51].

З переходом ДТЕК до ВДЕ, обсяги генерації електроенергії ТЕС і ТЕЦ в Україні поступово знижуються. Втім, повністю відмовитись від ТЕС/ТЕЦ до тепер не можливо, оскільки:

по-перше в Україні недостатньо потужностей підстанцій, призначених для приймання, розподілення і перетворення електроенергії [51];

по-друге, блоки АСС не можуть збільшувати своє навантаження впродовж доби, оскільки працюють з постійним навантаженням, забезпечуючи базове споживання електроенергії. Відповідно, має бути додаткове джерело генерації, яке покриватиме потреби в генерації електроенергії в пікові години впродовж дня. Саме це вдається ТЕС і ТЕЦ. Тож, їх значимість в енергосистемі України, насамперед, полягає в регулюванні обсягів генерації електроенергії протягом доби і забезпечення у такий спосіб стабільності роботи ОЕС країни [136, с.46];

по-третє, сонячна енергетика як основний драйвер розвитку ВДЕ належить до низькоефективного та нестабільного виду енергії із середнім коефіцієнтом корисної дії (ККД), який не перевищує 20%. До того ж вона потребує великих площ для розміщення обладнання в умовах постійного зростання дефіциту земельних угідь [136, с.47]. Отже, малоімовірно, що СЕС разом із іншими видами ВДЕ зможуть замінити на 100% викопне паливо, навіть у довгостроковій перспективі. Більш реалістичним сценарієм із досягнення кліматичних цілей може бути модель енергетики, що поєднує розвиток ВДЕ, ГЕС, ТЕС/ТЕЦ та інноваційні безпечні ядерні технології (зокрема, малі модульні реактори (*SMR*) та реактори на швидких нейтронах) [136, с.47].

по-четверте, ТЕЦ одночасно генерують і електроенергію, і теплоенергію, забезпечуючи потреби споживачів у тепlopостачанні.

Тож, чи не єдиним шляхом скорочення вуглецевих викидів ТЕС і ТЕЦ є їх газифікація. Натомість, це потребує масштабних і капіталоємних проєктів з реконструкції обладнання ТЕС/ТЕЦ та будівництва установок з очищення димових газів від викидів діоксиду сірки (CO_2), оксидів азоту (NO_x) тощо. Втім, НПСВ [173] механізмів та джерел їх фінансування не визначено. Ті ж механізми фінансування проєктів з реконструкцій та модернізацій генеруючого обладнання, що діяли до впровадження нового ринку електроенергії, втратили свою актуальність, а нові – не розроблено або ж не імплементовано в національне законодавство. Відтак, є очевидним, що ТЕС/ТЕЦ не мають, необхідних ресурсів

для фінансування модернізації їх обладнання [67, с.8], бо встановлені Національним регулятором граничні ціни на електроенергію не забезпечують створення фондів, необхідних для реалізації проєктів з їх газифікації ТЕС/ТЕЦ, а навпаки все більше ускладнюють ситуацію з виконання електроенергетикою України завдань, визначених НПСВ [173], ННВ 2 до Паризької угоди [180], Угодою про асоціацію [209] та ЦСР. Виведення ж з експлуатації частини генеруючих енергоблоків ТЕС/ТЕЦ та/або їх зупинення, через невиконання положень НПСВ, може призвести до дефіциту генеруючих потужностей, а отже, і до порушення енергетичної безпеки країни [72, с.11], яка наразі й так внаслідок повномасштабного вторгнення в РФ в Україну перебуває в досить критичному стані.

Лише внаслідок ракетних атак станом на кінець березня 2023 р. в Об'єднаній енергосистемі (ОЕС) України пошкодженими залишаються до 5 ГВт генерувальних потужностей, з яких 19 енергоблоків ТЕС сумарною потужністю 3,3 ГВт, чотири енергоблоки ТЕЦ потужністю 1,1 ГВт і вісім гідроагрегатів ГЕС потужністю 0,54 ГВт [136, с.47]. Крім того, частина генерувальних потужностей залишається під окупацією. Це п'ять ТЕС сумарною потужністю 10 ГВт і найбільша Запорізька АЕС сумарною потужністю 6 ГВт [149].

Тож, забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики у повоєнні роки є доволі непростим завданням, що зумовлено не тільки дефіцитом коштів, а й складністю процесу «зеленої трансформації».

Одним з таких джерел фінансування вбачаємо ESG-інвестування, обсяги якого у світовій практиці з кожним днем стрімко зростають. Однак, зауважимо, що залучення ESG-інвестицій можливе лише за умови: – дотримання компаніями ESG-принципів та забезпечення сталого розвитку як бізнесу, так і територій; – формування інтегрованої звітності, яка дозволить інвесторам мати чітку уяву, як про фінансову стабільність компаній, так і про їх сталий розвиток; – убезпечення компаніями виникнення явища екоманіпуляції та грінвошингу.

Розуміючи значимість такої унікальної можливості залучення ESG-інвестицій, енергетичні компанії активно працюють над дотриманням вище перелічених вимог. Яскравим прикладом тому є Група ДТЕК, підприємства якої виробляють електроенергію на сонячних, вітрових та теплових електростанціях, здійснюють трейдинг енергопродуктів на українському та зарубіжних ринках, розподіляють і постачають електроенергію споживачам, надають клієнтам послуги з раціонального використання енергоресурсів та розвивають мережу швидкісних зарядних станцій [51].

Група ДТЕК щорічно оприлюднює «Інтегрований звіт: фінансові та нефінансові показники», який дає можливість інвесторам ознайомитись з передісторією діяльності холдингу і мати чітку уяву про претендента на ESG-інвестування [125].

Так, виходячи з даних Інтегрованих звітів Групи ДТЕК протягом 2012–2020 рр. обсяги виробництва електроенергії поступово зменшуються, що насамперед, пояснюється державною політикою «озеленення» галузі та поступового припинення субсидування видобутку викопного палива для вугільної енергетики (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Динаміка показників діяльності Групи ДТЕК протягом 2012–2020 рр. [125]

Показники	Роки								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Виробництво електроенергії, всього, млрд. кВт/год	47,6	53,0	47,8	38,3	39,5	37,1	34,7	29,8	26,2

Продовження табл. 2.4

в т.ч.: ВЕС та СЕС, млрд. кВт/год	-	-	-	-	0,7	0,6	0,6	1,4	2,4
ТЕС та ТЕЦ, млрд. кВт/год	47,6	53,0	47,8	38,3	40,1	36,5	34,1	28,4	23,8
Дохід, млрд. грн	82,6	92,8	93,3	95,4	131,8	145,1	157,6	137,7	116,0
ЕВІТДА, млрд. грн	16,9	14,9	18,9	7,5	30,6	37,2	42,9	32,7	29,6
ЕВІТДА margin, %	14,3	10,9	10,3	8	23	28	27	24	21
ЕВІТ, млрд. грн	9,4	7,6	8,4	-1,9	18,9	26,5	28,3	19,1	32,8
ЕВІТ margin, %	8	6	9	-2	14	20	18	14	16
Чистий прибуток (збиток), млрд. грн	6,0	3,3	-	-	-1,2	4,6	12,4	12,6	-13,8
			19,7	41,9					
Активи, млрд. грн	76,9	95,1	110,8	119,8	140,6	152,5	148,0	168,3	180,4
Капітальні інвестиції, млрд. грн	10,2	10,3	6,5	5,0	7,1	10,4	19,9	23,2	11,2
Сплачено податків в Україні, млрд. грн	10,9	11,6	12,8	14,1	17,9	22,5	26,7	23,4	20,2

Примітка: Інформація обмежена 2021 р. відповідно до постанови НКРЕКП від 26.03.22 р. за №349 та Листа Мініенерго України від 30.03.2022 № 26/1.3-24.1-4012

Усвідомлюючи перспективи розвитку вугільної енергетики, Група ДТЕК, починаючи з 2015 р. розпочала інвестування проєктів з будівництва вітропарків і сонячних електростанцій. І вже станом на 01.01.2022 р. вітроенергетика холдингу була представлена Ботієвською та Приморською ВЕС потужністю по 200 МВт кожна, а також Орлівським вітропарком потужністю у 100 МВт. А сонячна енергетика – Трифонівською СЕС (потужністю 10 МВт) та Нікопольською й Покровською, сумарною інверторною потужністю 440 МВт [51]. Але, на жаль, досягти збільшення сумарного обсягу виробництва електроенергії ДТЕК до рівня 2012–2014 рр. так і не вдалось. Втім, для інвесторів більшу цінність має інформація щодо тенденцій змін показників за кожною зі складових ESG, які наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Динаміка показників екоінвестицій Групи ДТЕК (Україна) протягом 2012-2022 рр. [125]

Показники	Роки									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	

Капітальні інвестиції Групи ДТЕК:	10193	10310	6460	5015	7781	10388	19878	23180	11197
ДТЕК Енерго	7077	6698	4860	3570	6194	8416	6037	5186	1195
в т. ч. видобуток і збагачення вугілля	3855	4212	3008	2460	3912	4552	4061	3804	3069
генерація електроенергії	3222	2486	1852	1110	1357	2725	1511	1099	1874
ДТЕК Мережі	1495	1806	481	418	827	992	1932	3525	4853
ДТЕК ВДЕ	1420	1562	153	7	8	370	9556	7007	36
ДТЕК Нафтогаз	201	119	940	947	932	1143	1685	2559	2524
Екологічні витрати (без урахування екоподатку), всього, млн.грн.	548,5	976,0	777,2	822,5	858,4	1126,8	1378,3	1362,2	741,5
в т.ч. капітальні витрати, млн. грн	356,3	370,8	203,2	101,9	111,9	349,2	299,7	371,8	250,5
поточні витрати, млн. грн.	192,2	526,5	507,9	659,7	672,6	732,4	1014,7	938,1	444,4
додаткові витрати, млн. грн.		78,7	66,1	60,9	73,8	46,1	62,9	52,3	46,6

Дані табл. 2.6 переконливо засвідчують, що Група ДТЕК докладляє значних зусиль для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище на всіх стадіях виробничого процесу. Надзвичайно важливим кроком з декарбонізації є поступове закриття шахт і заміщення теплової генерації відновлюваною. Так, вже наразі за рішенням ДТЕК завершили роботу шахти Благодатна та ім. М. Сташкова [125]. У 2024–2025 роках заплановано закриття шахт Степова та Ювілейна.

Таблиця 2.6

Динаміка показників E2-складового компоненту діяльності Групи ДТЕК протягом 2012-2020 рр. [125]

Показники	Роки								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Екологічні витрати (без урахування екоподатку), всього, млн.грн.	548,5	976,0	777,2	822,5	858,4	1126,8	1378,3	1362,2	741,5
в т.ч.: капітальні інвестиції, млн. грн	282,9	370,8	203,2	101,9	111,9	349,2	299,7	371,8	250,5
поточні витрати	143,7	526,5	507,9	659,7	672,6	732,4	1014,7	938,1	444,4
додаткові витрати	121,9	78,7	66,1	60,9	73,8	46,1	62,9	52,3	46,6

Продовження табл. 2.6

Валові викиди парникових газів, тис.т.	60688,4	62545,7	56339,1	47606,6	50266,8	43598,9	35725,5	31340,5	29951
Валові викиди забруднюючих речовин, тис. т	1126,7	1090,9	724,3	554,7	672,7	863,8	771,8	723,1	607,8
Забір води, м ³	2193,9	2190,2	1985,9	1700,1	1816,5	1635,9	1375,2	1314,8	1136,6
Рекультивация земель, га	10,2	10,9	18,2	25,6	30,1	39,3	10,9	20,1	97,8
Загальний обсяг утворення відходів, млн. т.	21,6	21,5	19,3	16,2	17,9	17,6	13,8	13,7	12,3
Обсяг переробки відходів, млн. т.	2,4	2,6	2,3	1,6	3,9	3,1	3,4	5,9	5,3
Обсяг розміщення відходів, млн. т	16,6	17,1	14,7	12,5	13,2	13,8	9,9	7,6	4,9

Примітка: Інформація обмежена 2021 р. відповідно до постанови НКРЕКП від 26.03.22 р. за №349 та Листа Міністерства України від 30.03.2022 № 26/1.3-24.1-4012

Керівництво Групи ДТЕК розуміє, що досягнення амбітних цілей щодо розвитку Групи потребує професійних та ініціативних співробітників, які готові вчитися і зростати протягом усієї трудової діяльності.

Інструментом для досягнення амбітних цілей є і співпраця Групи ДТЕК з територіями, де працюють виробничі підприємства холдингу. Спільно з органами місцевої влади, експертами та громадськістю розробляються Програми соціального партнерства і проєкти, щоб підвищувати рівень життя цих територій (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

Динаміка показників E2-складового компоненту діяльності Групи ДТЕК протягом 2012-2020 рр. [125]

Показники	Роки								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Валові викиди парникових газів, тис.т.	60688,4	62545,7	56339,1	47606,6	50266,8	43598,9	35725,5	31340,5	29951,3
Валові викиди забруднюючих речовин, тис. т	1126,7	1090,9	724,3	554,7	672,7	863,8	771,8	723,1	607,8
Забір води, м ³	2193,9	2190,2	1985,9	1700,1	1816,5	1635,9	1375,2	1314,8	1136,6

Продовження табл. 2.7

Показники	Роки								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Рекультивация земель, га	10,2	10,9	18,2	25,6	30,1	39,3	10,9	20,1	97,8
Загальний обсяг утворення відходів, млн. т.	21,6	21,5	19,3	16,2	17,9	17,6	13,8	13,7	12,3
Обсяг переробки відходів, млн. т.	2,4	2,6	2,3	1,6	3,9	3,1	3,4	5,9	5,3
Обсяг розміщення відходів, млн. т.	16,6	17,1	14,7	12,5	13,2	13,8	9,9	7,6	4,9

Примітка: Інформація обмежена 2021 р. відповідно до постанови НКРЕКП від 26.03.22 р. за №349 та Листа Міненерго України від 30.03.2022 № 26/1.3-24.1-4012

В частині S-складового компоненту ESG (табл. 2.8) Група ДТЕК прагне створити середовище, в якому кожен працівник зможе реалізувати свій потенціал, матиме гідні умови праці та можливість кар'єрного росту [125].

Таблиця 2.8

Динаміка показників S-складового компоненту діяльності Групи ДТЕК протягом 2012-2020 рр. [125]

Показники	Роки								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Чисельність працівників, тис. осіб	112,3	111,2	104,1	95,1	110	73,0	65,8	71,6	69,6
Коефіцієнт плинності кадрів, %	4,77	6,12	7,61	6,53	7,48	6,92	9,1	11	9,6
Інвестиції в охорону праці та промислової безпеки, млн. грн	577,3	691,3	436,7	319,9	478,3	517,1	556,3	595,9	573,8
Рівень захворюваності з тимчасовою втратою працездатності у розрахунку на одного співробітника, днів	22,53	17,86	14,1	11,12	10,93	10,16	10,12	10,12	10,11
Коефіцієнт частоти професійних захворювань	0,98	1,08	0,74	0,69	0,68	1,17	0,87	0,75	0,67
Коефіцієнт частоти виробничого травматизму (LTAFR)	0,670	0,670	0,620	0,440	0,530	0,570	0,580	0,516	0,440
Коефіцієнт частоти смертельного травматизму (FAFR)	0,022	0,024	0,022	0,012	0,011	0,010	0,021	0,011	0,010
Інвестиції в навчання, млн. грн	47,1	50,5	39,0	27,2	26,6	40,8	52,1	60,5	91,7
Рівня оплати праці, тис. грн	5,4	6,0	6,6	6,8	7,4	8,1	9,8	11,5	13,8

Примітка: Інформація обмежена 2021 р. відповідно до постанови НКРЕКП від 26.03.22 р. за №349 та Листа Міненерго України від 30.03.2022 № 26/1.3-24.1-4012

З одного боку, це дозволяє залучати та об'єднувати населення у вирішенні гострих і актуальних питань сталого розвитку. З іншого – такий підхід дозволяє

громадам залучати кошти на реалізацію проєктів як від бізнесу і державних фондів, так і від міжнародних донорських організацій [125].

В частині G-складового компоненту ESG (табл. 2.9) Група ДТЕК прагне створити середовище, в якому відсутні корупція та корпоративне шахрайство.

Таблиця 2.9

Динаміка показників G-складового компоненту діяльності Групи ДТЕК протягом 2012-2020 рр. [125]

Показники	Роки								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Інвестиції в соціальне партнерство, всього, млн. грн	85,4	130,8	77,6	40,9	45,5	172,6	169,3	94,4	159,7
в т.ч.: соціально значуща інфраструктура, млн. грн	16,8	34,2	34,4	13,9	10,9	40,9	63,6	38,1	20,6
підвищення активності громад, млн. грн	4,1	5,5	3,8	3,3	9,2	39,8	58,8	40,8	7,8
енергоефективність у комунальному секторі, млн. грн	42,7	45,9	25,7	12,7	23,1	86,6	38,5	11,4	15,4
охорона здоров'я, млн. грн	16,8	32,2	11,1	10,1	1,5	3,3	6,4	4,2	115,9
розвиток бізнес середовища, млн. грн	3,4	12,8	2,6	0,9	0,8	2,0	2,1	0	0

Примітка: Інформація обмежена 2021 р. відповідно до постанови НКРЕКП від 26.03.22 р. за №349 та Листа Міністерства України від 30.03.2022 № 26/1.3-24.1-4012

Тож, Групу ДТЕК варто визнати повноцінним претендентом на ESG-інвестування, завдяки саме якому холдинг забезпечить успішну реалізацію проєктів з модернізації ТЕС/ТЕЦ.

Відтак, за результатами проведеного дослідження приходимо до висновку, що рішення щодо децентралізації системи електропостачання в Україні у повоєнні роки мають ґрунтуватись не лише на ініціативі муніципалітетів та територіальних громад у самозабезпеченні власною електроенергією, а й з урахуванням особливостей енергоміксу країни, наслідків повномасштабного вторгнення РФ на територію України, можливостей залучення інвестицій у розвиток підприємств енергетики в контексті «зелених трансформацій» та необхідності балансування

генерації електроенергії протягом доби, а отже, і забезпечення у такий спосіб стабільності роботи ОЕС країни [125].

Зі зростанням обсягів капітальних інвестицій, суттєво скорочуються і показники забруднення навколишнього середовища, що маємо можливість спостерігати за даними табл. 2.10.

Таблиця 2.10

Динаміка показників забруднення довкілля Групою ДТЕК (Україна) протягом 2012-2020 рр. [125]

.Показники	Роки								
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Валові викиди парни ко-вих газів, тис.т.	60688,4	62545,7	56339,1	47606,6	50266,8	43598,9	35725,5	31340,5	29951,3
Валові викиди забруднюючих речовин, тис. т	1126,7	1090,9	724,3	554,7		863,8	771,8	723,1	607,8
Забір води, м ³	2193,9	2190,2	1985,9	1700,1	1816,5	1635,9	1375,2	1314,8	1136,6
Рекультивация земель, га	10,2	10,9	18,2	25,6	30,1	39,3	10,9	20,1	97,8
Загальний обсяг утворення відходів, млн. т.	21,6	21,5	19,3	16,2	17,9	17,6	13,8	13,7	12,3
в т.ч. обсяг переробки відходів, млн. т.	2,4	2,6	2,3	1,6	3,9	3,1	3,4	5,9	5,3

Маючи показника капітальних інвестицій та забруднення Групою ДТЕК навколишнього середовища здійснимо декаплінг-аналіз, який дозволить чітко встановити наявність/відсутність ефекту декаплінгу, який присутній у випадку, коли за позитивної динаміки економічного зростання показники негативного впливу на навколишнє середовище залишаються стабільними або демонструють тенденцію до зниження за той самий період [51].

Відповідно до методики OECD [16] ефект декаплінгу оцінюється за індексом декаплінгу *Decoupling Index* (далі - *DeclInd*) та визначається, як:

$$\text{DeclInd} = \frac{\left(\frac{EP}{DF}\right)_{\text{ending}}}{\left(\frac{EP}{DF}\right)_{\text{beginning}}} = \frac{K_{EP_{\text{ending}}}}{K_{DF_{\text{beginning}}}}, \quad (2.1)$$

де EP – це показник антропогенного тиску на довкілля (environmental pressure), натуральних одиниць;

DF – показник економічного зростання (driving force), відображається найчастіше через валовий внутрішній продукт, грошових одиниць;

K_{EP} , K_{DF} – темпи приросту відповідних показників у звітному (ending) та базовому (beginning) періодах дослідження (роках) [274].

Для розрахунку *Decoupling Index* введемо наступні позначення:

K_{eco} - ланцюгові темпи приросту до попереднього року забруднюючого фактора підприємства ДТЕК, %.

K_{EV} - ланцюгові темпи приросту до попереднього року об'ємів вироблення електроенергії, % [274].

Decoupling Index обчислимо за формулою аналогічною формулі (1):

$$\text{DecInd}(t) = \frac{K_{e \cdot cot}}{K_{EVt}}, \quad (2.2)$$

де t - це рік;

K_t - це ланцюгові темпи приросту відповідного показника

$$Kf = (Tf - 100)\%, \quad (2.3)$$

T_t - це ланцюгові темпи зростання відповідного показника

t

$$T_i = \frac{y_t}{y_{t-1}} 100\% \quad (2.4)$$

y_t - значення відповідного показника у розглядаємому році,

y_{t-1} - значення відповідного показника у попередньому до розглядаємого року [274].

Декаплінг-аналіз здійснимо за статистичними даними поданими у табл. 2.10.

Для опису декаплінг-ефекту залізничних перевезень використаємо класифікацію типів декаплінгу за П. Тапіо [280]. Залежно від щільності зв'язку між економічним зростанням та характером індексу декаплінгу дослідники виділяють чотири підкатегорії та вісім логічних ступенів (табл. 2.11).

Таблиця 2.11

Категорії Decoupling Index за Tapio P. [280]

Weak $0 < \text{Decoupling Index} < 0.8$	Strong $\text{Decoupling Index} < 0$	Recessive	Expansive
позитивний Decoupling Index		$1.2 > \text{Decoupling Index} > 0.8$	
спостерігається за умови одночасного зростання темпів економічного зростання та викидів ПГ, але коли темпи зростання перших перевищують другі	спостерігається за умови зростання темпів економічного зростання та одночасного зниження темпів викидів ПГ	спостерігається, якщо темпи економічного зростання та викиди парникових газів мають тенденцію до зниження	спостерігається, якщо темпи економічного зростання та викиди парникових газів мають тенденцію до збільшення
від'ємний Decoupling Index		Decoupling Index > 1.2	
спостерігається, якщо темпи економічного зростання і темпи зміни викидів парникових газів мають тенденцію до зниження, але коли темпи зниження економічного зростання перевищують темпи зниження викидів парникових газів	спостерігається, якщо темпи економічного зростання мають тенденцію до зниження, а темпи зміни викидів парникових газів - до збільшення	спостерігається при одночасному зниженні темпів економічного зростання та викидів ПГ, але коли темпи зниження викидів ПГ перевищують темпи зниження темпів економічного зростання)	спостерігається, якщо темпи економічного зростання і темпи зміни викидів ПГ мають тенденцію до збільшення, але коли темпи зростання останніх перевищують темпи зростання перших

Позначимо:

T_{GHG} – темпи зростання валових викидів парникових газів, %;

T_z – темпи зростання викидів забруднюючих речовин, %;

T_w – темпи зростання об'ємів забору води, %;

T_G – темпи зростання обсягів неперероблених відходів [274].

Застосовуючи ланцюгові темпи зростання відповідних показників, обчислених за формулою (4), пропонуємо наступну формулу для знаходження

інтегрального показнику темпів зростання перевезень залізницею, застосовуючи середньо геометричне [274], тобто таке число, яким можна замінити кожне з цих чисел так, щоб їх добуток не змінився:

$$T_{\text{Index}} = \sqrt[4]{T_{\text{GHG}} \cdot T_Z \cdot T_W \cdot T_G}, \quad (2.5)$$

Керуючись формулою (3), знайдемо інтегральний показник темпів приросту факторів негативного впливу [274], %:

$$K_{\text{avg}} = (T_{\text{avg}} - 100), \quad (2.6)$$

Інтегральний *Decoupling Index* пропонуємо обчислювати за формулою аналогічною формулі (2):

$$\text{DecInd}_{\text{tegt}} = \frac{K_{\text{tegt}}}{K_{\text{Evt}}}, \quad (2.7)$$

Аналогічно, позначивши

K_{inv} - ланцюгові темпи приросту до попереднього року об'ємів капітальних інвестицій у ДТЕК, %.

$$\text{DecInd}_{\text{Integt}} = \frac{K_{\text{Integt}}}{K_{\text{Inv}}}, \quad (2.8)$$

Результати здійснених розрахунків [274] узагальнено в табл.2.12 та рис.2.24.

Таблиця 2.12

Динаміка *Decoupling Index* підприємства ДТЕК протягом 2013-2021 рр.[274]

Роки	Decoupling Index відносно об'ємів виробництва електроенергії					Інтегральний Decoupling Index відносно інвестицій
	валових викидів парникових газів	валових викидів забруднюючих речовин	об'ємів забору води	обсягів неперероблених відходів	інтегральний	
2013	0.2698	-0.2801	-0.0149	-0.1377	-0.0430	-0.4254

Продовження табл. 2.12

Роки	Decoupling Index відносно об'ємів виробництва електроенергії					Інтегральний Decoupling Index відносно інвестицій
	валових викидів парникових газів	валових викидів забруднюючих речовин	об'ємів забору води	обсягів неперероблених відходів	інтегральний	
2013	0.2698	-0.2801	-0.0149	-0.1377	-0.0430	-0.4254
2014	1.0114	3.4251	0.9507	1.0246	1.67457	0.4400
2015	0.7799	1.1782	0.7241	0.7103	0.8527	0.7576
2016	1.7835	6.914414699	2.185224399	-1.311643836	2.269118895	0.128901653
2017	2.1832	-4.607513916	1.636319846	-0.587797619	-0.144148957	0.02614087
2018	2.7916	1.646407347	2.463468122	4.370977011	2.858062806	-0.202383373
2019	0.8692	0.446845699	0.311031568	1.770408163	0.876837236	-0.745385958
2020	0.3669	1.319911185	1.121919684	0.849002849	0.92299866	0.215692567
2021	1.0316	0.802854557	3.14360813	2.807142857	1.963829214	-0.537996568

За класифікацією типів декаплінгу за П. Тапіо [263], тренд темпів приросту обсягів генерації електроенергії та інтегрального показника забруднення довкілля супроводжується *recessive coupling-effect*, оскільки і за показниками обсягів виробництва електроенергії, і за показниками забруднення довкілля протягом періоду, що аналізувався, спостерігається спад [274]. До того ж, практично з однаковою швидкістю.

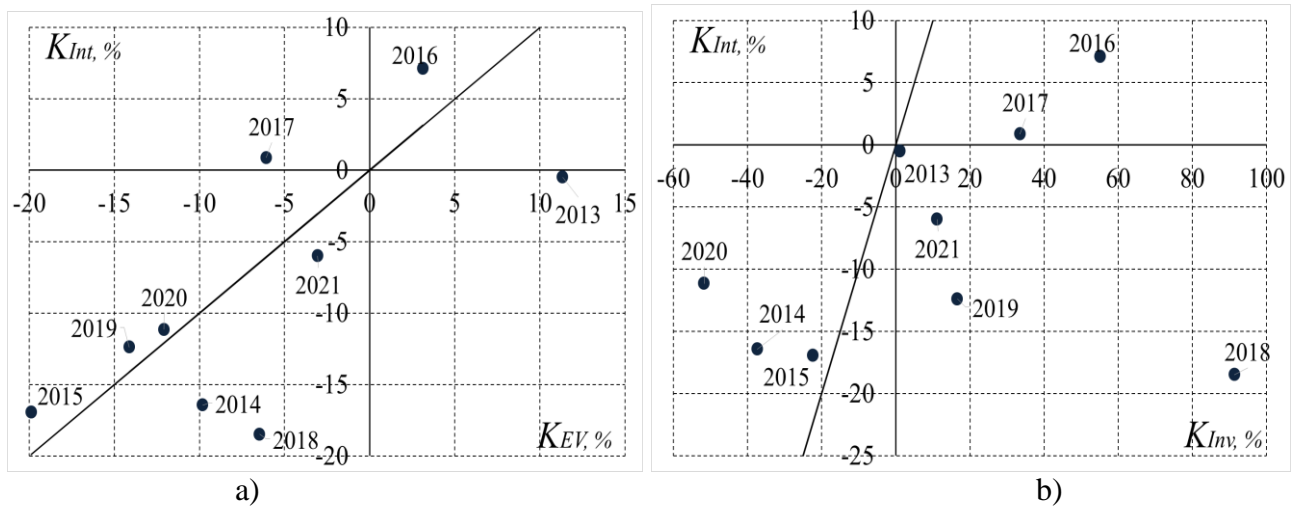


Рис. 2.24 – Динаміка темпів приросту інтегрального показника забруднюючих факторів підприємства ДТЕК від (а) обсягів виробництва електроенергії; (б) капітальних інвестицій [274]

Тренд ж темпів приросту обсягів капітальних інвестицій та інтегрального показника забруднення довкілля також супроводжується *recessive coupling-effect*, проте з більш прискореною швидкістю, що свідчить про те, що з кожною одиницею капітальних вкладень в модернізацію ТЕС та ТЕЦ Групи ДТЕК обсяги забруднення довкілля прискорено скорочуються [274].

Застосовано методи регресійного аналізу для виявлення неявних і завуальованих зв'язків між даними спостережень. Очевидно, що в цьому випадку лінійна регресія незадовільно апроксимує дослідні дані. Таким чином, завдання полягає в тому, щоб підібрати рівняння нелінійної множинної регресії, яке вдало наблизить емпіричні точки, бажано найкращим чином. Специфікацію моделі пропонується провести методом спрямованого перебору з використанням методу найменших квадратів (МНК). Якість наближення оцінимо за допомогою коефіцієнта детермінації (що ближче до одиниці, то краще) і середньої помилки апроксимації (що ближче до нуля, то краще). На основі побудованого рівняння регресії визначається внесок кожної незалежної змінної у варіацію досліджуваної (прогнозованої) залежної змінної величини [274].

В роботі запропонована ефективна обчислювальна схема для визначення невідомих параметрів матричного рівняння регресії.

Як відомо [3], МНК добре працює, якщо кількість експериментів достатньо (приблизно на порядок) перевищує кількість оцінюваних компонентів рівняння регресії. Погіршення співвідношення між числом оцінюваних коефіцієнтів і числом дослідів призводить до негативних наслідків з таких причин. По-перше, зростають дисперсії оцінки значень елементів вектора коефіцієнтів, що лежать на головній діагоналі коваріаційної матриці помилок оцінок. По-друге, при цьому знижується число ступенів свободи, що дорівнює різниці між числом експериментів і числом оцінюваних параметрів, що призводить до розширення довірчих інтервалів, які накривають справжні значення коефіцієнтів рівняння регресії. Наслідком цього є збільшення ймовірності прийняти гіпотезу про не

значимість факторів, для яких розраховані довірчі інтервали захоплюють нуль. Таким чином, сукупна дія зазначених причин в умовах дефіциту вихідних даних знижує адекватність моделі [274].

Перспективні можливості виникають у разі використання штучної ортогоналізації результатів пасивного експерименту. Сукупність результатів статистичних даних за звітами ДТЕК утворює пасивний експеримент. При цьому відповідна матриця вихідних даних не є ортогональною, що унеможливило незалежне оцінювання впливу кожного з чинників і їхніх взаємодій, яке забезпечує відсіювання мало значущих компонентів рівняння регресії [274].

Спочатку переведемо масштабування (нормування) реальних вимірювань факторів до інтервалу (0;1] за формулами

$$X_i = \frac{X_i}{X_{\max}}, \quad (2.9)$$

де X – відповідний фактор,

$i = \overline{1,10}$ - номер спостереження [274].

Використовується технологія опрацювання результатів пасивного експерименту, яка забезпечує можливість встановлення зв'язку між значеннями викидів парникових газів (визначального параметра досліджуваної складної системи) і великим числом імовірних чинників, які можуть впливати на неї, у ситуації, коли загальне число дослідів є недостатнім для побудови адекватної моделі. Це дало змогу здійснити незалежне відсіювання малозначущих чинників і взаємодій, що спрощує структуру оцінюваного рівняння регресії та підвищує його точність. Таким чином, ми обмежилися тільки чотирма факторами, які мають найбільший вплив на обсяги викидів парникових газів [274].

В результаті побудовано багатфакторну нелінійну залежність:

$$GHG = 0.1814 - 0.2158 \cdot \sqrt{S} - 0.0594 \cdot I^{3/2} + 1.0273 \cdot E, \quad (2.10)$$

де GHG^* - валові викиди парникових газів,

s' - екологічні витрати (без урахування екоподатку),

l' - інвестиції в модернізацію групи ДТЕК (капітальні інвестиції),

E^* - виробництво електроенергії,

* - позначає, що ми розглядаємо нормовані безрозмірні величини [274].

Коефіцієнти багатофакторної нелінійної регресії (1) після початкової лінеаризації знайдено узагальненим методом найменших квадратів у матричному вигляді.

Згідно моделі (1) бачимо, що зростання обсягів виробництва електроенергії викликає збільшення викидів парникових газів, вони знаходяться у прямій лінійній залежності. Знак мінус перед інвестиціями в модернізацію та екологічними витратами показує, що при збільшенні цих параметрів, валові викиди парникових газів зменшуються [274].

Одержаний коефіцієнт детермінації для цієї моделі складає $R^2 = 0,986$, він досить близький до 1, що говорить про достатню щільність між змінними.

Розрахункове значення коефіцієнта Фішера за вибірковими даними $F = 143.46$, критичне значення коефіцієнта Фішера $F_{kr} = 4.76$ за степенями вільності $k_1 = 6$, $k_2 = 3$, рівнем значущості $\alpha = 0.05$. Перевірка за критерієм Фішера, $F > F_{kr}$, показала, що з надійністю 95% можна вважати, що запропонована математична модель адекватна статистичним даним і на підставі прийнятої моделі можна проводити економічний аналіз [274].

Середня помилка апроксимації $\bar{A} = 2.88\%$, таким чином, регресійні значення відрізняються від відповідних емпіричних значень у середньому на 2.88%, що можна визнати хорошим результатом.

Для виконання програми зниження викидів, до 2030 року необхідно знизити на 25% відносно значення на 2019 рік [160], тобто 23505.38 тис. т., при чому виробництво електроенергії на 2030 рік заплановано в обсязі 27000 млн. кВт/год [51]. Для досягнення цієї мети пропонуються прогнозні значення екологічних

витрат, які складають 2292 млн.грн. та інвестиції в модернізацію групи ДТЕК (капітальні інвестиції), 20851 млн.грн. [274].

Графік залежності (1) наведено на рис. 2.25 при сталому об'ємі виробництва електроенергії.

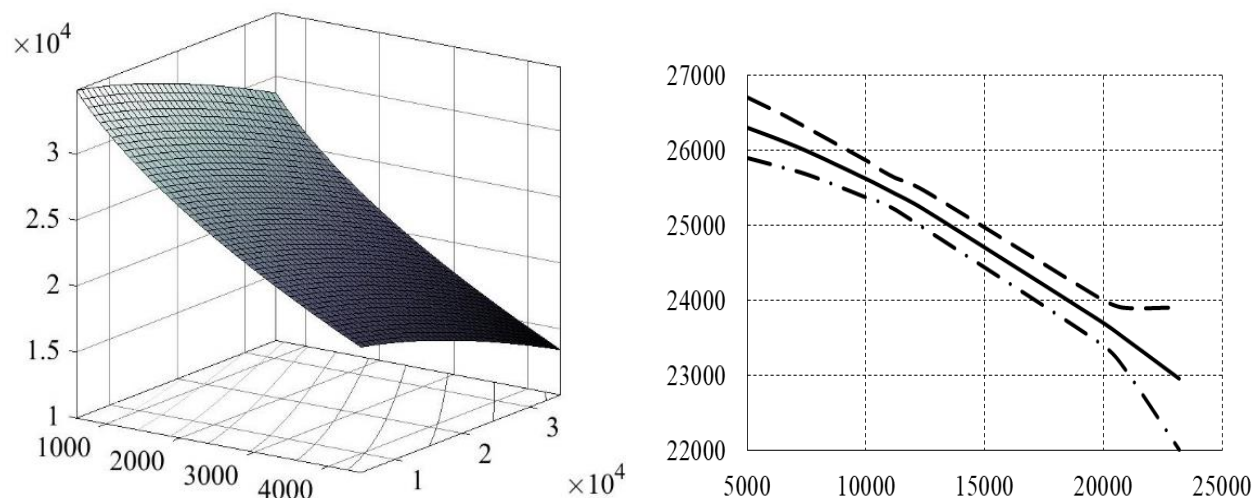


Рисунок 2.25. Поверхня залежності об'ємів викидів парникових газів від інвестицій у модернізацію та екологічних витрат при сталому об'ємі виробництва електроенергії групи ДТЕК [274]

Для фіксованих величин прогнозного значення екологічні витрати, 2292 млн. грн. та запланованого в обсязі 27000 млн. кВт/год виробництва електроенергії побудовано згідно моделі (1) графік залежності валових викидів парникових газів від величини капітальних інвестицій (рис.2.25) [274].

Надійна зона для цієї регресії побудована для рівня значущості $\alpha=0.05$, критичне значення коефіцієнта Стюдента за таблицею значень дорівнює $t_{kr} = 2.365$.

Тобто для прогнозного значення довірчий інтервал для прогнозу, обчислений з надійністю $P = 95\%$, є $22009.27 \leq Y_{pr} \leq 23909.81$.

Таким чином, на підставі даних Групи ДТЕК доведено готовність підприємств енергетики України до залучення ESG-інвестицій, а отже і до подальшого розвитку в контексті трансформації до низьковуглецевої економіки [274].

Натомість, для прискорення процесу ESG-інвестування підприємств енергетики має бути сформоване сприятливе інвестиційне середовище, формування якого слід розпочати зі:

- створення необхідного нормативно-правового поля, яке забезпечить привабливість галузі енергетики та мінімізацію ризиків інвесторів;

- завершення інтеграції з енергосистемою ENTSO-E в передбачені терміни (2023 рік), яка відкриє можливості для широкого партнерства не тільки на енергетичному ринку, а й на ринках капіталу;

- розвитку культури відкритих інновацій, роботизації виробництва, масштабного використання сучасних цифрових технологій і AI-рішень;

- побудови інфраструктури Smart Grid, що забезпечить прискорення «зеленої» генерації, електрифікації та сталого розвитку, стане основою для прогресу галузі та економіки країни в цілому;

- впровадження стимулюючого тарифоутворення, а саме, RAB-тарифу, що дозволить операторам системи розподілу збільшити обсяги капіталовкладення в розвиток мереж [274].

Висновки до розділу 2

1. Констатовано, що однією з основних галузевих умов вступу України до Європейського Союзу є запуск повноцінного енергетичного ринку, задля чого, починаючи з 2015 року здійснено низку інституційних, економічних і регуляторних реформ. Доведено, що не дивлячись на сумлінні намагання уряду здійснити перехід до європейської моделі енергетичних ринків, Україні це так і не

вдалось через велику кількість регуляторних обмежень оптових цін (price caps), невиважену політику підтримку ВДЕ, відсутність ринкових цін для населення та діючі механізми покладання спеціальних обов'язків, які в сукупності й призвели до утворення на ринку електроенергії ланцюга боргів «усіх перед усіма» [266, с.89]. Обґрунтовано, що боргова криза, яка нині спостерігається в енергетиці України, потребує на термінове вжиття заходів. Її подальше ігнорування недопустиме, оскільки створює значні загрози як для енергетичної безпеки країни, так і фінансової спроможності підприємств електроенергетики. Розглянуто утворений через модель ПСО ланцюг боргів підприємств електроенергетики. Встановлено причини виникнення боргової кризи на ринку електроенергії України, серед яких: некоректна робота механізм «покладання спеціальних обов'язків» (ПСО); суттєве недофінансування тарифів для населення, а також тарифів за надані послуги з передачі електроенергії високовольтною магістральною мережею та управління енергосистемою (диспетчеризацію); надання боржникам преференції - позбавлення їх «покарання» за несвоєчасну сплату вартості спожитих послуг [266, с.89]. Визначено заходи з пом'якшення боргової кризи на ринку е/е.

2. Деталізовано вивчено Звіт ІЕПр НАНУ «Економічно-обґрунтований підхід до запровадження Національного плану скорочення викидів в Україні на підставі досвіду скорочення викидів у повітря шкідливих забруднюючих речовин великими спалювальними установками в Європі» та розглянуто європейський досвід державної підтримки ТЕС/ТЕЦ. Акцентовано, що з-поміж механізмів, що застосовувалися та продовжують застосовуватись для підтримки вугільної генерації, найбільш значимими за обсягами фінансування є механізм перехідної оплати, який до тепер застосовується в Польщі, Німеччині, Португалії, Чехії, Греції, Італії та контракти на різницю, що до нині використовуються в Австрії, Данії, Нідерландах, Великобританії та ін. країнах [266]. Обґрунтовано, що для України більш доцільним для фінансування проєктів з реконструкції, модернізації

та техпереоснащення є застосування механізму перехідної оплати [266]. Включення у такий спосіб перехідної оплати до тарифів з електропостачання (що включають вартість закупівлі електричної енергії на ринку, вартість послуг з її розподілу та передачі, а також вартість послуг постачальника електроенергії) не матиме суттєвого впливу на їх зростання як для побутових, так і для непобутових споживачів, натомість дозволить мати додаткові надходження, які ТЕС/ТЕЦ зможуть спрямувати на фінансування проектів з їх реконструкції та модернізації та техпереоснащення.

3. Встановлено існуючі загрози підприємствам Групи ДТЕК, пов'язані з переходом до низьковуглецевої економіки. Наголошено, що процес трансформації підприємств енергетики до низьковуглецевої генерації гальмується через: численні руйнування об'єктів генерації та системи мереж, пов'язані з повномасштабним вторгненням РФ на територію України; дефіцит коштів, необхідних на відновлення зруйнованих об'єктів; незавершену лібералізацію ринку електроенергії; закритий доступ до інформації і недовіру інвесторів; недосконалу систему тарифоутворення; масштабні борги «усіх перед усіма» тощо. Сфокусовано увагу на новітніх механізмах державного регулювання ринку електроенергії, запроваджених протягом 2023-2024 рр., зокрема, на механізмі «гарантій походження», «агрегації» та ін. Обґрунтовано твердження, що лише повна лібералізація ринку електроенергії, сприятиме формуванню повноцінної конкуренції між виробниками електроенергії, а отже і гарантуванню економічної безпеки підприємств енергетики. Здійснено за декаплінг-підходом діагностику взаємозв'язку між інвестованим капіталом у проекти з декарбонізації, обсягами викидів вуглецю та економічною безпекою підприємств енергетики.

РОЗДІЛ 3

СТРАТЕГІЧНІ ІМПЕРАТИВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ЕНЕРГЕТИКИ В УМОВАХ ТРАНСФОРМАЦІЇ ДО НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ МОДЕЛІ ЕКОНОМІКИ

3.1. Токенізація «гарантій походження» як гарантування економічної безпеки підприємств енергетики

Маючи наміри прискорити процес енергетичного переходу до низьковуглецевої економіки, Україна, керуючись досвідом країн ЄС, активно вживає заходи щодо залучення інвестицій у розвиток ВДЕ та забезпечення економічної безпеки підприємств електроенергетики. На особливу уваги серед вжитих заходів заслуговує запровадження механізму «гарантій походження» енергії.

Відповідно до п. 1 Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи України» від 30 червня 2023 року за № 3220-IX [154], гарантія походження енергії (далі - ГП), виробленої з відновлюваних джерел енергії є електронний документ, сформований на основі відомостей з реєстру гарантій походження електричної енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, який підтверджує, що визначена кількість електричної енергії вироблена з відновлюваних джерел енергії, підтверджує її екологічну цінність і засвідчує права, пов'язані з позитивним ефектом від виробництва електричної енергії з відновлюваних джерел енергії [154].

Гарантія походження (далі – ГП) видається на стандартний обсяг відпущеної в електричну мережу електричної енергії, що становить 1 МВт/год, у тому числі відпущеної до системи передачі та/або системи розподілу, та/або в мережу інших

власників, зокрема по прямій лінії, або виробленої та використаної для власного споживання електричної енергії [154].

Дехто ототожнює механізм ГП з попередніми механізмами регулювання ринку електроенергії такими, як торгівля вуглецевими квотами, вуглецевими кредитами та ін., що були запроваджені з підписанням Кіотського протоколу. Дійсно, механізм «гарантій походження» дещо схожий з механізмом поводження з вуглецевими квотами та вуглецевими кредитами. Втім, все ж він має певні відмінності, оскільки спрямований на:

по-перше, підтвердження споживання «зеленої» енергії, тобто гарантування, що покупець отримує електроенергію, генеровану ВДЕ;

по-друге, оптимізацію витрат на державну фінансову підтримку розвитку ВДЕ, оскільки дохід від продажу гарантій походження, який отримує «Гарантований покупець» («ГарПок»), спрямовується на покриття витрат спеціальних обов'язків (PCO), що допомагає зменшити фінансове навантаження на НЕК «Укренерго» [14];

по-третьє, досягнення через справедливий розподіл вигоди збалансування інтересів учасників ринку гарантій походження електроенергії;

по-четверте, забезпечення прозорості та формування довіри споживачів до ринку ГП;

по-п'яте, стимулювання конкуренції у сфері ВДЕ [112].

До того ж, за підрахунками експертів, потенціал ринку гарантій походження електричної енергії, виробленої з ВДЕ в Україні, сягає майже 11 млн. одиниць. Потенційними покупцями ГП за результатами проведеного опитування визнано наступні категорії (рис.3.1) [14].

Утім, запуску вільного ринку завадить низка проблем, серед яких:

- низька зацікавленість потенційних покупців у придбанні ГП;
- відсутність механізмів стимулювання внутрішнього попиту на ГП ;
- довготривалий процес визнання в ЄС гарантій походження;

- недостатня обізнаність потенційних покупців щодо механізму «гарантій походження» [14].



Рис.3.1. Категорії потенційних покупців «гарантій походження» енергії [14]

Тож, розуміючи складність ситуації, урядом, науковцями та практиками наразі здійснюється пошук шляхів щодо вирішення означених проблем. Зокрема, щодо стимулювання покупців у придбанні ГП існує пропозиція запровадити механізм податкових пільг по сплаті екологічного податку у вигляді зменшення бази оподаткування за вуглецевим податком на обсяг скорочених викидів CO₂, підтверджених ГП.

Безумовно даний механізм сприятиме посиленню зацікавленості покупців. Втім, оскільки податок на викиди вуглецю є занадто низьким (30 грн/т CO₂), то вважаємо, що очікувати на суттєве зростання попиту не варто.

Звучать також пропозиції і щодо прискорення вжиття заходів з визнання в ЄС гарантій походження, виданих в Україні, що чітко спостерігається в Дорожній карті впровадження ГП в Україні (рис.3.2).

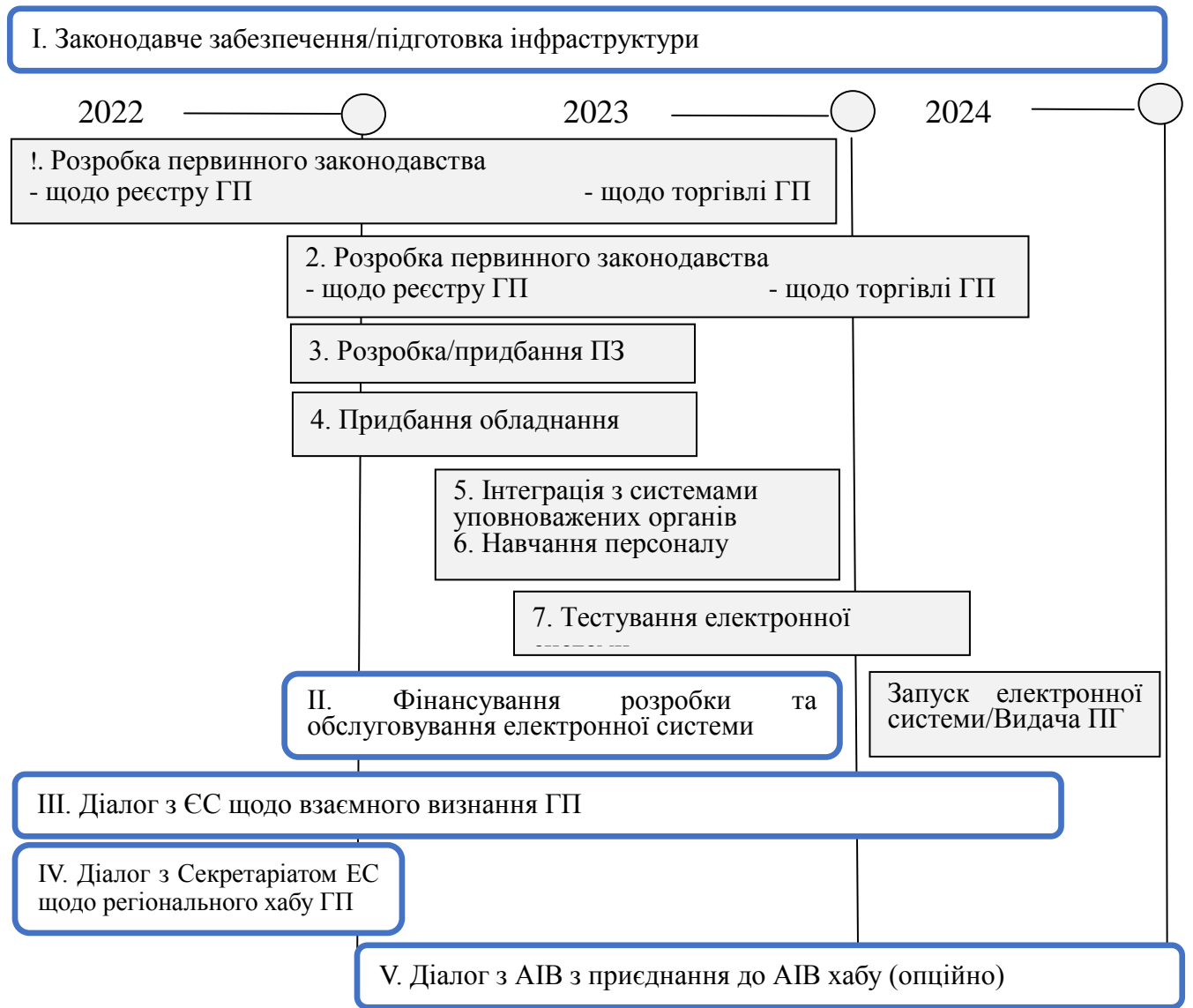


Рис. 3.2. Дорожня карта впровадження «гарантій походження» в Україні [109]

Втім, даний процес довготривалий, оскільки потребує створення певного нормативно-правового ландшафту, а відтак, і певного часу на їх розробку, обговорення та затвердження. Тож, доки дане питання не буде вирішено, доступ до європейського ринку українським ГП лишатиметься закритим.

Відтак, маємо підстави констатувати, що механізм «гарантій походження» запущено, але умови для його повноцінного функціонування не створено

(аукціони не відбуваються) (Додаток К.), що в черговий раз дає підстави для нарікань зі сторони стейкхолдерів щодо низької дієвості прийнятих урядових рішень щодо трансформації енергетики до низьковуглецевої генерації електроенергії.

З огляду ж на очікуване впровадження СВAM з 2026 року та зростання цін на викиди двоокису вуглецю у країнах ЄС, дуже важливо якнайшвидше розпочати впровадження схеми гарантії походження електроенергії [35]. З цією метою вважаємо доцільним, керуючись нормами Закону України «Про віртуальні активи» від 15.11. 2024 р. за № 2074-IX [151], створити блокчейн-платформи для токенизації сертифікатів гарантії походження. Це дозволить перетворити їх на віртуальні активи (токени), з якими можна здійснювати транзакції на відкритому ринку. Таке рішення дозволить усунути не лише бюрократичні бар'єри, а й забезпечити ліквідність ГП, даючи змогу підприємствам енергетики оперативно реалізовувати отримані винагороди.

Механізм токенизації ГП має базуватись на принципах децентралізованих фінансів (*DeFi*), де кожна ГП може бути представлена у вигляді невзаємозамінного токена (*NFT*) або токена стандарту *ERC-20*. Такі цифрові активи можна продавати іншим підприємствам через смарт-контракти, що забезпечить прозорість, автоматизованість та захист від підробок. Крім того, використання блокчейну дозволить створити історію транзакцій, яка буде в будь-який час доступною для всіх учасників ринку.

Таким чином, основна ідея токенизації гарантій походження полягає у створенні нової фінансово-екологічної екосистеми, в якій ГП походження стануть частиною ринкової віртуальних активів. Це дозволить генеруючим електроенергію підприємствам, що знижують викиди, отримувати фінансові винагороди без обмежень, а підприємствам, які перевищують норми, – компенсувати свій вплив на довкілля через придбання ГП.

Для побудови математичної моделі токенизації гарантій походження першочергово визначимо основні припущення, які мають бути враховані під час моделювання. Зокрема, насамперед слід врахувати, що підприємства енергетики, прагнучи до низьковуглецевої генерації, досить активно інвестують капітал у розвиток ВДЕ, очікуючи при цьому на певну винагороду. Згідно запровадженому механізму «гарантій походження», такою винагородою мають бути отримані кошти від здійснення операцій з ГП. Проте, через недосконалість регуляторного поля, ГП наразі характеризуються низькою ліквідністю. Іншими словами, їх складно перетворити на реальні кошти, що демотивує підприємства інвестувати у подальше зменшення викидів. Тож, створений ринок гарантій походження є неефективним, а черговий, запроваджений механізм прискорення трансформації підприємств енергетики неідеальним.

Водночас інші підприємства, які перевищують свої ліміти викидів, можуть бути зацікавлені в купівлі ГП для компенсації екологічного впливу, чи то уникнення санкцій, чи для покращення іміджу підприємства.

Для токенизації гарантій походження доцільно скористатись технологією блокчейна, за якої кожен сертифікат ГП перетворюється на криптотокен, який можна обмінюватись на відкритому ринку. Для моделювання процес токенизації ГП введемо основні позначення:

N^i – допустима норма викидів для підприємства i , (тонн CO_2).

R_i – фактичні викиди підприємства i , (тонн CO_2).

S_i – кількість сертифікатів, отриманих підприємством i за скорочення викидів.

k – коефіцієнт конверсії сертифікатів у токени.

T_i – кількість випущених токенів для підприємства i ,

D_j – попит на токени від підприємства j , яке перевищило норму викидів.

P_T – ринкова ціна токена.

M – загальна кількість токенів на ринку.

x – загальна кількість надлишкових викидів на ринку.

На основі перелічених змінних покроково розглянемо математичні аспекти випуску токенів, попиту на них та формування ціни.

Випуск токенів. Передбачається, що підприємства, які протягом звітного періоду скоротили викиди вуглецю порівняно з нормативним рівнем N_i отримують сертифікати гарантії походження (у наступній кількості:

$$S_i = \max(0, N_i - R_i), \quad (3.1)$$

Ці сертифікати можуть бути токенізовані та конвертовані у цифрові активи за допомогою коефіцієнта k , що визначає співвідношення між сертифікатом і токеном:

$$T_i = kS_i, \quad (3.2)$$

Динаміка випуску токенів може залежати від загального обсягу сертифікатів ГП, що надходять у систему, а також від ринкової кон'юнктури. Якщо система перевантажена надлишком токенів, коефіцієнт конверсії k може бути адаптивним:

$$k = f(S_{\text{заг}}, X), \quad (3.3)$$

де $S_{\text{заг}} = \sum S_i$ – загальна кількість сертифікатів у системі;

X – загальна кількість надлишкових викидів, що потребують компенсації.

Таким чином, випуск токенів є функцією фактичного скорочення викидів підприємствами енергетики та адаптивного коефіцієнта конверсії.

Попит на токени. Припустимо, що попит на токени формується зі сторони підприємств, які перевищили свої ліміти викидів та мають потребу в їх компенсації. Якщо підприємство j має перевищення рівня викидів:

$$D_j = \max(0, R_j - N_j), \quad (3.4)$$

тоді його необхідність у придбанні токенів становитиме:

$$T_j^{\text{номр}} = \frac{D_j}{k}, \quad (3.5)$$

Загальний попит на ринку визначається як сума попиту всіх підприємств:

$$D_{\text{заг}} = \sum_j D_j, \quad (3.6)$$

та відповідно загальна необхідна кількість токенів для компенсації викидів:

$$T_{\text{заг}}^{\text{номр}} = \frac{D_{\text{заг}}}{k}, \quad (3.7)$$

Попит на токени може змінюватися залежно від політичних регулювань, економічної активності підприємств-забруднювачів та їхнього бажання компенсувати вуглецевий слід.

Окрім підприємств-забруднювачів, попит можуть формувати й інші гравці ринку, наприклад, компанії, які хочуть інвестувати у «зелені» активи. Це може створювати додатковий спекулятивний тиск на ринок токенів.

Формування ціни на токени. Ціна токена P_T , які на будь-який товар, визначатиметься співвідношенням між пропозицією токенів та попитом на них. Відповідно, ціна формуватиметься за функцією:

$$P_T = f(T_{\text{заг}}, T_{\text{заг}}^{\text{потр}}), \quad (3.8)$$

Якщо обсяг випущених токенів перевищуватиме попит, то ціна буде знижуватися:

$$P_T = P_T^{\text{баз}} \cdot \left(1 - \frac{T_{\text{заг}} - T_{\text{заг}}^{\text{потр}}}{T_{\text{заг}}}\right), \quad (3.9)$$

де $P_T^{\text{баз}}$ – початкова встановлена ціна токена.

Якщо ж попит перевищуватиме пропозицію, то ціна зростатиме залежно від обсягу дефіциту:

$$P_T = P_T^{\text{баз}} \cdot \left(1 - \frac{T_{\text{заг}} - T_{\text{заг}}^{\text{погр}}}{T_{\text{заг}}^{\text{погр}}}\right), \quad (3.10)$$

де a – коефіцієнт еластичності ціни відносно дефіциту токенів.

Відтак, модель ціноутворення на ГП може бути як статичною (визначатися на основі середньозваженої ціни угод), так і динамічною, якщо в систему буде інтегровано аукціонний механізм або механізм автоматизованого маркет-мейкера (АММ), який коригує ціну токенів на основі миттєвого попиту та пропозиції.

Таким чином, формування ціни на токени є динамічним процесом, який залежить від ринкової ситуації, кількості випущених токенів і обсягів попиту на них. Це забезпечує гнучкість та адаптивність системи, дозволяючи збалансувати інтереси підприємств, які зменшують викиди, та підприємств, які прагнуть їх компенсувати.

Перетворення ГП у токени. Процес токенізації «гарантій походження» базується на використанні блокчейн-технології, де кожен сертифікат перетворюється на токен, що може бути проданий або використаний як екологічний актив.

Основна ідея полягає у тому, що сертифікати гарантії походження, які отримують підприємства за скорочення викидів CO_2 , реєструються у смарт-контрактах на блокчейн-платформі. Кожен сертифікат має свою унікальну цифрову ідентифікацію (*hash*) та записується у блокчейн, забезпечуючи його прозорість і захист від підробок. Токени можуть бути двох типів:

1. Фунгібельні токени (*ERC-20*) – для стандартизованого обігу сертифікатів у вигляді цифрових активів, що можуть торгуватися на відкритих біржах.
2. Невзаємозамінні токени (*NFT, ERC-721* або *ERC-1155*) – для збереження унікальних сертифікатів із конкретною історією їх походження.

Процес перетворення сертифікатів ГП у токени проходить через кілька основних етапів:

Етап 1. *Реєстрація сертифіката в блокчейні.* Підприємство, яке отримало ГП, подає інформацію щодо них до системи токенизації. Дані сертифіката (обсяг скорочених викидів, дата отримання, унікальний *ID*) записуються у блокчейн через смарт-контракт:

$$S_i \rightarrow \text{Blockchain}(H(S_i)), \quad (3.11)$$

де $H(S_i)$ – хеш сертифіката.

Етап 2. *Визначення коефіцієнта конверсії.* Кожен сертифікат конвертується у токени eGP відповідно до встановленого коефіцієнта k :

$$T_i = kS_i, \quad (3.12)$$

Значення k може бути фіксованим або динамічним, залежно від ринкової ситуації.

Етап 3. *Випуск токенів у блокчейні.* Після реєстрації сертифіката смарт-контракт автоматично генерує токени eGP на блокчейн-адресу підприємства:

$$\text{Mint}(T_i) \rightarrow \text{Address}_i, \quad (3.13)$$

де $\text{Mint}(T_i)$ – функція створення токенів у блокчейні.

Етап 4. *Торгівля токенами на ринку.* Отримані токени eGP можуть бути використані для продажу на ринку через децентралізовані (*DEX*) або централізовані (*CEX*) біржі, або використані для компенсації власних викидів, здійснених підприємством.

Вважаємо за потрібне наголосити, що у світовій практиці торгівлі вуглецевими сертифікатами зустрічаються випадки їх подвійного використання, підробки або маніпуляцій з реєстрацією. Використання ж блокчейн-технологій

дозволить усунути зазначені ризики, створюючи відкриту, децентралізовану та перевірену систему обліку випуску eGP та контролю за транзакціями завдяки:

унікальній цифровій реєстрації, де кожен сертифікат ГП прив'язується до конкретного підприємства і не може бути повторно використаний;

децентралізованому реєстру, де всі операції записуються в блокчейн, забезпечуючи прозорість процесу;

обов'язковій верифікації ГП.

Щоб переконатись в правильності даної гіпотези, було здійснено спробу побудови математичної моделі, що описує стан захисту токенів та забезпечення прозорості транзакцій з eGP, а саме:

1. Верифікацію сертифікатів перед токенизацією.
2. Перевірку та аудит історії сертифікатів у блокчейні.
3. Алгоритм анулювання шахрайських сертифікатів.
4. Механізм автоматичного коригування ціни (захист від маніпуляцій).

Крок 1. Перевірка сертифікатів перед токенизацією.

Підприємство i подає сертифікат S_i на токенизацію. Він має пройти перевірку через оракул:

$$V(S_i) = \begin{cases} 1, \text{якщо сертифікат підтверджено} \\ 0, \text{якщо сертифікат фальшивий} \end{cases}, \quad (3.14)$$

Токенизований актив буде створений лише тоді, коли оракул підтвердить його автентичність:

$$T_i = kS_i \cdot V(S_i), \quad (3.15)$$

де k – коефіцієнт конверсії сертифікатів у токени.

Крок 2. Аудит історії сертифікатів у блокчейні

Кожен токен має історію власників:

$$H(T_i) = (S_i, Issuer, Buyer_1, Buyer_2, \dots, Current Owner) \quad 3.16$$

Якщо під час аудиту встановлено невідповідності, відбувається відкликання сертифіката:

$$A(T_i) = \begin{cases} 1, \text{якщо виявлено шахрайство} \\ 0, \text{якщо запис підтверджено} \end{cases}, \quad (3.17)$$

Крок 3. Анулювання ГП.

Якщо сертифікат не підтверджено верифікацією, усі його токени знищуються:

$$\text{If } A(T_i) = 1, \rightarrow \text{Burn}(T_i) \quad (3.18)$$

Ця операція гарантує, що жоден неверифіцирований сертифікат ГП не зможе бути використаний у ринкових операціях.

Крок 4. Автоматичне коригування ціни токенів eGP.

Щоб запобігти штучним маніпуляціям із цінами, має використовуватися динамічне ціноутворення. Нехай:

D – загальний попит на токени;

S – загальна пропозиція токенів на ринку;

P_T - поточна ринкова ціна токена;

$P_T^{\text{баз}}$ – базова ціна токена;

α – коефіцієнт коригування.

Тоді нова ціна токена визначатиметься як:

$$P_T = P_T^{\text{баз}} \left(1 + \frac{\alpha D - S}{S} \right), \quad (3.19)$$

Якщо попит D зростає швидше за пропозицію, ціна збільшується, запобігаючи скуповуванню великих обсягів токенів з метою маніпуляції.

Підсумуємо всі кроки в одну інтегровану модель:

$$T_i = k S_i \cdot V(S_i) \cdot (1 - A(T_i)), \quad (3.20)$$

$$P_T = P_T^{\text{баз}} \left(1 + \frac{\alpha D - S}{S} \right), \quad (3.21)$$

де

$V(S_i)$ – перевірка сертифіката;

$A(T_i)$ – аудит сертифіката;

k – коефіцієнт конверсії;

D, S – попит і пропозиція eGP.

Розроблена модель забезпечує: запобігання фальсифікації сертифікатів ГП; прозорість усіх транзакцій з eGP у блокчейні; автоматичне виявлення та анулювання шахрайських активів; захист ціноутворення від маніпуляцій.

Втім, при здійсненні транзакцій з eGP, досить важливе значення відіграє створення «збалансованого портфеля», оскільки при здійсненні операцій з eGP, підприємства стикаються з потребою у оптимальному розподілу активів між:

власними потребами у викидах (утримання частини токенів для компенсації власних екологічних зобов'язань);

продажем токенів (максимізація прибутку від реалізації надлишкових екологічних активів);

інвестиціями у додаткові «зелені» активи (покупка токенів для подальшого зростання вартості або покращення екологічного рейтингу).

Ця задача є аналогом портфельного управління, де підприємство повинно визначити оптимальне співвідношення між збереженням, продажем і покупкою токенів eGP, з урахуванням ризиків, доходності та екологічних зобов'язань.

Припустим, що:

$T_{\text{вип}}$ – загальна кількість токенів, випущених підприємством у поточному періоді.

$T_{\text{зал}}$ – частка токенів, залишена для покриття власних екологічних потреб.

$T_{\text{прод}}$ – частка токенів, що буде продана на ринку.

$T_{куп}$ – частка токенів, яку підприємство вирішує придбати для майбутнього використання або перепроджу.

P_T – ринкова ціна токена.

R_T – очікувана прибутковість токена (залежить від ринкової динаміки та попиту).

V_T – волатильність ціни токенів (рівень ризику).

λ – коефіцієнт ризик-апетиту підприємства (чим вищий, тим більше підприємство готове до ризикових операцій).

Обмеження на портфель токенів:

$$T_{вип} = T_{заг} + T_{прод} - T_{куп}, \quad (3.22)$$

$$0 \leq T_{зал}, T_{прод}, T_{куп} \leq T_{вип}, \quad (3.23)$$

Завдання підприємства – максимізувати очікувану вигоду від володіння портфелем токенів з урахуванням ризиків:

$$U(T_{зал}, T_{прод}, T_{куп}) = P_T T_{прод} + P_T T_{куп} - \frac{\lambda}{2} V_T (T_{прод} + T_{куп})^2, \quad (3.24)$$

де:

$P_T T_{прод}$ – дохід від продажу токенів;

$P_T T_{куп}$ – очікуваний прибуток від купівлі токенів;

$\frac{\lambda}{2} V_T (T_{прод} + T_{куп})^2$ – штраф за ризик, пов'язаний із волатильністю ринку токенів.

Оптимальне рішення отримується шляхом знаходження значень , що $T_{зал}$, $T_{прод}$, $T_{куп}$ максимізують функцію вигоди.

Підприємство вирішує задачу:

$$\max_{T_{заг}, T_{прод}, T_{куп}} U(T_{заг}, T_{прод}, T_{куп}), \quad (3.25)$$

з обмеженнями:

$$T_{вип} = T_{заг} + T_{прод} - T_{куп}, \quad (3.26)$$

$$0 \leq T_{\text{зал}}, T_{\text{прод}}, T_{\text{куп}} \leq T_{\text{вип}}, \quad (3.27)$$

$$T_{\text{зал}} \geq \gamma T_{\text{вип}}, \quad (3.38)$$

де γ – частка токенів, яку компанія зобов'язана зберегти для компенсації власних викидів відповідно до екологічного регулювання.

Для розв'язку цієї задачі скористаємось методом множників Лагранжа:

де:

$$L(T_{\text{зал}}, T_{\text{прод}}, T_{\text{куп}}, \mu) = P_T T_{\text{прод}} + R_T T_{\text{куп}} - \frac{\lambda}{2} \gamma T (T_{\text{прод}} + T_{\text{куп}})^2 + \mu (T_{\text{вип}} - T_{\text{зал}} - T_{\text{прод}} + T_{\text{куп}}), \quad (3.39)$$

перші два доданки описують вигоду від продажу та купівлі токенів; третій доданок вводить штраф за ризик, пов'язаний з волатильністю; останній доданок містить множник Лагранжа μ , який гарантує виконання рівняння обмеження.

Знайдемо частинні похідні функції Лагранжа та прирівняємо їх до нуля:

Похідна за $T_{\text{зал}}$:

$$\frac{\partial L}{\partial T_{\text{зал}}} = -\mu = 0, \quad (3.30)$$

Звідси отримуємо:

$$\mu = 0, \quad (3.31)$$

що означає, що обмеження не впливають на оптимізацію в цьому напрямку. При цьому:

похідна за $T_{\text{прод}}$:

$$\frac{\partial L}{\partial T_{\text{прод}}} = P_T - \lambda \gamma T (T_{\text{прод}} + T_{\text{куп}}) - \mu = 0, \quad (3.32)$$

похідна за $T_{\text{куп}}$:

$$\frac{\partial L}{\partial T_{\text{куп}}} = R_T - \lambda \gamma T (T_{\text{прод}} + T_{\text{куп}}) + \mu = 0, \quad (3.33)$$

похідна за μ (рівняння обмеження):

$$T_{\text{ви́п}} - T_{\text{заг}} - T_{\text{прод}} + T_{\text{куп}} = 0, \quad (3.34)$$

Тож, маємо систему рівнянь:

$$P_T - \lambda V_T (T_{\text{прод}} + T_{\text{куп}}) - \mu = 0, \quad (3.35)$$

$$R_T - \lambda V_T (T_{\text{прод}} + T_{\text{куп}}) - \mu = 0, \quad (3.36)$$

$$T_{\text{ви́п}} = T_{\text{зал}} + T_{\text{прод}} - T_{\text{куп}}, \quad (3.37)$$

З першого та другого рівнянь отримаємо:

$$P_T - \lambda V_T (T_{\text{прод}} + T_{\text{куп}}) = - (R_T - \lambda V_T (T_{\text{прод}} + T_{\text{куп}})), \quad (3.38)$$

Здійснюючи спрощення, знаходимо:

$$P_T + R_T = 2\lambda V_T (T_{\text{прод}} + T_{\text{куп}}), \quad (3.39)$$

$$T_{\text{прод}} + T_{\text{куп}} = \frac{P_m + R_m}{2\lambda V_m}, \quad (3.40)$$

Підставимо в рівняння обмеження:

$$T_{\text{ви́п}} = T_{\text{зал}} + \frac{P_m + R_m}{2\lambda V_m}, \quad (3.41)$$

Якщо підприємство має залишити мінімальний запас ГП, тобто $T_{\text{зал}} \geq \gamma T_{\text{ви́п}}$, то отримуємо:

$$T_{\text{зал}} = \max \left(\gamma T_{\text{ви́п}}, T_{\text{ви́п}} - \frac{P_m + R_m}{2\lambda V_m} \right), \quad (3.42)$$

Отже, оптимальні значення параметрів у розв'язку:

$$T_{\text{прод}} = \frac{P_m + R_m}{4\lambda V_m}, \quad (3.43)$$

$$T_{\text{куп}} = \frac{P_m + R_m}{4\lambda V_m}, \quad (3.44)$$

$$T_{\text{зал}} = \max \left(\gamma T_{\text{ви́п}}, T_{\text{ви́п}} - \frac{P_m + R_m}{2\lambda V_m} \right), \quad (3.45)$$

Якщо ринкова та очікувана ціни tokenів eGP високі, підприємство має сенс збільшити продаж tokenів. Якщо ж ринок нестабільний, підприємству варто створити резерв eGP, щоб мінімізувати ризики. У випадку, якщо коефіцієнт ризику великий, підприємство має бути більш консервативним і залишити більше tokenів у своєму портфелі.

Відтак, приходимо до висновку, що ефективне управління токенами eGP потребує адаптації до ринкових умов, які змінюються під впливом попиту, ризику, волатильності та очікуваної прибутковості. На основі математичної моделі та проведеного аналізу можна сформулювати прогнозний сценарій розвитку ринку tokenів eGP для підприємства енергетики, генеруючих «чисту» електроенергію.

Цей сценарій включає три ключові аспекти, які визначатимуть управлінські рішення: очікуваний розподіл tokenів у часі (Рис. 3.3) – як зміниться структура продажу, закупівлі та резерву; вплив ризику та волатильності на рішення (Рис. 3.4) – як підприємство буде адаптуватися до змін ринкових умов. Цей прогноз дає змогу сформулювати гнучку стратегію, яка дозволить підприємству уникнути ризиків та збільшити прибуток.

Графік на рис. 3.3 відображає зміну кількості проданих, куплених та залишених у резерві tokenів протягом року. Динаміка цих змін дає змогу оцінити, як підприємство реагує на ринкові умови та змінює свою стратегію.

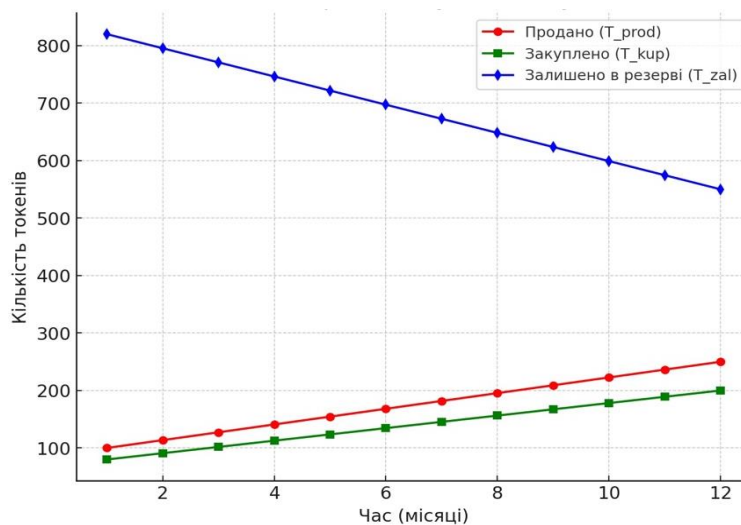


Рис. 3. 3. Динаміка розподілу токенів у часі [авторське бачення]

Упродовж аналізованого періоду спостерігається поступове зростання продажу токенів з 100 до 250 од. на місяць, що може свідчити про підвищення попиту на активи. Також підприємство збільшує обсяги закупівлі токенів (від 80 до 200 од.), що може бути пов'язано з очікуванням подальшого зростання ринку. Одночасно спостерігається зменшення резервів токенів з 820 до 550 од., що вказує на активне використання активів для отримання прибутку.

Таким чином, генеруюче підприємство поступово переходить від консервативного управління (збереження активів) до більш активної ринкової політики (збільшення транзакцій з eGP). Це узгоджується з математичною моделлю, яка передбачає, що при зростанні ринкової ціни P_T та низькому рівні ризику (λ) підприємству вигідно більше продавати та купувати токени.

Графік на рис. 3.4 демонструє залежність управлінських рішень підприємства від коефіцієнта ризику (λ) та волатильності ринку (V_T). Аналіз показує, що зміна рівня ризику суттєво впливає на обсяг операцій із токенами.

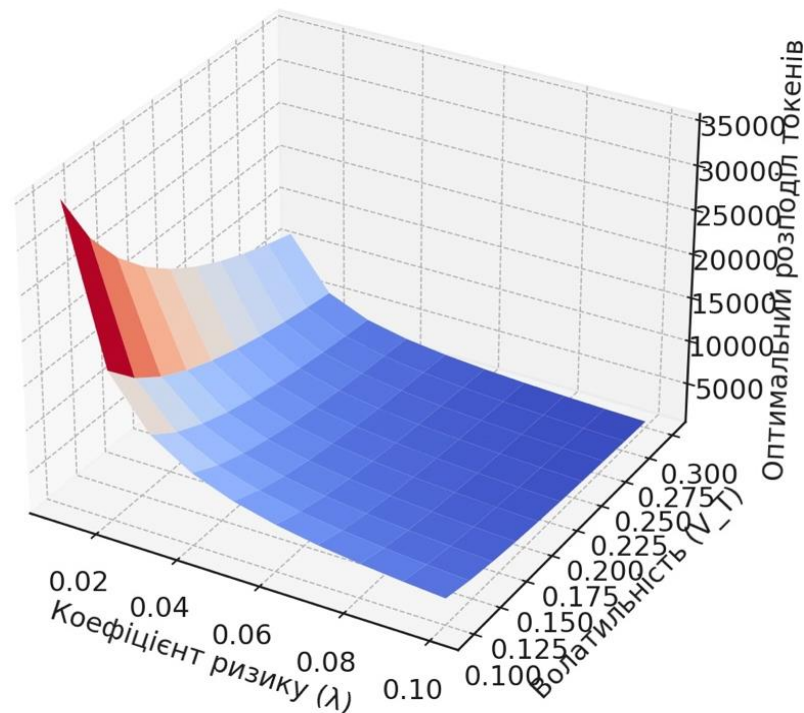


Рис. 3.4. Вплив ризику та волатильності на рішення [авторське бачення]

При низькому ризику ($\lambda < 0,03$) та низькій волатильності ($V_T < 0,25$) підприємство здійснює активну транзакцію з токенами, очікуючи стабільний прибуток. Однак, при зростанні ризику ($\lambda > 0,06$) підприємство зменшує торгівлю активність і залишає більше tokenів у резерві.

При високому ризику ($\lambda > 0,08$) та високій волатильності ($V_T > 0,25$) компанія різко скорочує операції з токенами і переходить до накопичення активів. Це відповідає запропонованій математичній моделі, яка передбачає, що у нестабільних умовах (високі значення λ та V_T) оптимальним рішенням буде мінімізація активної торгівлі та збільшення резервів. Отже, підприємство має враховувати ризикові фактори та адаптувати свою стратегію залежно від ринкової мінливості.

Аналіз рис. 3.3 та 3.4 дозволяє сформулювати наступні висновки:

- динаміка розподілу tokenів у часі свідчить, що підприємство повинно адаптувати свою стратегію відповідно до ринкових змін, поступово переходячи від збереження активів до активної торгівлі;

- вплив ризику та волатильності на рішення доводить, що у нестабільних ринкових умовах підприємство має скорочувати торгові операції та зберігати більше активів.

Таким чином, в процесі дослідження сформовано методологічну платформу токенизації «гарантій походження» енергії, засновану на технологіях blockchain, яка передбачає сукупність чітких послідовних дій та процедур агрегаторів/агрегованих груп по створенню tokenів eGP (для кожної МВт-год «чистої» енергії), вжиття яких сприятиме: створенню добровільного децентралізованого ринку tokenів eGP, а отже, і нового джерела доходів підприємств енергетики; забезпеченню прозорості та надійності всіх (без виключення) транзакцій з eGP; зменшенню ризиків застосування до експорту

електроенергії *СВАМ* та інших регуляторних санкцій; поліпшенню іміджу підприємств енергетики серед інвесторів та учасників ринку електроенергії; посиленню конкурентних переваг та гарантуванню їх економічної безпеки.

Втім, обмеженням у застосуванні даної методологічної платформи є термін дії гарантій походження, визначений Законом України «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи України» від 30.06.2023 року за № 3220-IX [154], який складає 12 місяців, що настають після місяця, в якому здійснювалося виробництво електричної енергії, на який видана така гарантія. Погашення гарантії походження повинно відбутися протягом 18 календарних місяців після місяця, в якому здійснювалося виробництво електричної енергії. Якщо гарантія походження не була погашена протягом цього терміну, вона анулюється [154]. Тож, отримані підприємствами енергетики у 2024 р. гарантій походження, практично не знайшли застосування, оскільки внутрішній ринок ГП до тепер в Україні практично, так і не запрацював.

Як відомо, у серпні 2024 року запрацював Реєстр гарантій походження електроенергії з відновлюваних джерел, а в жовтні в НКРЕКП повідомила про видачу перших ГП для ПрАТ «Укргідроенерго» на загальний обсяг близько 96,5 ГВт·год. Станом на початок жовтня в Реєстрі було створено понад 900 облікових записів. Здійснення обігу гарантій походження передбачається на майданчику ТОВ «Українська енергетична біржа» (УЕБ) [14]. Хоча УЕБ вбачає найбільшим продавцем «Гарантованого покупця», взяти участь у торгах також можуть виробники, які не входять до складу балансуєної групи «ГарПоку» [224].

У листопаді 2024 р. УЕБ запусив організовані торги ГП електричної енергії з відновлюваних джерел енергії. Втім, торги не відбулись, і насамперед, через відсутність зацікавленості покупців у їх придбанні. З запуском торгів на національному рівні очікуються найнижчі ціни, що спостерігаються у сценарії з найбільшою пропозицією та через початковий низький інтерес. Втім, з розвитком

ринку ГП, ціновий коридор може варіюватися від 0,5 євро за МВт-год (23 грн. за МВт-год) до 0,9 євро за МВт-год (41 грн. за МВт-год), в залежності від поведінки учасників ринку і беручи до уваги переважаючі нормативні вимоги і готовність чи здатність платити адекватно [224]. Проте, це лише перспективи. Реаліями сьогодення є те, що гарантії походження, видані в листопаді 2024 р. практично можна вважати вже втраченими, а отже, і втраченими доходи, на які очікували підприємства, генеруючі «чисту» енергію.

Отже, щоб механізм «гарантій походження» запрацював необхідно терміново вжити заходи щодо:

- внесення змін до Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи України» від 30.06.2023 року за № 3220-IX [154] у частині подовження терміну дії ГП терміном до 3 років;

- внесення доповнення до Закону України «Про віртуальні активи» від 15.11.2024 р. за №2074-IX [151] в частині здійснення транзакцій з eGP-токенами;

- розробки Міністерством цифрової трансформації України алгоритму токенизації гарантій походження та визначення Правил здійснення операцій з транзакції.

Таким чином, за результатами дослідження обґрунтовано доцільність з метою забезпечення дієвості механізму «гарантій походження» та створення додаткового джерела доходів підприємств енергетики, токенизувати «гарантії походження» енергії у відповідності до Закону України «Про віртуальні активи». Сформовано методологічну платформу з токенизації «гарантій походження» енергії, засновану на технології блокчейну, яка передбачає сукупність чітких послідовних дій та процедур агрегаторів чи агрегованих груп по створенню для кожної МВт-год «чистої» енергії, eGP-токена, що сприятиме: створенню децентралізованого ринку токенів eGP, а отже, і нового джерела доходів підприємств енергетики; забезпеченню прозорості та надійності всіх (без

виключення) транзакцій з eGP; зменшенню ризиків застосування СВAM та інших регуляторних санкцій; поліпшенню іміджу та репутації підприємств енергетики серед інвесторів та учасників ринку електроенергії; посиленню конкурентних переваг та гарантуванню їх економічної безпеки.

3.2. Модифікація конфігурації ESG-комплаєнса у забезпеченні економічної безпеки підприємств енергетики

Загальновідомо, що енергетична галузь України має значний потенціал для піднесення. Проте протягом тривалого періоду їй бракувало прозорих, конкурентних та зрозумілих правил гри для учасників ринку, панували монополії та зарегульованість. Це перешкоджало поступальному розвитку і модернізації української енергетики. А система перехресного субсидіювання та дотацій із бюджету стримувала зростання цін на енергоносії для населення, водночас вимивала величезні кошти з бюджету, перешкоджаючи модернізації та розвитку, впровадженню нових технологій на підприємствах енергетики [55]. Тому питання пошуку та розробки дієвих інструментів забезпечення економічно-безпечного майбутнього підприємств енергетики є злободенними, що саме і актуалізує тематику даного дослідження [102].

Аналіз останніх досліджень і публікацій засвідчує, що питання забезпечення економічно-безпечного майбутнього підприємств галузі енергетики вже тривалий час не залишає байдужими як практиків, так і науковців. Зокрема, в працях таких науковців, як Бобошко О., Веклич О., Вервеги Т., Новицької Н., Олехової О., Пашкова М., Сіденко В., Маркевича К., Стецюка П., Гончара М., Стукаленко І. Попової С., Хлебнікової І. Чекунової С. та ін. означена проблематика всебічно розглянута. Натомість, високі темпи глобальних трансформаційних змін, пріоритетність зменшення залежності від імпорту палива й енергії, розвиток відновлюваних джерел енергії, коливання ціни на енергоносії (спричинені

політичною нестабільністю та військовими протистояннями), нестабільність середовища функціонування підприємств енергетики та їх позицій, як на українському, так і європейському енергетичному ринку [20, с.61], часткове виведенням з експлуатації ТЕС, закриття шахт та проведення реконверсії вугільних регіонів відповідно до міжнародних зобов'язань, а також нагальна потреба у створенні сприятливих умов для залучення інвестицій у електроенергетичний сектор (зокрема, для створення високоманеврових потужностей, в т.ч. energy storage), вимагають на пошук дієвого інструментарію забезпечення економічно-безпечного майбутнього підприємств енергетики, і насамперед, підприємств генерації електроенергії [137, с.18]. Ігнорування або ж не належне ставлення до вирішення даного питання в найближчій перспективі може призвести до руйнування всієї системи енергозабезпечення країни, що матиме катастрофічні наслідки [100].

Сучасні компанії активно впроваджують ESG-ініціативи, що є важливим фактором стійкого розвитку. Проте, разом із цим виникає проблема грінвошінгу – фальсифікації або маніпуляції ESG-звітністю з метою покращ репутації.

Розробимо математичну модель процесу виявлення аномалій у *ESG*-даних, використовуючи методи машинного навчання. Зокрема, модель базуватиметься на алгоритмі *Isolation Forest*, який є ефективним для виявлення аномальних спостережень.

Основна ідея моделі – аналіз ESG-показників у динаміці та виявлення відхилень, які можуть свідчити про спотворення інформації або неузгодженість між заявленими екологічними ініціативами та реальними наслідками.

Для побудови математичної моделі виявлення аномалій у *ESG*-звітах спочатку визначимо ключові змінні та параметри, які будуть використовуватися в аналізі.

1. Вхідні змінні ESG-даних

Позначимо основні показники, які характеризують екологічні, соціальні та управлінські ініціативи компанії:

I_t – інвестиції в модернізацію та екологічні проекти в році t (млн. грн);

E_t – екологічні витрати компанії (млн. грн);

G_t – обсяг виробленої «зеленої» енергії (млн. кВт·год);

ΔG_t – приріст «зеленої» генерації ($G_t - G_{t-1}$);

$CO2_t$ – валові викиди CO_2 (тис. т);

$\Delta CO2_t$ – приріст або зменшення викидів CO_2 ($CO2_t - CO2_{t-1}$);

W_t – кількість утворених відходів (млн. т);

R_t – обсяг перероблених відходів (млн. т);

L_t – рівень соціальних інвестицій (млн. грн);

S_t – чисельність працівників (тис. осіб);

T_t – коефіцієнт виробничого травматизму.

Всі ці змінні залежать від часу t та є часовими рядами, що дозволяє виявляти тенденції та закономірності.

Для кожного року t формуємо вектор ознак:

$$X_T = [I_t, E_t, G_t, \Delta G_t, CO2_t, \Delta CO2_t, W_t, R_t, L_t, S_t, T_t], \quad (3.46)$$

де кожен елемент Xt є числовим показником, що характеризує ESG-діяльність.

Змінні ESG-аналізу подаються у вигляді матриці ознак:

$$X = \begin{bmatrix} I_1 & E_1 & G_1 & \Delta G_1 & CO2_1 & \Delta CO2_1 & W_1 & R_1 & L_1 & S_1 & T_1 \\ I_2 & E_2 & G_2 & \Delta G_2 & CO2_2 & \Delta CO2_2 & W_2 & R_2 & L_2 & S_2 & T_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ I_n & E_n & G_n & \Delta G_n & CO2_n & \Delta CO2_n & W_n & R_n & L_n & S_n & T_n \end{bmatrix} \quad (3.47)$$

Оскільки всі показники мають різні масштаби вимірювання, ми виконуємо їх нормалізацію:

$$X'_t = \frac{X_t - \mu_X}{\sigma_X} \quad (3.48)$$

де:

μ_X – середнє значення показника,

σ_X – стандартне відхилення.

Це дозволить алгоритму машинного навчання працювати коректно, не надаючи перевагу ознакам із більшими значеннями.

Виявлення аномалій у *ESG*-даних здійснюється за допомогою алгоритму *Isolation Forest*. Його основна ідея полягає у побудові множини дерев рішень, які виділяють аномальні точки за меншою кількістю розбиттів у порівнянні зі звичайними даними.

Алгоритм базується на припущенні, що аномальні точки розташовані у менш щільних регіонах простору ознак, а отже, вони будуть ізольовані швидше при випадкових розбиттях.

Модель будується наступним чином:

Вибирається випадкова підмножина даних. \rightarrow Для кожного зразка випадково вибирається одна з ознак. \rightarrow Вибирається випадкове значення з вибраного атрибута як поріг для розбиття. \rightarrow Цей процес повторюється до моменту, коли кожен зразок стає ізольованим.

Чим менше розбиттів потрібно для ізоляції точки, тим більш аномальною вона є.

Математична модель алгоритму.

Формалізація дерев ізоляції:

Етап 1. Для кожної точки X_t вибираємо випадкову ознаку $f \in X_t$.

Етап 2. Встановлюємо випадковий поріг p для розбиття вибраної ознаки:

$$p = \text{rand}(\min(X_t^f), \max(X_t^f)) \quad (3.49)$$

Етап 3. Визначаємо, до якої групи належить точка:

Якщо $X_t^f \leq p$, точка йде в ліву підгрупу.

Інакше – в праву.

Етап 4. Повторюємо розбиття до тих пір, поки кожна точка не буде ізольована.

Формула аномальності:

$$s(X) = \frac{E(h(X))}{c(n)} \quad (3.50)$$

де:

$h(X)$ – довжина шляху до ізоляції точки X .

$E(h(X))$ – середня довжина шляху у дереві.

$c(n)$ – нормалізуючий коефіцієнт для розміру вибірки.

Встановимо граничні значення:

Якщо $s(X) > 0.6$ → аномалія, підозра на фальсифікацію *ESG*-звітності.

Якщо $0.4 \leq s(X) \leq 0.6$ → потенційно нестабільні дані, потрібна додаткова перевірка.

Якщо $s(X) < 0.4$ → нормальні *ESG*-дані.

У процесі аналізу *ESG*-звітності важливо не лише виявляти загальні аномалії, але й розуміти конкретні закономірності грінвошінгу, які можуть свідчити про маніпуляції з екологічними та фінансовими даними. Для цього було

розроблено набір чітких критеріїв, які допомагають оцінити, наскільки дані відповідають заявленій екологічній політиці компанії.

Щоб покращити інтерпретованість результатів, визначено ключові патерни можливих маніпуляцій на основі відхилень у фінансових та екологічних показниках. Ці критерії дозволяють ідентифікувати нестиківки між витратами, інвестиціями та фактичними екологічними ефектами, такими як скорочення викидів CO_2 або виробництво «зеленої» енергії.

У табл. 3.1 наведено основні конкретні правила виявлення аномалій, які враховують різні аспекти грінвошінгу.

Таблиця 3.1

Закономірності грінвошінгу та їх критерії виявлення [авторське бачення]

Критерій	Умова аномалії	Можливий грінвошінг
Фінансовий дисбаланс	Високі екологічні витрати (E_t) при низькому зниженні викидів CO_2 (ΔCO_{2t})	Компанія витрачає кошти на «еко-PR», але не на реальне зниження викидів
Диспропорція генерації	Різке зростання «зеленої» генерації (ΔG_t) без пропорційного збільшення капітальних інвестицій (I_t)	Заявлене збільшення зеленої енергетики може бути завищеним
Маніпуляція зі звітністю	Викиди CO_2 (CO_{2t}) та інші екологічні показники суттєво відрізняються від тренду попередніх років	Можливе викривлення <i>ESG</i> -звітування
Незвичайні соціальні інвестиції	Високі соціальні витрати (L_t) при одночасному скороченні персоналу (S_t)	Можлива маніпуляція соціальними показниками

Як видно з табл. 3.1, основні ознаки грінвошінгу можна розділити на фінансові, екологічні та соціальні диспропорції.

Фінансовий дисбаланс може вказувати на ситуацію, коли компанія збільшує витрати на *ESG*-ініціативи, але реальних екологічних змін не відбувається. Це свідчить про можливе використання екологічного *PR* без фактичних дій.

Диспропорція генерації вказує на ситуації, коли компанія раптово заявляє про значне зростання «зеленої» генерації, проте відсутність відповідних інвестицій може свідчити про завищені дані у звітах.

Маніпуляція зі звітністю проявляється у значних коливаннях даних, які не відповідають загальній динаміці змін у галузі.

Соціальні аномалії можуть включати різке збільшення соціальних витрат на фоні скорочення персоналу, що може бути ознакою маніпуляцій у звітах щодо корпоративної відповідальності.

Застосування цих критеріїв у моделі виявлення аномалій дозволяє не лише автоматично знаходити підозрілі випадки, але й визначати конкретні причини, які можуть свідчити про грінвошинг.

Таким чином, модель не просто знаходить відхилення, а й допомагає ідентифікувати конкретні фактори, які можуть сигналізувати про навмисні маніпуляції *ESG*-звітом.

Оцінка якості моделі виявлення аномалій є важливим етапом перевірки її ефективності та надійності. Оскільки в реальних *ESG*-звітах зазвичай немає заздалегідь визначених аномалій, для тестування моделі використовується метод штучного маркування аномальних точок, а також класичні метрики оцінки якості: *Precision* (точність), *Recall* (повнота), *F1-score* та *ROC-AUC*.

Алгоритм *Isolation Forest*, що застосовується для аналізу, працює за принципом випадкового розбиття даних та визначення аномальних спостережень на основі глибини їх ізоляції у дереві. Таким чином, оцінка його ефективності є ключовою для визначення придатності до практичного використання.

Для оцінки якості моделі використовуються стандартні метрики класифікації:

Precision (Точність) – частка правильно знайдених аномальних точок серед усіх передбачених аномалій:

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3.51)$$

де TP – кількість правильно виявлених аномалій;

FP – кількість нормальних точок, помилково позначених як аномалії.

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}, \quad (3.52)$$

$Recall$ (Повнота) – частка правильно знайдених аномальних точок серед усіх фактичних аномалій:

де FN – кількість аномалій, які модель не виявила.

$F1$ -score – баланс між $Precision$ та $Recall$:

$$F_1 = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{recision} + \text{Recall}} \quad (3.53)$$

Ця метрика враховує як точність, так і повноту моделі.

ROC-AUC (*Area Under Curve*) – показник, що оцінює здатність моделі розрізняти нормальні та аномальні точки:

$$AUC = \int_0^1 TPR(FPR) dFPR, \quad (3.54)$$

де TPR (*True Positive Rate*) – це $Recall$, а FPR (*False Positive Rate*) визначається як:

$$FPR = \frac{FP}{FP + TN}, \quad (3.55)$$

де TN – кількість правильно класифікованих нормальних точок.

Для перевірки якості моделі використовується наступний підхід:

1. Штучне створення аномальних даних.

Вручну модифіковано кілька записів, щоб вони виглядали як аномальні (наприклад, різке зростання екологічних витрат без пропорційного зменшення викидів CO₂).

Ці точки були позначені як справжні аномалії (*ground truth*).

Після цього модель *Isolation Forest* була запущена для класифікації всіх точок.

2. Розрахунок метрик *Precision*, *Recall*, *F1-score* та *ROC-AUC*.

Використовуючи формули (*Precision*, *Recall*, *F1-score* та *ROC-AUC*), було обчислено точність роботи моделі.

3. Перехресна валідація.

Щоб перевірити стабільність моделі, була застосована *k-fold cross-validation*, що дозволило оцінити її узагальнену ефективність.

Розраховані метрики представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Результати оцінки якості моделі [власні розрахунки]

Метрика	Значення
Precision	0.85
Recall	0.92
F1-score	0.88
ROC-AUC	0.94

Отримані результати свідчать про високу ефективність моделі:

Precision = 0.85 означає, що 85% виявлених аномалій справді є аномальними.

Recall = 0.92 показує, що модель знаходить 92% усіх аномалій, що свідчить про її високу чутливість.

F1-score = 0.88 вказує на збалансовану ефективність між *Precision* та *Recall*.

$ROC-AUC = 0.94$ демонструє відмінну здатність розрізняти нормальні та аномальні точки.

Реалізація моделі була виконана в Python з використанням Google Colab. Для реалізації було використано бібліотеки машинного навчання, такі як:

pandas для роботи з табличними даними;

numpy для обчислень;

sklearn.ensemble.IsolationForest для моделювання;

sklearn.metrics для оцінки якості моделі;

matplotlib та *seaborn* для візуалізації результатів.

На рисунку 3.5 представлено фрагмент програмної реалізації моделі.

Цей код готовий до використання для *ESG*-комплаєнсу і виявлення можливого грінвошінгу.

Розроблена модель для виявлення аномалій у *ESG*-звітах на основі *Isolation Forest* та визначених критеріїв грінвошінгу дозволяє автоматично аналізувати дані та знаходити потенційні маніпуляції. Однак, для підтвердження її ефективності необхідно протестувати модель на реальних *ESG*-даних, оцінити її результати та порівняти їх із очікуваними відхиленнями.

```

import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from sklearn.ensemble import IsolationForest
from sklearn.metrics import precision_score, recall_score, f1_score, roc_auc_score

# Відключення warnings для чистоти виводу
import warnings
warnings.filterwarnings("ignore")

...
...
...

df = pd.DataFrame(data)

# Нормалізація ESG-показників для моделювання
df_numeric = df.drop(columns=["Pik"])
df_numeric = (df_numeric - df_numeric.mean()) / df_numeric.std()

# === 2. Навчання моделі Isolation Forest ===
model = IsolationForest(contamination=0.1, random_state=42)
df["Аномалія"] = model.fit_predict(df_numeric)

# Позначення аномальних точок (1 - норма, -1 - аномалія)
df["Аномалія"] = df["Аномалія"].apply(lambda x: "Аномалія" if x == -1 else "Норма")

# === 3. Візуалізація аномалій ===
plt.figure(figsize=(12, 6))
sns.scatterplot(x=df["Pik"], y=df["Приріст генерації «зеленої» електроенергії"],
                hue=df["Аномалія"], palette={"Норма": "blue", "Аномалія": "red"}, s=100)
plt.xlabel("Pik")
plt.ylabel("Приріст генерації «зеленої» електроенергії (млн кВт·год)")
plt.title("Виявлення аномалій у генерації зеленої електроенергії")
plt.legend(title="Аномалії", labels=["Норма", "Грінвошінг"])
plt.show()

# === 4. Додавання критеріїв грінвошінгу ===

```

Рисунок 3.5. Фрагмент програмної реалізації моделі мовою програмування Python

- На цьому етапі проведено експериментальне дослідження, яке включає:
- застосування моделі до реальних *ESG*-даних для виявлення аномалій;
 - візуалізацію результатів та аналіз виявлених аномалій;
 - перевірку відповідності знайдених аномалій критеріям грінвошінгу;

– підготовку висновків про ефективність моделі та можливості її подальшого вдосконалення.

Для оцінки ефективності розробленої моделі та перевірки її здатності виявляти можливі випадки грінвошінгу було зібрано набір ESG-даних, що містить ключові екологічні, фінансові та соціальні показники діяльності компанії.

Дані включають інвестиції в модернізацію, екологічні витрати, приріст генерації «зеленої» електроенергії, викиди CO₂ та інші параметри, які можуть бути об'єктами маніпуляцій (Додаток Л). На основі цих показників було проведено детальний аналіз аномалій, що дозволив визначити можливі закономірності грінвошінгу.

У табл. 3.3 наведено вихідні ESG-дані, які використовуються для дослідження та подальшого застосування алгоритму виявлення аномалій.

Таблиця 3.3

Вихідні ESG-дані та результати аналізу

Рік	Інвестиції в модернізацію	Екологічні витрати	...	Приріст генерації «зеленої» електроенергії	При-ріст викидів CO ₂	Аномалія	Фінансовий дисбаланс	Диспропорція генерації	Маніпуляція CO ₂	Підозрілі показники
2012	10193	548.5	...	23.9	-25.4	Норма	False	False	False	False
2013	10310	976.0	...	267.7	-284.6	Аномалія	True	False	False	True
2014	6460	777.2	...	651.4	-692.4	Норма	False	False	False	False
2015	5015	822.5	...	634.0	-673.9	Норма	False	False	False	False
2016	7781	858.4	...	680.4	-646.7	Норма	False	False	False	False
2017	10388	1126.8	...	637.8	-677.9	Норма	False	True	False	True
2018	19878	1378.3	...	677.0	-719.7	Норма	False	True	False	True
2019	23180	1362.2	...	1397.0	-1485.0	Норма	False	True	False	True
2020	11197	741.5	...	2398.4	-2549.5	Норма	False	False	True	True

Після запуску моделі виявлення аномалій на основі *Isolation Forest* і перевірки за критеріями грінвошінгу, отримано наступні ключові висновки:

Аналіз виявлених аномалій показав, що у деяких періодах спостерігався різкий відрив певних ESG-показників від загальної динаміки, що могло свідчити про маніпуляцію даними або їх нетипову поведінку. Основні аномалії, виявлені моделлю:

Фінансовий дисбаланс (2013 рік):

Високі екологічні витрати при одночасному незначному скороченні викидів CO₂. Це може свідчити про те, що кошти витрачалися на іміджеві екологічні проекти, а не на реальні покращення екологічної ситуації.

Диспропорція генерації «зеленої» енергії (2018 рік):

Різке зростання генерації зеленої енергії без пропорційного збільшення інвестицій. Це може означати завищені показники виробництва, що є типовою практикою грінвошингу.

Нетипова зміна викидів CO₂ (2020 рік):

Незвично велике скорочення викидів, що не відповідає історичному тренду. Це може бути наслідком змін у методології звітності або свідчити про маніпуляцію даними.

Щоб краще проаналізувати виявлені аномалії, було побудовано кілька ключових графіків (3.6-3.8).



Рис. 3.6. Виявлення аномалій у генерації зеленої електроенергії [власні розрахунки]

На рис.3.6 показано розподіл приросту генерації зеленої енергії у різні роки. Червоні точки позначають роки, в яких виявлено підозрілі значення. Видно, що в деякі періоди генерація зеленої енергії зростає непропорційно до інвестицій.

Виявлено випадки, коли високі екологічні витрати не призводили до значного скорочення викидів, що може бути сигналом можливого грінвошінгу.

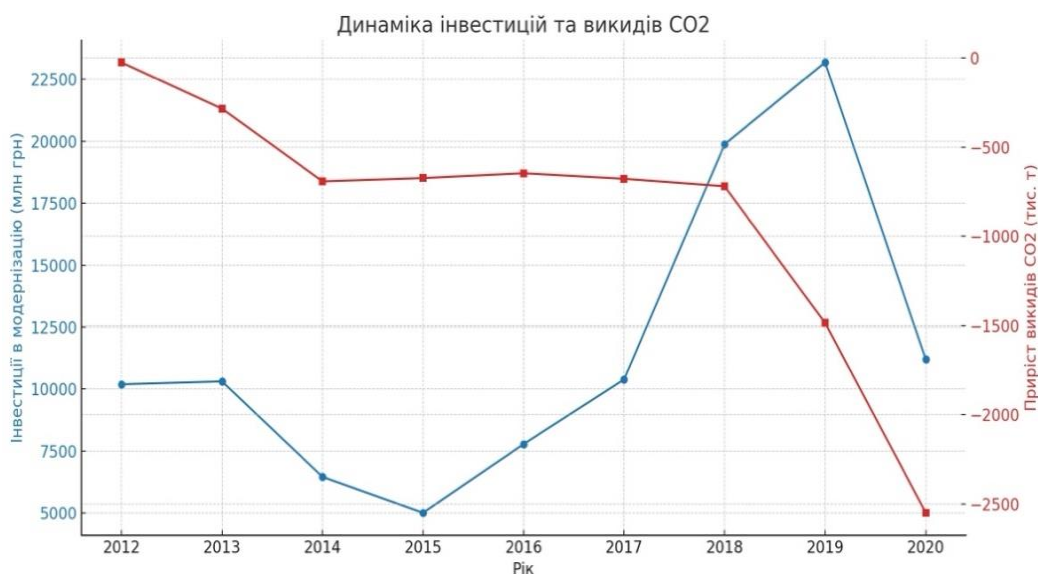


Рис. 3.7. Динаміка інвестицій та викидів CO₂ [власні розрахунки]

Побудована кореляційна матриця показала, що деякі показники, які мають бути пов'язані між собою (наприклад, екологічні інвестиції та скорочення викидів CO₂), у певні періоди демонструють слабкий або навіть протилежний зв'язок, що може свідчити про маніпуляції у звітності.

Отже, якщо традиційні підходи до аналізу ESG-звітності часто страждають від суб'єктивності, трудомісткості та обмеженої здатності обробляти великі масиви даних, то запропонована модель ESG-компалаєнсу, використовуючи передові аналітичні інструменти, долає ці недоліки, автоматизуючи процес виявлення невідповідностей. Вона дозволяє ідентифікувати не лише очевидні розбіжності, такі як заяви про екологічну відповідальність, що не підкріплені відповідними інвестиціями або показниками викидів, але й більш тонкі аномалії, які можуть свідчити про маніпуляції даними або вибірковість у представленні інформації.

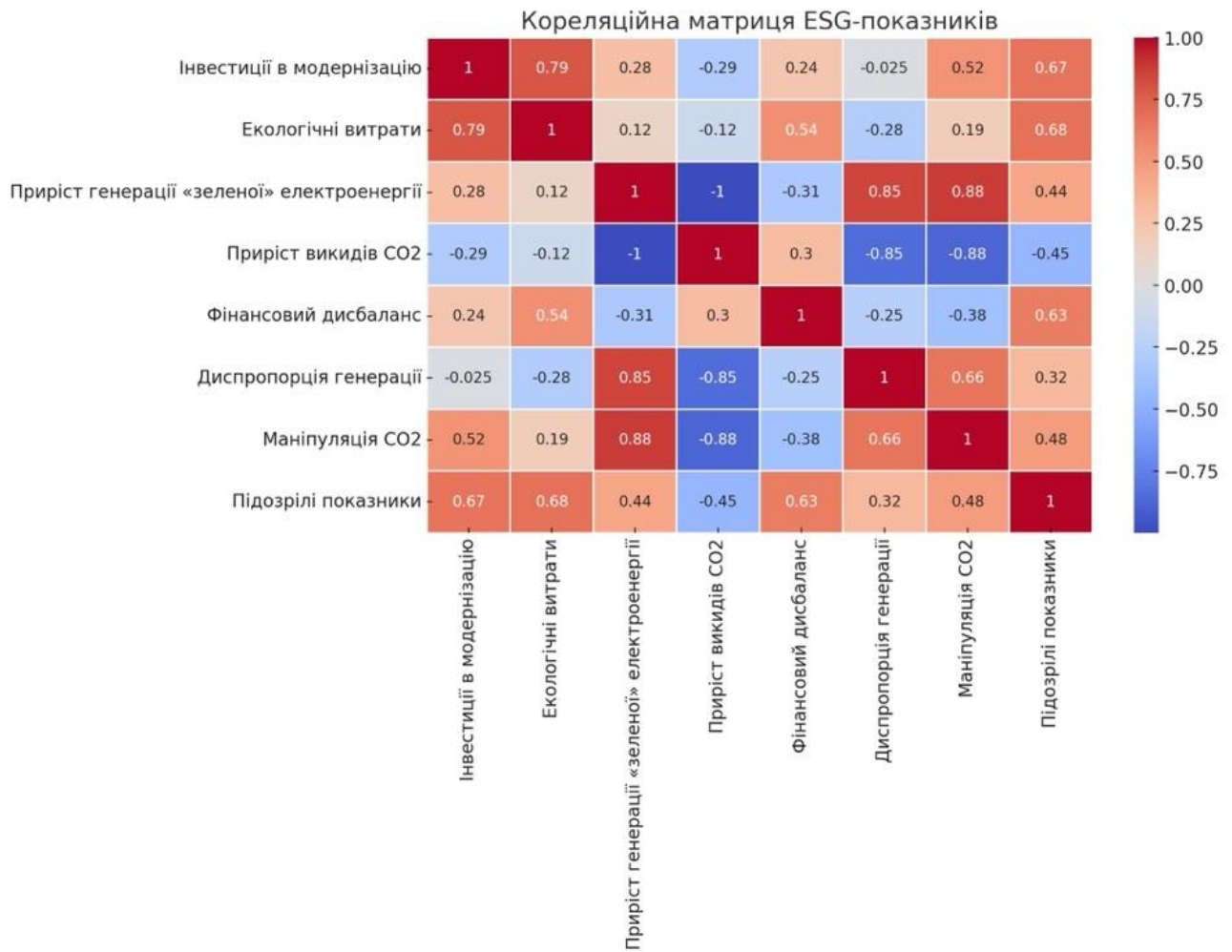


Рис. 3.8. Кореляційна матриця ESG-показників

Таким чином, приходимо до висновку, що розроблена модель виявлення аномалій у *ESG*-звітах дозволяє ефективно знаходити можливі випадки грінвошінгу та аномальні фінансово-екологічні співвідношення, а отже, створити, так званий «барометр довіри».

Аналіз отриманих результатів показав:

- модель успішно знаходить аномалії, що відповідають очікуваним патернам маніпуляцій;
- виявлені закономірності свідчать про можливі порушення у звітності компаній, що вимагає подальшого аудиту;

– додаткові вдосконалення моделі можуть покращити її точність та адаптацію під різні ринки.

3.3. Створення «лінії захисту» економічної безпеки енергетичних підприємств крізь призму посилення їх кібергігієни

Ключ до енергетичної безпеки України – децентралізація та розподілена генерація, які за своєю сутністю передбачають створення розгалуженої системи виробництва та передачі енергії, що базується на множинних джерелах, розташованих безпосередньо поблизу споживачів. Розподілена генерація має низку суттєвих переваг, які роблять її особливо привабливою для України. Перш за все, вона значно підвищує енергетичну стійкість та безпеку країни, зменшуючи залежність від централізованих джерел енергії, що особливо важливо в умовах війни, коли централізовані системи стають вразливими до масштабних атак на енергетичну інфраструктуру [224 с.287].

Розподілена генерація забезпечує можливість швидкого відновлення енергопостачання у разі пошкоджень [201], а при поєднанні з цифровізацією дозволяє створювати «розумні мережі» - Smart grid, які відкривають нові можливості для підвищення ефективності та гнучкості енергосистем, розвитку альтернативної енергетики та балансування електроенергії, забезпечення точності вимірювання генерації електроенергії та її споживання, двосторонньої комунікації між виробниками та споживачами [201], через що все частіше стають цілями кібератак.

Згідно зі звітом IBM X-Force Threat Intelligence Index 2024, кількість таких атак зросла на 30%. Серед них переважають DDoS-атаки, компрометація систем управління SCADA і впровадження шкідливого ПЗ. Вони безпосередньо впливають на кінцевих користувачів, викликаючи перебої в роботі енергомереж і комунікацій. У Європі, щоб мінімізувати подібні загрози кібербезпеки, активно

впроваджується директива NIS2, що посилює вимоги до безпеки критично важливих систем [182].

Тільки у 2023 році, згідно з даними Держспецзв'язку, було зафіксовано приблизно 55 кібератак на енергооб'єкти. Ворог діє системно, поєднуючи фізичний і цифровий вплив. За кілька днів до масованих обстрілів рф здійснюються масштабні кібератаки, що суттєво ускладнює роботу енергосистеми.

Інтенсивність атак, зокрема, на найбільший енергохолдинг країни ДТЕК із початку повномасштабної війни зріс на 20%.

Змінилась і мета кібератак, якщо до початку війни вони більше були спрямовані на фінансові вигоди, то з початком війни їх мета - дестабілізація критичної інфраструктури, щоб припинити енергопостачання [160].

Системи IoT в смарт-енергетиці мають великий потенціал для покращення управління енергією та підвищення її ефективності. Проте ці системи також стикаються зі значними загрозами безпеці та приватності. Використання технологій блокчейну, машинного навчання та штучного інтелекту може допомогти покращити безпеку та приватність в системах смарт-енергетики та забезпечити їх стійкість до кібератак. Важливо усвідомлювати проблеми безпеки та приватності в системах смарт-енергетики при впровадженні технологій Інтернету речей. Ці технології відкривають нові можливості, але також приносять нові виклики, які потребують виваженого підходу до захисту систем від кіберзагроз [160].

З появою ж квантових обчислювальних технологій, що мають потенціал здійснювати обчислення з набагато більшою швидкістю, ніж класичні комп'ютери (рис.3), загрози Smart grid, а отже, і економічній безпеці підприємств енергетики лише зростатимуть [201], на чому наголошують Kioskli, K., Fotis, T., Nifakos, S., Mouratidis, H. [245], які на прикладі критично важливої інфраструктури обґрунтовують наскільки вона вразлива і незахищена від кіберприступності.

Автори наголошують на тому, що користувачі (зокрема, підприємства енергетики) повинні дотримуватися правил кібергігієни.

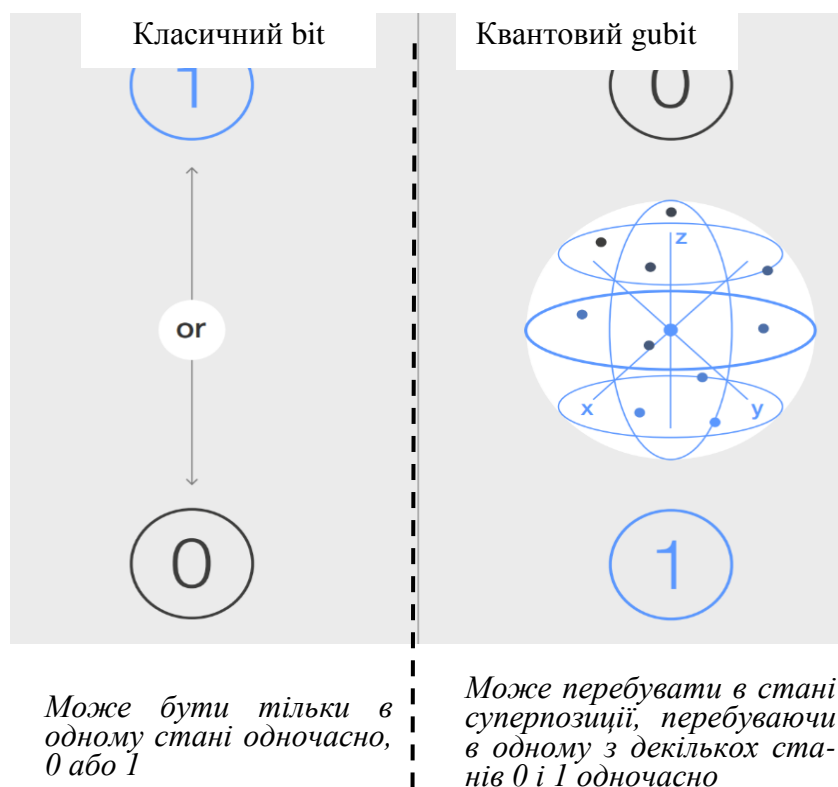


Рис.3.9. Здібності квантового комп'ютера проти класичного [Jurgens J.]

Більше того, як підкреслюють А. Fikry, М. І. Hamzah, Z. Hussein, А. J. Abdul and К. А. Abu Bakar [250], в епоху квантових технологій, розуміння та активне впровадження стійких практик кібергігієни є імперативними заходами щодо зміцнення безпеки цифрового ландшафту об'єктів критичної інфраструктури. Значимість кібергігієни підкреслюють і Cain, А. А., Edwards, М. Е., & Still, J. D. [241]. Автори обґрунтовують, що добре розвинене управління ризиками кібербезпеки та сувора поведінка в галузі кібергігієни забезпечують кіберстійкість і створюють лінію захисту економічної безпеки підприємств. Iqbal H. Sarker, Helge Janicke, Ahmad Mohsin, Asif Gill, Leandros Maglaras [257] підкреслюють, що для здійснення заходів із кібергігієни підприємствам енергетики доцільно керуватися

таксономією, стандартами, правилами тощо. Відсутність же подібних правил і настанов щодо створення зрілої гігієни кібербезпеки, як стверджують T. Ncubekezi, L. Mwansa and F. Rocaries [270], призводить до її млявості та відповідно до болючих для компаній наслідків кіберінцидентів і кібератак. Тож, підприємства енергетики повинні діяти вже наразі, щоб розуміти як має виглядати безпечний для них квантовий перехід [259].

Вжиття заходів щодо кібербезпеки підприємства енергетики, наразі регулюється Законом України «Про критичну інфраструктуру» від 21.09.2021 р. за №1882 – IX [169] та Вимогами з кібербезпеки паливно-енергетичного сектору критичної інфраструктури, затверджених наказом Міністерства енергетики України від 15 грудня 2022 р. за №417 (далі – Вимоги) [24], відповідно до яких передбачається впровадження системного процесу визначення й оцінки їх кіберстійкості та побудови поточного профілю їх кіберзахисту. Детальне вивчення зазначених нормативних актів свідчить, що з прискореним розвитком цифрових технологій, вони не в повній мірі регулюють питання кіберзахисту, особливо питання, пов'язані з квантовою трансформацією [201], з якою підприємства енергетики прискорено наближаються до «небезпечної зони» (рис.3.10).

Огляд рівня кібербезпеки за 2024 рік свідчить про зростаючу складність кіберландшафту, що має глибокі та далекосяжні наслідки для підприємств енергетики. Ця складність зумовлена низкою факторів, серед яких: ескалація геополітичної напруженості, швидке впровадження нових технологій, що сприяє появі нових вразливостей, їх складності та масштабу тощо (Додаток М).

До того ж, кіберзлочинці змінюють тактику актуальних загроз кібербезпеки. Згідно з IBM X-Force Threat Intelligence Index 2024, кількість атак із використанням вкрадених або скомпрометованих облікових записів зросла на 71% [195].

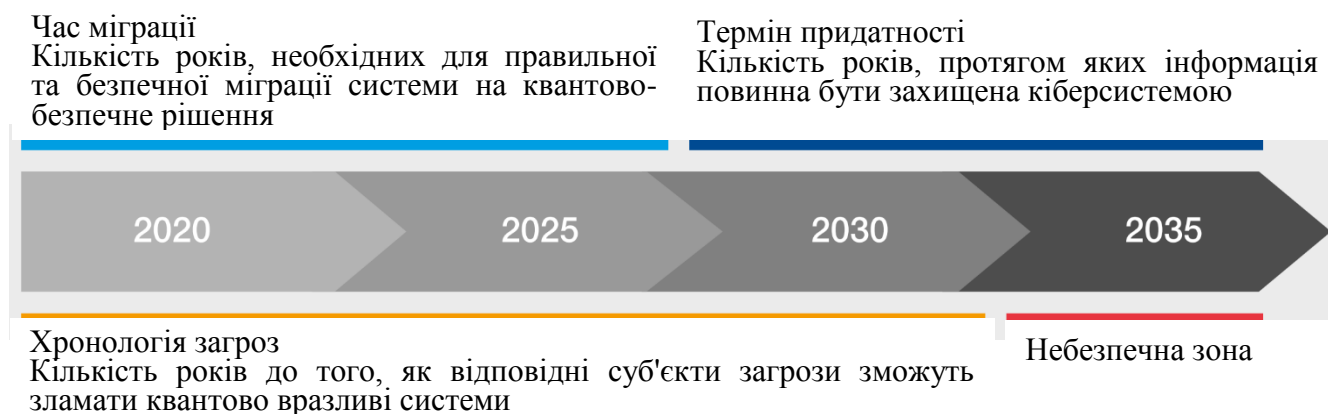


Рис. 3.10. Хронологія квантових загроз [13, 14]

Замість шифрування і викупу даних злочинці воліють продавати вкрадені дані: частка таких атак збільшилася до 32%. Зміна тактики ускладнює процес захисту і вимагає від компаній впровадження нових методів моніторингу та більш ефективного захисту від актуальних загроз кібербезпеки [195].

Зазначимо, що квантові комп'ютери - це новий тип обчислювальних пристроїв, здатні виконувати специфічні обчислення, деякі з яких неможливо виконати на класичних комп'ютерах. У класичних обчисленнях вся інформація представлена у бітах (у вигляді 0 та 1). Квантові комп'ютери використовують кубіти, які поєднують 0 та 1 одночасно (так звана «суперпозиція»). Використовуючи принципи суперпозиції та запутаності (здатність віддалених кубітів корелювати один з одним), квантові обчислення уможливають новий спосіб зберігання та обробки інформації [201].

На сучасному ринку квантової кібербезпеки, що тільки зароджується, триває низка зусиль для розробки технологій для пом'якшення квантових загроз. Ці технології не є ідеальним рішенням, але їх можна використовувати окремо або в комбінації для певних застосувань, зокрема це:

- постквантова криптографія (PQC) використовує нові математичні алгоритми криптографії з відкритим ключем, розроблені таким чином, щоб бути непроникними для атаки за алгоритмом Шора. PQC здатна фундаментально

замінити існуючі алгоритми на небезпечні криптографічні алгоритмом. Проте, всі відомі схеми PQC (стандартизовані NIST) мають недоліки в продуктивності. Зокрема, вимагають довгих ключів і тривалого часу обробки порівняно з поточними алгоритмами (наприклад, RSA, ECC), що ускладнює їх застосування [244];

– квантовий розподіл ключів (QKD) - це найвідоміший клас квантових протоколів, призначених для обміну секретними ключами, які потім використовуються для шифрування зв'язку за допомогою квантово-захищених алгоритмів симетричних ключів. QKD заснований на квантових методах створення безпечних каналів зв'язку, які можна використовувати для розподілу ключів шифрування. QKD може доповнювати використання PQC та інші криптографічні алгоритми, забезпечуючи у такий спосіб новий безпечний метод розподілу ключів. Втім, така технологія потребує значних інвестицій на придбання спеціалізованого обладнання. До того ж потрібен окремий канал автентифікації, що ускладнює рішення, на відміну від сучасних класичних методів, де автентифікація є частиною протоколу [259];

– квантова генерація випадкових чисел (QRNG) використовує фундаментальні квантові властивості для генерації випадкових чисел із високою ентропією, що відіграє вирішальну роль у криптографії як для генерації криптографічних ключів, так і для деяких алгоритмів. Відтак, QRNG створює краще перевірені ентропійні джерела, ніж звичайні процеси, що може підвищити безпеку за певних умов. Втім, деякі додатки вимагають повторюваності, що потребує на додатковий час [259].

Втім, вплив квантових загроз підприємствам енергетики не обмежується криптографічними алгоритмами, оскільки їх каскадні ефекти можуть бути потенційно великими. Це одна з причин, чому підприємства енергетики повинні вже зараз обмірковувати план міграції та зайняти позицію крипто-спритності, яка дозволить їм швидко оновлюватися у разі виникнення кібератак [259].

З огляду на вищевикладене, розроблено комплексну модель кібергігієни цифрового двійника системи управління економічною безпекою підприємств, яка включає такі елементи:

- оцінювання функціонального стану (кібербезпеки та кіберстійкості) цифрового двійника за допомогою інтегрального індексу кібергігієни (Cyber Hygiene Index, CHI);

- використання моделі переходів функціонального стану цифрового двійника, що дозволяє прогнозувати кібербезпеку, кібервразливість, а також здатність відновлення його функціональності в разі кібератак;

- логічне поєднання CHI і моделі переходів функціонального стану цифрового двійника, що дає можливість сформулювати портфолію рівня кібербезпеки та кіберстійкості цифрового двійника, і відповідно визначити необхідні заходи щодо поліпшення його кібергігієни.

Підкреслимо, що інтегральний індекс CHI — це індекс, що дозволяє оцінити функціональний стан цифрового двійника. Значення інтегрального індексу варіюються від 0 до 1:

- значення, близькі до 1, вказують на високий рівень кібербезпеки та кіберстійкості цифрового двійника;

- значення, близькі до 0, свідчать про існування проблем кібербезпеки та кіберстійкості, що вимагають негайного вжиття заходів щодо кібергігієни цифрового двійника.

Для визначення даного індикатору спочатку були ідентифіковані та пріоритезовані фактори впливу на функціональний стан цифрового двійника, ключовими серед яких визнані:

- кількість вразливостей (V) - кількість виявлених вразливостей цифрового двійника;

- частота патчингу (Patch Frequency) - регулярність оновлення цифрового двійника;

- ефективність моніторингу (Monitoring Efficiency) - здатність цифрового двійника ефективно виявляти загрози;

- час відновлення після інциденту (Recovery Time, T_{rec}) - час відновлення функціональності цифрового двійника після кібератак і впливів, пов'язаних з нетрадиційними загрозами.

Таким чином, формула розрахунку СНІ набула такого вигляду:

$$CHI = \omega_1 \cdot \frac{1}{V} + \omega_2 \cdot F_{patch} + \omega_3 \cdot E_{det} + \omega_4 \cdot \frac{1}{T_{rec}}, \quad (3.56)$$

де $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$ - вагові коефіцієнти, що визначають значимість кожного з перерахованих вище факторів.

Чітко розуміючи вплив факторів на зміну стану цифрового двійника, було прийнято рішення про розробку моделі переходів його стану, фундаментальною основою побудови якої стала концепція ланцюгів Маркова, що описують ймовірність переходу системи з одного стану в інший.

Керуючись концепцією ланцюгів Маркова, встановлено, що цифровий двійник за рівнем кібербезпеки та кіберстійкості може перебувати в одному з наступних станів:

- безпечному (Safe State, S1) - коли цифровий двійник є кіберстійким;
- слабкої загрози (Under Weak Threat, S2) - коли виявлено потенційні загрози, але ризики мінімальні;
- сильної загрози (Under Strong Threat, S3) - коли загрози можуть призвести до наслідків, що вимагають часу на відновлення цифрового двійника або його оновлення;
- порушень функціональності (Breach Detected, S4) - коли кібератака призвела до шкідливого впливу на функціональність цифрового двійника;

- відновлення (Recovery, S5) – коли відбувається повноцінне відновлення функціональності цифрового двійника після кібератаки.

Для наочного уявлення впливу кібергігієни на функціональний стан цифрового двійника системи управління економічною безпекою підприємств енергетики була розроблена блок-схема алгоритму (Додаток М), що відображає основні етапи даного процесу.

Початковим етапом запропонованого алгоритму є збір даних про кібербезпеку та кіберстійкість цифрового двійника, кількість вразливостей, частоту оновлень, ефективність моніторингу, час його відновлення тощо. Наступним етапом є розрахунок індексу кібергігієни (СНІ) за запропонованою моделлю. На основі значення СНІ має визначатись поточний стан кібербезпеки та кіберстійкості цифрового двійника (безпечний, слабка загроза, сильна загроза, функціональні порушення або відновлення функціональності), що є фундаментальною підставою для прийняття рішень щодо його кібергігієни (тобто коригування або відновлення). Додатково передбачена реалізація оновлення параметрів і застосування моделі переходів станів, що дозволить діагностувати динаміку стану цифрового двійника в часі.

В Додатку М представлений алгоритм у вигляді блок-схеми з розгалуженнями, яка демонструє логічний порядок дій від початку (Start) до завершення (End) процесу, включаючи всі можливі сценарії переходів і циклічну структуру поліпшення кібергігієни цифрового двійника системи управління економічною безпекою підприємств енергетики.

Алгоритм послідовності дій зі створення «лінії захисту» підприємств електроенергетики від кібератак та кіберінцидентів в умовах квантової трансформації подано на рис. 3.11.

Створення «лінії захисту» підприємств електроенергетики від кібератак та кіберінцидентів в умовах квантової трансформації за запропонованим алгоритмом дозволить упередити їх вплив чи мінімізувати їх наслідки, й таким чином

гарантувати збереження економічної безпеки підприємств у контексті зростаючих зовнішніх загроз [201].

Формування портфоліо квантових загроз	Ідентифікація потенційних квантових загроз, їх картування та формування портфоліо.
Оцінка готовності до впровадження технологій квантової безпеки	Інвентаризація мережевої інфраструктури, програмного та технічного забезпечення. Визначення критичних факторів успіху та пріоритетних рішень щодо розвитку й впровадження технологій квантової безпеки.
Формування нормативно-правової бази з регулювання розвитку технологій квантової безпеки енергетики	Імплементация та поетапне впровадження міжнародних пост-квантових криптографічних стандартів NIST чи Робочої групи з розробки інтернет-технологій (IETF). Включення до складу видатків Державного бюджету та видатків енергокомпаній витрат на розвиток квантових технологій. Залучення інвестицій на впровадження технологій забезпечення квантової безпеки підприємств енергетики
Послідовне впровадження технологій квантової безпеки підприємств енергетики	Розробка та впровадження квантово-безпечних алгоритмів, захищених від атак за допомогою квантових комп'ютерів. Накладання квантових алгоритмів на застарілу мережеву інфраструктуру. Стрес-тестування пост-квантових криптосистем, протоколів і програмного забезпечення. Підтримка очікуваної продуктивності мережі та зв'язку з немодернізованим обладнанням.
Розбудова мережевої інфраструктури	Розбудова мережевої інфраструктури. Зміна криптографії на квантову та пост-квантову. Посилення захисту від квантових ризиків для менш складних і нових середовищ.
Квантовий розподіл ключів	Квантовий розподіл ключів. Розгортання криптографічних протоколів для розподілу симетричних ключів, щоб уникнути вразливих механізмів обміну ключами.
Встановлення діалогу із зацікавленими сторонами	Ініціювання впровадження криптографічної гнучкості. Координація зусиль з квантової безпеки та співпраця з власниками криптоінфраструктури та кібербезпеки, а також з командами з питань політики конфіденційності, власниками даних та відповідальними за захист даних.
Формування звітності з квантових загроз	Формування звітності щодо квантових загроз і своєчасне вжиття заходів щодо їх упередження, ризиків та втрат. Вжиття заходів щодо повторного шифрування за допомогою квантово-стійких криптографічних алгоритмів.

Рис. 3.11. Алгоритм послідовності дій зі створення «лінії захисту» підприємств електроенергетики від кібератак та кіберінцидентів в умовах квантової трансформації [201]

Таким чином, за результатами дослідження констатовано, що забезпечення енергетичної безпеки України в період війни та післявоєнної відбудови тісно пов'язане з процесами децентралізації та розвитком розподіленої генерації. Ці підходи передбачають формування розгалуженої енергетичної інфраструктури, що базується на численних локалізованих джерелах енергії, наближених до кінцевих споживачів. Перехід до розподіленої генерації має низку важливих переваг, проте її ефективне впровадження вимагає широкого застосування цифрових технологій, застосування яких є приводом для кібервикликів, кіберінцидентів і кібератак. Їх прояви в останні роки мають високу динаміку та тяжкі наслідки для економічної безпеки підприємств енергетики.

Окрему увагу приділено впливу квантової трансформації на кібербезпеку підприємств енергетики, оскільки квантові комп'ютери мають здатність миттєво розшифровувати сучасні криптографічні алгоритми, що створює нові виклики для захисту енергосистем. Проаналізовано еволюцію квантових загроз та фактори, які ускладнюють забезпечення кіберстійкості енергетичних підприємств. Розглянуто відмінності між класичними та квантовими обчисленнями, а також наведено приклади технологій, спрямованих на пом'якшення ризиків, пов'язаних із кібератаками на критичну інфраструктуру [201].

Обґрунтовано необхідність впровадження комплексних заходів щодо попередження квантових загроз та мінімізації наслідків кіберінцидентів як на державному рівні, так і в межах енергетичної галузі, територіальних громад і самих підприємств енергетики. Запропоновано алгоритм дій для створення ефективної «лінії захисту» електроенергетичних підприємств від кібератак та загроз в умовах квантової трансформації [201].

Для протидії квантовій загрозі дослідники та організації розробляють постквантову криптографію (PQC), яка включає алгоритми, стійкі до атак як класичних, так і квантових комп'ютерів. Перехід до квантово-безпечної криптографії необхідний для збереження цілісності механізмів цифрової довіри.

Середній бал готовності серед опитаних організацій склав 21 з 100, що підкреслює значний обсяг роботи, який ще попереду. Підприємств очікують, що повна інтеграція квантово-безпечних стандартів може зайняти 12 років, проте рекомендації з національної безпеки вимагають відповідності до 2035 року, що підкреслює необхідність починати вже зараз [201].

Впровадження квантово-безпечної гігієни — це не просто практика безпеки, а критично важливий крок, враховуючи нашу зростаючу залежність від криптографії. Компаніям рекомендовано розпочинати ініціативи з виявлення криптографічних активів і залежностей, а також планувати перехід на нові стандарти [77].

Висновки до розділу 3.

1. Констатовано, що ключем до енергетичної безпеки України у роки війни та повоєнні роки є децентралізація та розподілена генерація, які за своєю сутністю передбачають створення розгалуженої системи виробництва та передачі енергії, що базується на множинних джерелах, розташованих безпосередньо поблизу споживачів. Підкреслено, що розподілена генерація електроенергії має цілий ряд переваг, втім потребує на застосування цифрових технологій, які з еволюцією цифровізації, все більше супроводжуються кібератаками та кіберінцидентами Їх прояви яких, як свідчить практика, мають досить тяжкі наслідки для економічної безпеки підприємств енергетики. Акцентовано, що з квантовою трансформацією питання кібервикликів суттєво загострюється, оскільки квантові комп'ютери надпотужні й миттєво зламують шифри доступу до інформації та енергосистеми, завдаючи у такий спосіб масштабних втрат енергетичним підприємствам. Розглянуто хронологію квантових загроз та фактори, що ускладнюють кібербезпеку підприємств енергетики. Вказано на здібності квантових комп'ютерів проти класичних. Приведено приклади технологій, призначених для

пом'якшення квантових загроз об'єктам критичної інфраструктури. Обґрунтовано, що заходи з упередження квантових загроз й мінімізації наслідків кібератак та кіберінцидентів мають здійснюватися як на рівні держави та галузі енергетики, так і на рівні територіальних громад та підприємств енергетики. Запропоновано алгоритм послідовності дій зі створення «лінії захисту» підприємств електроенергетики від кібератак та кіберінцидентів в умовах квантової трансформації.

2. Запропоновано конфігурацію ESG-комплаєнсу для підприємств енергетики, розроблену за ризикоорієнтованим підходом. На відміну від існуючих конфігурацій комплаєнсу, ця модель побудована за блоковим принципом та інтегрує сукупність процедур, спрямованих на здійснення:

забезпечення безперервного моніторингу та контролю за дотриманням ESG-принципів у діяльності підприємства, що дозволяє оперативно виявляти відхилення та вживати корегувальні заходи;

створення системи формування корпоративної звітності у повній відповідності до вимог Директиви про корпоративну звітність зі сталого розвитку (CSRD) та Європейських стандартів звітності зі сталого розвитку (ESRS);

впровадження механізмів для запобігання явищу грінвошингу (Greenwashing), що дозволяє уникнути недобросовісної імітації екологічності та соціальної відповідальності;

впровадженню інноваційного «барометра довіри», модель забезпечує убезпечення втрати інвесторами довіри при прийнятті рішень щодо ESG-інвестування у процеси декарбонізації генеруючих електроенергію підприємств, що є критично важливим для залучення фінансування.

3. Обґрунтовано, що впровадження квантово-безпечної гігієни — це не просто практика безпеки, а критично важливий крок, враховуючи нашу зростаючу залежність від криптографії. Компаніям рекомендовано розпочинати ініціативи з виявлення криптографічних активів і залежностей, а також планувати перехід на

нові стандарти. Розроблено імітаційну модель створення "лінії захисту" економічної безпеки підприємств енергетики в умовах квантової трансформації. Ця модель враховує принципи кібергігієни цифрових технологій, які набувають широкої популярності в енергетичному секторі (таких як "цифрові двійники", "розумні мережі", "віртуальні електростанції" тощо). На відміну від традиційних підходів до забезпечення безпеки, запропонована модель передбачає:

- формування фідучіарної корпоративної культури персоналу: модель акцентує увагу на важливості розвитку фідучіарної корпоративної культури серед персоналу, що означає підвищення рівня довіри, відповідальності та етичних норм у контексті кібер- та економічної безпеки;

- інтеграцію кібергігієни: замість лише технічних рішень, модель глибоко інтегрує концепцію кібергігієни, що включає регулярне навчання, підвищення обізнаності та формування правильних практик роботи з цифровими активами.;

- адаптацію до нових технологій: модель розроблена з урахуванням специфіки ризиків, що виникають з впровадженням нових цифрових технологій в енергетиці, забезпечуючи проактивний захист від кіберзагроз, які можуть вплинути на економічну безпеку.

ВИСНОВКИ

формуванню нових теоретико-методологічних підходів, а також розробці практичних рекомендацій щодо забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформації до низьковуглецевої економіки.

За результатами розгляду сутності та змістового наповнення термінології у сфері забезпечення економічної захищеності підприємств сформовано концептуальний базис трактування поняття «забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики» з урахуванням 3D-підходу, який поєднує пріоритетні вектори відбудови енергетичного сектору та його подальшого розвитку відповідно до європейських стандартів з демонополізації, децентралізації та декарбонізації енергетики, дотримання яких є вкрай важливим задля досягнення мети трансформації на шляху до низьковуглецевої економіки, сталого розвитку та створення європейського майбутнього України. Сформоване у такий спосіб узагальнене визначення даного поняття забезпечить чітке розуміння його змісту та цілісний погляд в контексті запобігання загрозам та гарантування економічної безпеки підприємств енергетики в умовах трансформаційних змін.

Проаналізовано інформаційне забезпечення та критерії оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики, що набули поширення серед науковців та експертів таких авторитетних аналітичних центрів, як Razumkov centre, DIXI Group, Офіс сталих рішень, KSE та ін. Встановлено, що наразі існуюча модель формування інформаційного забезпечення не забезпечує реалістичної оцінки стану економічної безпеки підприємств енергетики. Керуючись результатами скринінгу динамізму інкорпорування в нормативно-правовий ландшафт України європейського законодавства з трансформації енергетики до низьковуглецевої економіки, запропоновано новітню модель формування інформаційного забезпечення оцінювання економічної безпеки підприємств енергетики, яка, на відміну від існуючих, побудована з урахуванням

потреби наповнення бекграунду інформацією, відповідно до норм, встановлених ESRS та CSRD, застосування яких для підприємств, що співпрацюють з європейськими бізнес-партнерами, є обов'язковим. Запровадження запропонованої моделі на практиці дозволить створити не лише міцну основу для забезпечення економічної безпеки енергетичних підприємств, але й надасть критично важливі аналітичні дані для виявлення та своєчасного усунення можливих ризиків.

Модифіковано методика оцінки економічної безпеки підприємств енергетики за когнітивним підходом, яка, порівняно з існуючими, при застосуванні цифрових технологій з обробки великих масивів даних у поєднанні з машинним навчанням сприятиме не лише формуванню портфолію економічної безпеки підприємств енергетики, а й створенню аналітики «на випередження», що забезпечить своєчасне вжиття підприємствами енергетики заходів щодо запобігання загрозам або мінімізації наслідків їх впливу, а отже, і створення гнучкої бізнес-моделі, здатної до швидкої адаптації в умовах трансформаційних змін.

Запропоновано сформовану за інституційно-організаційним підходом модель моніторингу трансформаційних змін на ринку електроенергії та їх впливу на економічну безпеку енергетичних підприємств, яка на відміну від існуючих, ґрунтується на трьохконтурному аналізі системи управління економічною безпекою підприємств енергетики, що охоплює вивчення зовнішнього (системоутворюючого) контуру управління (на рівні міжнародної співпраці, державних органів, які визначають правила поведінки та політику в енергетиці), проміжного контуру (на рівні ОСП, ОСР, диспетчеризації та агрегації) та внутрішнього контуру (на рівні підприємств енергетики), які у симбіозі взаємозв'язку та взаємодоповнення сприятимуть забезпеченню економічної безпеки підприємств енергетики як об'єктів критичної інфраструктури, на яких

покладено відповідальність за енергетичну безпеку та життєздатність економіки країни, територіальних громад, бізнесу та населення.

Здійснено діагностику викликів та загроз, пов'язаних з трансформаційними змінами на ринку електроенергії та визначено їх вплив на економічну безпеку підприємств галузі. Обґрунтовано, що трансформація енергетичного сектору України до моделі низьковуглецевої економіки супроводжується сукупністю позитивних зрушень в управлінні економічною безпекою підприємств енергетики: розширенням меж диверсифікація їх діяльності, масштабуванням генерації «зеленої» електроенергії, розвитком розподільчої генерації тощо. Доведено, що трансформація підприємств енергетики до низьковуглецевої економіки, як і будь-яка трансформація, не позбавлена викликів та загроз. Наголошено на можливих шляхах їх уникнення чи мінімізації їх наслідків.

Проаналізовано в динаміці рівень економічної безпеки підприємств Групи ДТЕК, що є лідером з генерації електроенергії, її розподілу та надходження до споживачів. Встановлено існуючі загрози підприємствам Групи ДТЕК, пов'язані з переходом до низьковуглецевої економіки. Наголошено, що процес трансформації підприємств енергетики до низьковуглецевої генерації гальмується через: численні руйнування об'єктів генерації та системи мереж, пов'язані з повномасштабним вторгненням РФ на територію України; дефіцит коштів, необхідних на відновлення зруйнованих об'єктів; незавершену лібералізацію ринку електроенергії; закритий доступ до інформації, а отже і недовіру інвесторів щодо дотримання підприємствами енергетики ESG-принципів; недосконалу систему тарифоутворення; масштабні борги «усіх перед усіма» тощо. Сфокусовано увагу на новітніх механізмах державного регулювання ринку електроенергії, запроваджених протягом 2023-2024 рр., зокрема, на механізмі «гарантій походження», «агрегації» та ін. Обґрунтовано твердження, що лише повна лібералізація ринку електроенергії, сприятиме формуванню повноцінної конкуренції між виробниками електроенергії, а отже і гарантуванню економічної

безпеки підприємств енергетики. Здійснено за декаплінг-підходом діагностику взаємозв'язку між інвестованим капіталом у проекти з декарбонізації, скороченням викидів вуглецю та економічною безпекою підприємств енергетики.

Запропоновано методологічну платформу з токенизації «гарантій походження» енергії, засновану на технології блокчейну, яка передбачає сукупність чітких послідовних дій та процедур агрегаторів чи агрегованих груп зі створення для кожної МВт-год «чистої» енергії, eGP-токена, що сприятиме: формуванню децентралізованого ринку токенів eGP, а отже, і нового джерела доходів підприємств енергетики; забезпеченню прозорості та надійності всіх (без винятку) транзакцій з eGP; зменшенню ризиків застосування СВAM та інших регуляторних санкцій; поліпшенню іміджу та репутації підприємств енергетики серед інвесторів та учасників ринку електроенергії; посиленню конкурентних переваг та гарантуванню їх економічної безпеки.

Запропоновано конфігурацію ESG-комплаєнса підприємств енергетики за ризикоорієнтованим підходом, яка, на відміну від наявних конфігурацій комплаєнса, побудована за блоковим принципом та включає сукупність процедур, спрямованих на: здійснення постійного моніторингу та контролю за дотриманням ESG-принципів діяльності; формування корпоративної звітності відповідно до Disclosure-и, визначених CSRD та ESRS; запобігання виникненню явища грінвошингу та убезпечення втрати інвесторами довіри при прийнятті рішення щодо ESG-інвестування процесу декарбонізації генеруючих електроенергію підприємств завдяки «барометру довіри».

Розроблено імітаційну модель створення в умовах квантової трансформації «лінії захисту» економічної безпеки підприємств енергетики з урахуванням кібергігієни цифрових технологій, що набувають широкої популярності серед підприємств енергетики («цифрових двійників», «розумних мереж», «віртуальних електростанцій» тощо), яка, на відміну від традиційних заходів, передбачає

формування фідучіарної корпоративної культури персоналу в контексті кібер- та економічної безпеки підприємств енергетики.

Отже, за результатами дисертаційного дослідження сформовано теоретико-методологічні положення та розроблено практичні рекомендації із забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах їх трансформації до низьковуглецевої економіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аванесова Н.Е. Економічна безпека як складова національної безпеки. Глобальні та національні проблеми економіки. 2015. Вип. 3. С.178-182.
2. Академічний тлумачний словник української мови 2019 : URL: <http://sum.in.ua/s/mova>
3. Актуальна інформація щодо розрахунків з виробниками електроенергії станом на 24.01.2025 р. Гарантований покупець. URL: https://www.gpee.com.ua/news_item/1336
4. Андрійів Н. Економічна безпека підприємства в умовах цифровізації ринку праці: теоретичні та практичні аспекти. Монографія. Львів: Растр-7, 2023.
5. Андрющенко К, Лезіна А. Методичні аспекти забезпечення економічної безпеки електроенергетичного підприємства. Contemporary Transformations of Social Development: New Challenges and Perspectives: International collective monograph. 2024. С. 62-74. URL: <https://doi.org/10.54929/monograph-06-2024-02-04>
6. Арістотель. Політика / Пер. з давньогр. та передм. О. Кислюка. К.: Основи, 2000. 239 с. URL: <http://litopys.org.ua/aristotle/arist.htm>
7. Асамоах-Черемех Д., Рудніченко Є. Підходи до сутнісного наповнення категорії «економічна безпека підприємства». *Development Service Industry Management*. 2023. №3. С. 47-55
8. АТ «ДТЕК Дніпроенерго» Звітність. URL: <http://dniproenergo.com.ua/reporting/>
9. АТ «ДТЕК Західенерго» Звітність. URL: <http://zakhidenergo.com.ua/reporting/>
10. Біличенко М. Оцінка фінансової безпеки підприємства методами машинного навчання. Цифрова економіка та економічна безпека. Вип. 2024. №4(13). С. 101-107. URL: <https://doi.org/10.32782/dees.13-15>

11. Білодід І.К. Словник української мови: в 11 т. АН УРСР. Інститут мовознавства - К.: Наукова думка, 1970. - Т. 1. - С. 137 URL: http://ukrlit.org/slovnnyk/slovnnyk_ukrainskoi_movy_v_11_tomakh
12. Білозерова Л. Енергетичні терези ВДЕ-генерації: від пільгового тарифу до вільного ринку. *Українська енергетика*. 2025. URL: <https://surl.li/pqdwas>
13. Білозерова Л. Озеленений Зелений курс: досягнення й потреби. *Українська енергетика*. 2025. URL: <https://surl.li/evhsop>
14. Білозерова Л. Чи стануть гарантії походження стимулом для інвестицій у «зелений» сектор. *Українська енергетика*. 2024. URL: <https://surl.li/itvjzl>
15. Богдан Т. Виклики для української промисловості й енергетики в умовах зеленого переходу економіки ЄС. *Бізнес Цензор*. 2024. URL: https://censor.net/biz/columns/3510285/zelenyyi_perehid_v_ukrayini
16. Бойко І.В. Дефініції «ризик», «загроза», «небезпека» як об'єкти наукових досліджень у напрямі економічної безпеки підприємства. *Приазовський економічний вісник*. 2017. Вип. № 5(05). С.94-98. URL: http://pev.kpu.zp.ua/journals/2017/5_05_uk/20.pdf
17. Бондаренко Л.П., Скоропад І.С. Сучасні тенденції esg-активностей компаній в Україні та світі. *Економіка та суспільство*, 2024. (66). URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-62>
18. Бондарчук І. Тренди енергетичної галузі та прогноз на 2025 рік. LCF. URL: <https://lcf.ua/thought-leadership/energy-and-natural-resources/trendi-energetichnoyi-galuzi-ta-prognoz-na-2025-rik/>
19. Боса І. Етимологія поняття «економічна безпека підприємства». *Вісник Хмельницького національного університету*. 2022. Том 2. №6. С. 300-308. URL: [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-312-6\(2\)-50](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-312-6(2)-50)
20. Бусарєв Д.В. Паливно-енергетичний комплекс: пріоритетність забезпечення економічної безпеки. *Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії*. 2018. №6 (18) С. 60-63. URL: <https://surl.li/cc/kpnrus>

21. Бусел В.Т. Великий тлумачний словник сучасної української мови. - К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2005. С. 84. URL: <https://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/UKR0000989>
22. Вартість електроенергії в Європі. Міністерство фінансів України. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/electricity/>
23. Васильців Т. Г., Гринкевич С. С. Формування середовища економічної безпеки підприємництва в Україні. *Економічний часопис XXI*. 2015. №3–4(1). С. 24–27. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecchado_2015_3-4%281%29__7
24. Вимоги з кібербезпеки паливно-енергетичного сектору критичної інфраструктури. Наказ Міністерства енергетики України від 15 грудня 2022 р. №417. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0249-23#n14>
25. Власенко Ю. Як забезпечити 25% енергії з ВДЕ без підтримки з бюджету. *Економічна правда*. 2022. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/07/25/689577/>
26. Гаврикова А.О. Світовий досвід лібералізації ринків електричної енергії : теоретико-аналітичний аспект. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. Вип.7. С. 283-289. URL: <https://surl.li/ybpbdc>
27. Гайдучкий І.П. Низьковуглецевий розвиток: глобальні інструменти мотивації. *Інвестиції: практика та досвід*. 2017. № 2. С. 22-26. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/2_2017/6.pdf
28. Галущенко Г. Україна продовжує курс на розбудову децентралізованої енергосистеми. Міністерство енергетики України. 2025. URL: <https://surl.lu/ejwgwb>
29. Гапак Н.М. Економічна безпека підприємства: сутність, зміст та основи оцінки. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Економіка*. 2013. Вип. 3(40). С. 62–65.
30. Гнедіна К.В., Сорока А.В. Декарбонізація економіки як чинник забезпечення кліматично нейтрального майбутнього: сучасні виклики і

перспективи в Україні та світі. *Економіка та суспільство*. 2023. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-54-76>

31. Гнилицька Л. Основи економічної безпеки підприємства. *Бухгалтерський облік і аудит*. 2013. №7. С. 41-48. URL: <https://surl.lu/alhofr>

32. Гоббс Т. Левіафан або Суть, будова і повноваження держави церковної та цивільної. Пер. з англ. К. Дух і Літера, 2000. 606 с. URL: <https://surl.li/eutccy>

33. Гражевська Н.І. Еволюція сучасних економічних систем : навч. посіб. Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. Київ : Знання, 2011. 287 с.

34. Гриб В. Євростандарти в енергетиці: як закон про REMIT пришвидшить інтеграцію України та ЄС. *Interfax*. 2023. URL: <https://interfax.com.ua/news/blog/916941.html>

35. Грицишина М. Родовід струму: що таке гарантії походження електроенергії з відновлювальних джерел. *Mind*. 2022. URL: <https://surl.li/symlia>

36. Грінченко Б. Тлумачний словник української мови. К., 1907—1909. Т. 1. С. 43.

37. Громико О. Зміст поняття «трансформація» як базової наукової категорії. *Ефективність державного управління*. 2016. Вип. 46/47. Ч.1. С.125-131. URL: <https://doi.org/10.33990/2070-4011.46/47.2016.176140>

38. Гутаревич Н. Енергетика під час війни в Україні: які зміни в регулюванні? *Юрліга*. 2022. URL: <https://jurliga.ligazakon.net/aktualno/12602>

39. Декарбонізація секторів економіки України. *Екодія*. 2023. URL: <https://ecoaction.org.ua/dekarbonizatsia-ekonomiky-ua.html>

40. Декарбонізація української енергетики (економіки). Центр Разумкова. 2022. URL: <https://razumkov.org.ua/images/2022/10/26/2022-Decarbonisation.pdf>

41. Джошуа Асамоах-Черемех Д., Рудніченко Є. Підходи до сутнісного наповнення категорії «економічна безпека підприємства». *Development Service Industry Management*. 2023. №3. С. 47-55 URL: <https://dsim.khmn.edu.ua/index.php/dsim/article/view/21/24>

42. Дзьобань О.П., Разметаєва Ю.С. Проблема індивідуальної та колективної безпеки у творчості Томаса Гоббса та Імануїла Канта (філософсько-правовий аспект). *Проблеми філософії права*. 2005. Т. III. С. 368-373. URL: <https://surl.li/zinyhr>

43. Директива (ЄС) 2023/2413 Європейського Парламенту та Ради від 18 жовтня 2023 року про внесення змін до Директиви (ЄС) 2018/2001, Регламенту (ЄС) 2018/1999 та Директиви 98/70/ЄС щодо сприяння виробництву енергії з відновлюваних джерел, а також про скасування Директиви Ради (ЄС) 2015/652. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj/eng>

44. Директива Європейського Парламенту і Ради (ЄС) 2018/2001 від 11.12.2018 р. про стимулювання використання енергії з відновлювальних джерел. Вебсторінка Верховної ради України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_039-18#Text

45. Довбня С.Б., Гічова Н.Ю. Діагностика рівня економічної безпеки підприємства. *Фінанси України*. 2008. № 4. С. 88–97. Донецьк: ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського. 2006. 294 с. URL: <https://surl.li/jhazlw>

46. Договір про заснування Енергетичного Співтовариства. Рішенням Ради Міністрів Енергетичного Співтовариства від 30 листопада 2021 р. № 2021/14/МС-ЕпС. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_926#Text

47. Документи звітності, що подаються товариством. Вебсторінка Донбасенерго. URL: https://de.com.ua/uk/document/dokumenty_otchetnosti_kotory

48. Донченко О. Українська електроенергетика і інтеграція з ринками ЄС. *Економічна правда*. 2022 р., URL: <https://www.epravda.com.ua/rus/columns/2022/06/1/687705>

49. Дослідження впливу на економіку України від впровадження СВAM Європейським Союзом. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2021/12/211115-KSE_CBAM_for-publication.pdf

50. Драчук Ю.З., Новікова Н.І., Трушкіна Н.В. Інституціональне забезпечення економічної безпеки промислового підприємства. *Економічний вісник Донбасу*. 2014. №3. С.112-120.

51. ДТЕК. URL: <https://dtek.com/about/>

52. Дубецька С.П. Економічна безпека підприємств України. Недержавна система безпеки підприємництва як суб'єкт національної безпеки України : зб. матеріалів наук.-практ. конф. 16–17 травн. 2001 р., Київ : 2001. С. 146–171.

53. Дубовський О. Україна може стати великим експортером “зеленої” електроенергії в ЄС. Що для цього потрібно? *Економічна правда*. 2023. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/09/5/703926/>

54. Дубовський О. Як зменшити ризик невиконання двосторонніх договорів на продаж електроенергії. *ExPro/ 2025/* URL: <https://expro.com.ua/statti/yak-zmenshiti-rizik-nevikonannya-dvostoronnh-dogovorv-na-prodaj-elektroenerg->

55. Енергетична безпека. Урядовий портал КМУ. URL: <https://www.kmu.gov.ua/reformi/ekonomichne-zrostannya/energetychna-bezbeka>

56. Європейський зелений курс: можливості та загрози для України. Аналітичний документ. DiXi Group. 2020. URL: <https://dixigroup.org/storage/files/2020-05-26/european-green-dealwebfinal.pdf>

57. Єврореконструкція. Показники діяльності. URL: <https://tec4.kiev.ua/pokaznyky-diyalnosti>

58. Єрко І.В. Суть поняття трансформації конкурентного потенціалу суб'єктів туристичної індустрії. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2023. Вип. 4(41). С.73-79. URL: <https://doi.org/10.32782/easterneurope.41-11>

59. Єрохін С.А. Трансформаційний процес та його структуризація. *Актуальні проблеми економіки*. 2005. № 2 (44). С. 4–12.

60. Живко З.Б., Черевко О.В., Зачосова Н.В., Живко М.О., Баворовська О.Б., Занора В.О. Організація та управління системою економічної безпеки

підприємства: навчально-методичний посібник. Черкаси : видавець Чабаненко Ю.А., 2019. 120 с URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/aprer_2012_8%281%29__23

61. Загальні сума прямих задокументованих збитків інфраструктури становить майже \$92 млрд. *Київська школа економіки*, 3 травня 2022 р., URL: <https://surl.li/wnmvpc>

62. Загуменна Ю.О. Погляди Ніколло Макіавеллі на публічну безпеку. *Право і безпека*. 2023. № 4(91). URL: <https://doi.org/10.32631/pb.2023.4.10>

63. Зайченко В.В., Коваленко С.В. Економічна безпека підприємства: сутність та основні складові. Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки. 2013. Вип. 23. С. 410–414.

64. Зайченко К.С., Діма Н.І. Економічна безпека підприємства: сутність та роль. *Ефективна економіка*. 2021. №5. DOI: 10.32702/2307-2105-2021.5.90

65. Захарчук Н. Економічна безпека підприємства у цифрову епоху: нові виміри, загрози та управлінські підходи. *Development Service Industry Management*, 2024. (3), 308–313. URL: [https://doi.org/10.31891/dsim-2024-7\(47\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2024-7(47))

66. Заячківська О. В. Управління економічною безпекою підприємства: сутність, принципи, проблеми. *Вісник НУБГП*. 2022. № 4(100). С. 15-23. URL: <https://doi.org/10.31713/ve420222>

67. Звіт «Економічно-обґрунтований підхід до запровадження Національного плану скорочення викидів в Україні на підставі досвіду скорочення викидів у повітря шкідливих забруднюючих речовин великими спалювальними установками в Європі». К. : ІЕПр НАНУ. 2020. URL: https://ecolog-ua.com/sites/default/files/2020/docs/Report_NP%20.pdf

68. Звіт за результатами проведення первинної оцінки стану імплементації актів права Європейського Союзу (ACQUIS ЄС). Європейська інтеграція. Кабінет Міністрів України. 2023. URL: https://eu-ua.kmu.gov.ua/wp-content/uploads/Zvit_UA.pdf

69. Звіт про виконання Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом за 2024 р. КМУ. 2025. URL: <https://eu-ua.kmu.gov.ua/wp-content/uploads/Zvit-pro-vykonannya-Ugody-pro-asotsiatsiyu-za-2024-rik.pdf>

70. Звітність українських підприємств. ТОВ «Миронівська теплова електроцентраль»: бухгалтерська звітність і фінансовий аналіз за 2020 р. URL: <https://surli.cc/lcvzxb>

71. Зубок М.І. Економічна безпека суб'єктів підприємництва: навч. посіб. / за заг. ред. М.І. Зубка. Київ : 2014. 226 с.

72. Індекс прозорості енергетики. DIXIgroup. 2023. URL: <https://index.ua-energy.org/>

73. Інтегрований звіт ДТЕК 2020: фінансові та не фінансові показники. ДТЕК. 2020. URL: https://dtek.com/investors_and_partners/reports/2020/

74. Інформація щодо розрахунків з виробниками з ВДЕ на 31 грудня 2024 року URL: https://www.gree.com.ua/news_item/1479

75. Календар торгів: Гарантії походження електроенергії. URL: <https://www.ueex.com.ua/auctions-calendar/garantii-pohodzhennya-elektroenergii/?y=2025&m=02>

76. Карачина Н.П., Скаковський В.В., Штанько О.С. Методичні підходи до оцінювання економічної безпеки сучасних підприємств в системі контролінгу. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2025. №2 (17), С. 79-83. DOI: 10.32782/dees.17-13

77. Квантова безпека та постквантова криптографія. 2025. COLOBRIDGE. URL: <https://surl.li/kjhczb>

78. Кирилюк Є.М. Понятійний апарат досліджень трансформації економічних систем. Економіка та підприємництво: зб. наук. пр. молодих учених та аспірантів / М-во освіти і науки України, ДВНЗ "Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана" ; ред. С. І. Дем'яненко. – Київ : КНЕУ, 2011. Вип. 26. – С. 14–25. URL: <https://surl.li/uawskc>

79. Кирилюк Є.М., Прощаликіна А.М. Методологія дослідження процесів трансформації економічних систем у сучасних теоріях. *Механізм регулювання економіки*. 2011. № 4. С. 172–179 URL: <https://surl.li/ctikjn>

80. Кір'як В.С. Сутність поняття і різновиди трансформації у видавничій діяльності. *Обрії друкарства*. 2024. №2(16). URL: [https://doi.org/10.20535/2522-1078.2024.2\(16\).319281](https://doi.org/10.20535/2522-1078.2024.2(16).319281)

81. Кіржецький Ю.І. Методичні засади оцінювання економічної безпеки підсистем реального сектору економіки. *Економіка і суспільство*. 2018. Вип.14. С. 195-201. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/14_ukr/26.pdf

82. Клименко Н.Г. Еволюція змісту концепту «безпека» за різних історичних епох та політичних систем. Державне управління: удосконалення та розвиток». 2019. №8. DOI: 10.32702/2307-2156-2019.8.20

83. Кобелева Т.О. Комплаєнс як категорія економічної безпеки промислового підприємства

84. Ковальська Л., Голій О., Голій В. Економічна безпека підприємства: сутність, структура та механізм забезпечення. Економічний форум. 2023. № 1(1). С.126–137.

85. Ковбасюк Ю.В. Енциклопедія державного управління: у 8 т. К.: НАДУ, 2011. Т. 4: Галузеве управління / наук.-ред. колегія: Н.М. Іжа (співголова), В.Г. Бодров (співголова) та ін. 2011. 648 с.

86. Колісніченко П. Т. Науково-методичні підходи до оцінки рівня економічної безпеки підприємства. *Інвестиції: практика та досвід*. 2017. №16. С. 38–44. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/16_2017/9.pdf

87. Коломієць Б.С. Еволюція поняття безпеки: від класичних теорій до сучасних підходів. *ECONOMICS: time realities*. 2024. №6(76). С.47-54. DOI: 10.15276/ETR.06.2024.5

88. Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 р. Веб-сторінка Урядовий портал. Міністерство енергетики та захисту довкілля України.

2020. URL: <https://mepr.gov.ua/news/34424.html>.

89. Коптева Г.М. Класифікація підходів до оцінки економічної безпеки підприємства. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2020. Вип. 2(25). С.221-229 URL: <https://doi.org/10.32782/easterneurope.25-32>

90. Корж І. Безпека: методологічні підходи до поняття. Національний юридичний журнал: теорія і практика. 2019. С.62-68. URL: http://www.jurnaluljuridic.in.ua/archive/2019/4/part_1/14.pdf

91. Корольчук Ю. Хто намалював борги постачальникам електроенергії? *Економічна правда*. 2023. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/11/9/706418/>

92. Корф Є. 3 роки війни: стан енергетики України та її перспективи. *Енергобізнес*. 2025. URL: <https://surl.li/bmdmbs>

93. Корчевська Л.О., Деменська, А.М. Концептуальні підходи до визначення економічної безпеки підприємства. *Бізнес-навігатор*. 2011. № 3. С. 10–15.

94. Кошельок Г., Пудичева Г. Економічна безпека енергетичних підприємств. *Економіка та суспільство*. 2021. Вип. 28. DOI: 10.32782/2524-0072/2021-28-43

95. Кравченко В. Виклики і загрози Україні, її економіці та фінансоам у першій третині XXI століття. *Ефективна економіка*. 2016. №10. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5170>

96. Криволап К. Українська енергосистема 2023-2024: проблеми, виклики та перспективи. Рубрика. 2023. URL: <https://surl.li/ranjyt>

97. Крилов Д.В. Характеристика загроз економічній безпеці підприємств в сучасних умовах. Проблеми сучасної трансформації. Серія: Економіка та управління. 2024. Вип. №13. URL: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2024-13-04-07>

98. Криниця С.О., Тригуб Ю. П. Методичні підходи до діагностики фінансової безпеки підприємства з урахуванням фактору

конкурентоспроможності. *Вісник університету банківської справи*. 2020. №3(39). С. 79-84. DOI:10.18371/2221-755X3(39)2020225583

99. Кудря С.О. Відновлювальні джерела енергії. Київ: Інститут відновлювальної енергетики НАНУ, 2024. 492 с. URL: <https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/monograph2024.pdf>

100. Левченко Н. М., Шишканова Г.А., Левченко, С.А. Розвиток підприємств енергетики в контексті «зеленої трансформації». Зб. матер. XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем».(25–26 травня 2023 р. Чернігів). НУ «Чернігівська політехніка». Том 2. С. 211. URL: <https://ir.stu.cn.ua/handle/123456789/27860>

101. Левченко Н.М., Антонова Л.В. Державне регулювання процесу трансформації енергетики від застарілої моделі її функціонування до новітньої «низьковуглецевої» моделі. *Public Administration and Regional Development*, , 2020, № 10(1), С. 1247-1263. DOI:10.34132/pard2020.10.12

102. Левченко С. Запровадження ринку гарантій як запорука економічної безпеки підприємств електроенергетики. Зб. матеріалів V-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Стратегічні пріоритети розвитку підприємництва, торгівлі та біржової діяльності». (16-17 травня 2024 р.: Запоріжжя). НУ «Запорізька політехніка», С.52-54. URL: <https://surl.li/svkfyl>

103. Левченко С. Квантові загрози економічній безпеці енергетичних компаній. Зб. матеріалів X Міжнародної науково-практичної конференції «Економіка підприємства: теорія і практика». (10-11 жовтня 2024 р. Київ). КНЕУ, 2024. С. 238-241. URL: <https://surl.li/nhriop>

104. Левченко С.А. Вирівнювання «перекосів» у розрахунках – запорука економічної безпеки підприємств електроенергетики. Зб. матер. XII-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції науковців та здобувачів вищої освіти «Економічні проблеми модернізації та інвестиційно-інноваційного

розвитку аграрних підприємств», (29-30 квітня 2024 р.: Дніпро). ДДАЕУ. 2024. С.39-41. URL:

<https://drive.google.com/file/d/1NADxC9OX4yibps01C54FinvkuJGPyYNB/view>

105. Левченко С.А. Децентралізація системи електропостачання та її вплив на економічну безпеку енергетичних компаній. *Сталий розвиток економіки*. 2023. №1(46). С.84-91. URL: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2023-46-11>

106. Левченко С.А. Механізм забезпечення економічної безпеки підприємств енергетики в умовах глобалізації процесу декарбонізації. Зб. матер. Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Економічна безпека: держава, регіон, підприємства». (29 вересня 2022 р. Полтава) НУПП. С.206-210. URL: <https://surli.cc/jjxqyz>

107. Левченко С.А. Механізм перехідної оплати як інструмент реконвалесценції економічної безпеки ТЕС/ТЕЦ. Зб. матер. IV-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Стратегічні пріоритети розвитку підприємництва, торгівлі та біржової діяльності», (10-11 травня 2023 р.: Запоріжжя). НУ «Запорізька політехніка». 2023. С.70-71. URL: <https://surli.cc/mhoxvr>

108. Левченко С.А. Справедливість трансформації енергетичного сектору економіки до низьковуглецевого виробництва. Зб. матер. III-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Стратегічні пріоритети розвитку підприємництва, торгівлі та біржової діяльності», 11-12 травня 2022 р.: Запоріжжя. НУ «Запорізька політехніка». 2022. С.320-322. URL: https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/conference_2022.pdf

109. Ленська О. Дорожня карта запровадження гарантій походження енергії в Україні. Держнергоефективності. 2022. URL: <https://surl.li/ragkmw>

110. Лезіна А.В. Особливості послідовної оцінки рівня економічної безпеки підприємств електроенергетичної галузі. *Цифрова економіка та цифрова безпека*. Вип. 2(11). С. 103-109. URL: <https://doi.org/10.32782/dees.11-16>

111. Литвинов В. Латинсько-український словник. Антична, середньовічна й ренесансна лексика. Київ : Наукова думка. Том 1. А-С. 2018. 1048 с.

112. Лоза С.П., Братковська К.О. Ринок гарантій походження електроенергії та його вплив на економічну безпеку підприємств електроенергетики. Актуальні питання економічних наук. 2024. №5. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15107133>

113. Ляшенко О. Економічні інтереси стейкхолдерів підприємства: діалектична взаємодія, систематизація, вибір способу узгодження. *Вісник THEU*. 2013. №2. С. 54-61. URL: <https://surli.cc/gkukid>

114. Мак'явеллі Н. Флорентійські хроніки. Державець / пер. з італ. А. Перепаді. Харків : Фоліо, 2007. URL: <https://surl.lu/fxnudm>

115. Макаренко І.О. Алгоритм формування системи багатокритеріальних метрик для оцінювання діяльності енергетичних компаній з урахуванням ESG-критеріїв. Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу. 2023. Вип. 1(54). С.24-37. URL: [http://dx.doi.org/10.26642/pbo-2023-1\(54\)-24-37](http://dx.doi.org/10.26642/pbo-2023-1(54)-24-37)

116. Макаренко І.О., д.е.н., проф. В.М. Кремень, д.е.н., проф. А.С. Воронцова, к.е.н., ст. викладач О.М. Костенко, аспірант С.М. Макаренко, аспірант Сумський державний університет Грінвошинг та інвестиційна привабливість компаній для залучення «зелених» інвестицій у національну економіку URL: [http://dx.doi.org/10.26642/pbo-2022-2\(52\)-55-60](http://dx.doi.org/10.26642/pbo-2022-2(52)-55-60)

117. Максимова І.І. Декарбонізація світової промисловості. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право*. 2024. №4. С.38-51. URL: [https://doi.org/10.31617/3.2024\(135\)03](https://doi.org/10.31617/3.2024(135)03)

118. Малащенко В. Економічна безпека підприємства як чинник ефективного корпоративного управління. *Вісник Національної академії державного управління*. 2011. № 3. С. 283-291. URL: <https://surl.li/ppllaa>

119. Мальский О., Татарова М., Шевченко Е. ESG та дерективи: що це означає для бізнесу України? ETERNALAW.2024. URL: <https://eterna.law/uk/esg-ta-dyrektyvy-yes-shho-cze-oznachaye-dlya-biznesu-v-ukrayini/>

120. Манжело О. Ринок завмер: ціни на електроенергію для бізнесу можуть зрости з 1 липня. *Українська енергетика*. 2023. URL: <https://surl.lu/urprmi>

121. Маркевич К. «Зелені» інвестиції у сталому розвитку: світовий досвід та український контекст. Київ. Razumkov Cntre. 2019. URL: https://razumkov.org.ua/uploads/article/2019_ZELEN_INVEST.pdf

122. Маркович І.Б. Розкриття сутності поняття трансформації економічного простору в системі категорій розвитку національної економіки. *Економіка розвитку*. 2014. № 2. С. 77–81. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecro_2014_2_16

123. Марусей Т.В. Цифровізація як інструмент розвитку туристичної індустрії. *Ефективна економіка*. 2024. №11. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.11.57>

124. Меленчук О.С. Словник іншомовних слів. К. : Голов. ред. УРЕ АН УРСР, 1974. 775 с.

125. Метеленко Н.Г., Сіліна І.В., Радхівіло І.В. Функціонування сучасного ринку електроенергії в Україні та особливості ціноутворення на його сегментах. *Review of transport economics and management*. 2023. №10(26). URL: <https://doi.org/10.15802/rtem2023/300012>

126. Механізм ринкової премії (Feed-in-Premium). KNESS. URL: <https://kness.energy/news/mehanizm-rinkovoi-premii-feed-in-premium/>

127. Мілаковський Б., Власюк В. Промислова політика для виживання України: долаючи наслідки 30 років деіндустріалізації. Фонд ім. Фрідріха Еберта (ФФЕ). 2024. URL: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/ukraine/21380.pdf>

128. Мільярдні борги на ринку електроенергії: радник глави уряду України розповів, у чому небезпека. *Апостроф*. 2023. URL: <https://surl.li/etjcps>

129. Мірошніченко О. Комплексний підхід до оцінювання економічної безпеки підприємств: переваги та недоліки нейромережевого моделювання, кластеризації та нечітко-логічних методів. Вісник Хмельницького національного університету. 2024. №4. С. 542-548. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-332-80>

130. Мішин, О.Ю., Мішина, С.В. Сутність поняття економічна безпека підприємства. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2012. № 38. С. 86–92.

131. Момот Т. В. Стейкхолдер-орієнтований підхід до забезпечення фінансово-економічної безпеки підприємств: теоретико-методичні засади впровадження. *ACTUAL PROBLEMS OF ECONOMICS*. 2015. № 8(170), С. 36-44.

132. Національним планом з енергетики та зміни клімату на період до 2030 року. Розпорядження КМУ від 25 червня 2024 р. №587-р. URL: <https://me.gov.ua/view/bb0b9ef5-ea96-4b8a-8f2f-471faf32c9df>

133. НКРЕКП: «Укренерго» має налагодити роботу з боржниками задля врегулювання боргів на ринку. Офіційний вебпортал Регулятора. 2023. URL: <https://surl.li/qsjphv>

134. Нор В.В. Ретроспективний аналіз становлення та розвитку понятійного апарату економічної безпеки підприємства. Економічний вісник. 2024. №19. С.303-308. URL: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/191-50>

135. Олійник С. Пovoєнна енергосистема: як врахувати всі нюанси. *Українська енергетика*. 2023. URL: <https://surl.li/cc/mbkpdo>

136. Омельченко В., Чекунова С., Білявський М. Енергетика України: виклики та ініціативи. Центр Разумкова. Київ. Видавництво «Заповіт». 2020. URL: https://razumkov.org.ua/uploads/article/2020_energy_initiatives.pdf

137. Омельченко В., Чекунова С., Білявський М., Хитрик Т., Конеченков А., Міщенко М., Добровольський Д. Декарбонізація української енергетики (економіки): вплив російської агресії, амбітні цілі та потенційні можливості для

України в післявоєнний період. Центр Разумкова. Київ: Видавництво «Заповіт». 2022. 186 с.

138. Орлик О.В. Класифікація та систематизація загроз фінансово-економічній безпеці підприємств. *Вісник соціально-економічних досліджень*, 2017. № 1 (62). С.106-115

139. Павловський, М., Гацька, Л., & Завадська, О. Діджитал трансформація бізнесу в умовах сучасних змін. *Економіка та суспільство*. 2023. №50. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-31>

140. Перерва П.Г., Кобелева Т.А. ТЕоретичні засади комплаєнс-моніторингу в системі економічної безпеки промислового підприємства. DOI: 10.20998/2519-4461.2019.1.65

141. Петришина Н.В. Проблеми трансформації економіки України. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 18: Економіка і право*. 2014. Вип. 24. С. 31–38. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_018_2014_24_7

142. Пивовар В., Драчук С. Філософські проблеми безпеки як методологічна основа забезпечення безпеки фондового ринку. *Правова інформатика*. 2007. № 2(14). С. 77-82.

143. Пилипенко Н.М. Розвиток методичних підходів до оцінки економічної безпеки підприємства. *Ефективна економіка*. 2017. №12. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5953>

144. Пиндик М.В. Децентралізація системи енергопостачання. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2018. №8. С. 91-101 URL: <https://surl.li/lukswd>

145. Пілецька С.Т., Коритько Т.Ю., Ткаченко Є.В. Модель інтегральної оцінки економічної безпеки підприємства. *Економічний вісник Донбасу*. 2021. №3(65). С.56-65. DOI: 10.12958/1817-3772-2021-3(65)-56-65

146. Полякова К. Зелена енергетика: план дій на 2023 рік. *Економічна правда*. 2023. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/01/24/696297/>

147. Потравка Л. Сутність, зміст та етапи трансформації соціально-економічної системи. *Українська наука: минуле, сучасне, майбутнє*. 2014. № 19(2). С.192–200. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Un_msm_2014_19%282%29__25

148. Поченчук Г. Закономірності трансформаційних процесів національної економіки. *Економічний аналіз*. 2014. Том 16. № 1. С. 123–129. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/escan_2014_16%281%29__20

149. Пошкодженими внаслідок російських ракетних атак залишаються в українській енергосистемі 5 ГВт генерації - перший заступник міністра енергетики. *Interfax*. 2023. URL: <https://surli.cc/gwfunj>

150. Про вдосконалення державної політики регулювання тарифів на електричну енергію, що відпускається населенню, а також іншим споживачам, для яких застосовуються такі тарифи. Постанова КМУ від 25.05.2014 р. №149. URL: <https://surl.li/utivwy>

151. Про віртуальні активи. Закон України від 15.11. 2024 р. за № 2074-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2074-20#Text>

152. Про віртуальні активи. Закон України від 17.03.2022 р. №2074-IX URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2074-20>

153. Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів. Закон України від 08.01.2025 р. №4187-X. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4187-20#Text>

154. Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та “зеленої” трансформації енергетичної системи. Закон України від 30.06.2023 р. №3220-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3220-20#Text>

155. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо відновлення моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів. Закон України від 08.01.2025 р. за №4187-IX URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4187-20#Text>

156. Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 5 червня 2019 р. № 483. Постанова КМУ від 28 грудня 2020 р. №1325. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1325-2020-%D0%BF#Text>

157. Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 5 червня 2019 р. № 483 та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів України. Постанова КМУ від 11 серпня 2021 р. №859. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/859-2021-%D0%BF#Text>

158. Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 5 червня 2019 р. № 483. Постанова КМУ від 16 квітня 2022 №453. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/453-2022-%D0%BF#Text>

159. Про встановлення тарифів на електроенергію, що відпускається населенню. Постанова НКРЕКП від 26.02.2015 р. №220. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-15#Text>

160. Про забезпечення стабільного функціонування ринку електричної енергії, у тому числі фінансового стану учасників ринку електричної енергії на період дії в Україні воєнного стану. Постанова НКРЕКП від 25.02.2022 року №332. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0332874-22#Text>

161. Про засади моніторингу, звітності та верифікацію викидів парникових газів. Закон України від 12.12. 2019 р. за №377-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/377-20#Text>

162. Про застереження НЕК «УКРЕНЕРГО» щодо недопущення надалі недотримання вимог нормативно-правових актів, що регулюють функціонування ринку електричної енергії, порушення Ліцензійних умов з передачі електричної енергії, та здійснення заходів державного регулювання. Постанова НКРЕКП від 25.06.2021 р. №1052 URL: <https://www.nerc.gov.ua/decisions/rishennya-nkrekp-za-25-chervnya-2021-roku>

163. Про застереження НЕК «УКРЕНЕРГО» щодо недопущення надалі недотримання вимог нормативно-правових актів, що регулюють функціонування

ринку електричної енергії, та порушення Ліцензійних умов з передачі електричної енергії та здійснення заходів державного регулювання. Постанова НКРЕКП від 05.07.2023 року №1231. URL: <https://surli.cc/zplwrd>

164. Про затвердження Методичні рекомендації щодо розрахунку рівня економічної безпеки України. Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 29.10.2013 р. №1277. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1277731-13#Text>

165. Про затвердження Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 р. та плану заходів з його виконання. Розпорядження КМУ від 13.08.2024 №761-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-%D1%80#Text>

166. Про затвердження Національної економічної стратегії України на період до 2030 р. Постанова КМУ від 3 березня 2021 р. №179. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-%D0%BF#Text>

167. Про затвердження Положення про покладення спеціальних обов'язків на оператора системи передачі для забезпечення загальносуспільних інтересів у процесі функціонування ринку електричної енергії. Постанова КМУ №838 від 22.07.2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/838-2022-%D0%BF#Text>

168. Про затвердження Положення про покладення спеціальних обов'язків на учасників ринку електричної енергії для забезпечення загальносуспільних інтересів у процесі функціонування ринку електричної енергії. Постанова КМУ від 05.06.2019 р. №483. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/483-2019-%D0%BF#Text>

169. Про критичну інфраструктуру. Закон України від 21.09.2021 р. №1882 – IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text>

170. Про надання державної допомоги суб'єктам господарювання. Закон України від 01.07.2014 р. №1555-VII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1555-18#Text>

171. Про накладення штрафу на НЕК «УКРЕНЕРГО» за недотримання вимог нормативно-правових актів, що регулюють функціонування ринку електричної енергії, та порушення Ліцензійних умов з передачі електричної енергії та здійснення заходів державного регулювання. Постанова НКРЕКП від 25.11.2022 року №1554. URL: <https://surl.lu/jbbjfc>

172. Про Національний план з енергетики та зміни клімату на період до 2030 року. Розпорядження КМУ від 29.12.21 р. №1803-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-%D1%80#Text>

173. Про Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок, Розпорядження КМУ від 08.11.2017 р. за №796-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/796-2017-%D1%80#Text>

174. Про основні засади державної кліматичної політики України. Закон України від 08.10.2024 р. №3991-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3991-20#Text>

175. Про ринок електричної енергії. Закон України №2019-VIII від 01.07.2019 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text>

176. Про ринок електричної енергії. Закону України від 13.04.2017р за №2019-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text>

177. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Розпорядження КМУ від 18.08.2017 р. №605-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>

178. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року. Розпорядження КМУ від 21.04.2023 р. №373-7. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text>

179. Про схвалення Концепції функціонування та розвитку оптового ринку електричної енергії України. Постанова КМУ від 16 листопада 2002 р. №1789.

(втратила чинність). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1789-2002-%D0%BF#Text>

180. Про схвалення Оновленого національно визначеного внеску України до Паризької угоди. Розпорядження КМУ від 30.07.21 р. №868-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/868-2021-%D1%80#Text>

181. Про схвалення Стратегії екологічної безпеки та адаптації до змін клімату на період до 2030 року. Розпорядження КМУ від 20.10.21 р. №1363-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1363-2021-%D1%80#Text>

182. Про схвалення Стратегії формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2035 року і затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2024-2026 роках. Розпорядження КМУ від 30 травня 2024 р. №483-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/483-2024-%D1%80#Text>

183. Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Енергетична безпека». Національна рада з відновлення України від наслідків війни. 2022. URL: <https://surl.lu/qpphttp>

184. Прокіп А. Ложка меду у бочці дьогтю та покращення розрахунків із «зеленим». *Енергобізнес*. 2025. URL: <https://surl.li/moebrn>

185. Прохорова В., Крутова А., Дяченко К. Економічна безпека підприємств України в умовах дестабілізаційного розвитку. Адаптивне управління: теорія і практика. Серія Економіка. 2022. Вип. 14(28).

186. Пядишев В. Г Кібербезпека критичних інфраструктур: закордонний досвід та українські реалії URL: <https://doi.org/10.32850/sulj.2022.4.3.38>

187. Регламент (ЄС) 2018/1999 від 11 грудня 2018 року про управління Енергетичним Союзом і пом'якшення наслідків зміни клімату, про внесення змін до регламентів Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 663/2009 і (ЄС) № 715/2009, директив Європейського Парламенту і Ради 94/22/ЄС, 98/70/ЄС, 2009/31/ЄС, 2009/73/ЄС, 2010/31/ЄС, 2012/27/ЄС і 2013/30/ЄС, директив Ради 2009/119/ЄС і (ЄС) 2015/652 і про скасування Регламенту Європейського

Парламенту і Ради (ЄС) № 525/2013. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_030-18#Text

188. Розвиток розподіленої генерації. Вебсторінка Міністерства енергетики України. URL: <https://surli.cc/mlskdf>

189. Ситник Г. П. Державне управління у сфері національної безпеки (концептуальні та організаційно-правові засади). Київ : НАДУ, 2012.

190. Сосновська І.М. Поняття та значення економічної безпеки виробничо-господарської діяльності підприємств. *Ефективна економіка*. 2015. № 9. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=4303>

191. Спіноза Б. Теологічно-політичний трактат. Пер. з англ. В. Литвинов. Ви-во Априорі. 2018. 418 с.

192. Степаненко С., Овсюченко Ю., Тохтамиш Н. Перспективи розвитку ринку електроенергетики в Україні в контексті європейської інтеграції. *Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит*. 2023. №12(190). С.98-110. DOI: 10.20998/2313-8890.2023.12.07

193. Структура тарифів на послуги з розподілу електричної енергії із застосуванням стимулюючого регулювання Акціонерного товариства «ДТЕК Одеські електромережі» на 2025 рік. ДТЕК. 2025. URL: <https://surl.li/mcaumj>

194. Суходоля О.М., Рябцев Г.Л., Харазішвілі Ю.М., Бобро Д.Г., Завгородня С.П. Визначення рівня та оцінювання загроз енергетичній безпеці: збір. аналіт. доп. Київ : НІСД, 2022. 160 с. URL: <https://surl.li/btbywo>

195. Талабуєв Я. Кібербезпека 2025: актуальні загрози та рішення. Golobridge. URL: <https://blog.colobridge.net/uk/2025/04/cybersecurity-2025-ua/>

196. Тариф на послуги з передачі електричної енергії. НКРЕКП. 2021. URL: <https://surli.cc/vfbxwa>

197. Тарифи на послуги з розподілу електричної енергії. 2025. ДТЕК. URL: <https://www.dtek-krem.com.ua/ua/services-tariffs>

198. Тарифи НЕК “Укренерго” та боргова криза на ринку електроенергії. Веб-сторінка «Укренерго». 2023. URL: <https://surl.li/jqbwpe>

199. Тен С. О. ESG!аудит корпоративної звітності — фундаментальне підґрунтя до залучення сталих інвестицій в агробізнес

200. ТехНова Чернігівська ТЕЦ. Показники діяльності. 2023 URL: <https://tec.cn.ua/about/pokazniki-diyalnosti/>

201. Ткаченко А.М., Левченко С.А. Економічна безпека підприємств енергетики в умовах «зеленої» трансформації. *Економічний аналіз*. 2024. Том 34. №4. С.658-667. DOI: 10.35774/econa2024.04.658

202. Ткаченко А., Левченко Н., Колесник Е. Метрика оцінювання ESG-конкурентоспроможності підприємств. *Економічний аналіз* 2023. Том.33. №3. С.365-374 . URL: <https://doi.org/10.35774/econa2023.03.365>

203. ТОВ «ДТЕК Східенерго» Звітність: URL: <http://skhidenergo.com.ua/reporting/>

204. Топалов М. На ринку електроенергії утворився ланцюг боргів на 60 мільярдів гривень. Що з ним робити? *Економічна правда*. 2023. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/11/7/706291/>

205. Тютченко С. М. Методи оцінки рівня економічної безпеки підприємства. Використання сучасних інформаційних технологій в діяльності національної поліції України : матеріали Всеукраїнського науково-практичного семінару 23 листопада 2018 р. Дніпро : Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ, 2018. С.87-89.

206. Тютченко С.М. Аналіз забезпечення економічної безпеки підприємств. *Науковий вісник ДДУВС*. 2021. №2. С. 713-720. URL: <https://er.dduvs.edu.ua/bitstream/123456789/9018/1/105.pdf>

207. Тютченко С.М. Забезпечення економічної безпеки підприємств в умовах трансформаційних змін в економіці. Дисер. на здоб. наук. ступеня канд.

екон. наук. зі спец. 08.00.04 – економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності). Запоріжжя. 2020.

208. Угода між Україною та ЄС

209. Угода про Асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. Закон України від 16.09.2014 р. №1678-VII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text

210. Україна отримала статус кандидата на членство в ЄС. Урядовий портал. 2022. URL: <https://surl.li/hcgwby>

211. Україна приєдналася до об'єднаної енергосистеми континентальної Європи ENTSO-E. EUUA. URL: <https://surl.li/sndhfa>

212. Укренерго. Національна енергетична компанія URL: <https://ua.energy/>

213. Улинець Н. Вплив репутації на український бізнес: тренд за ESG. *Економічна правда*. 2024. URL: <https://pravda.com.ua/columns/2024/08/02/717504/>

214. Урста А. Що відбувається з прозорістю енергетичного сектору під час війни. *Українська енергетика*. 2024. URL: <https://surl.cc/vixwhc>

215. Усенко Ю. Енергетична децентралізація в громадах. *Економічна правда*. 2023. URL: <https://pravda.com.ua/columns/2023/11/22/706875/>

216. Фишер С. Природа капіталу і доходу. Київ : Вид-во Веселка-А, 2011. 864 с.

217. Франчук В. І. Теорія безпеки соціальних систем. Львів : ЛьвДУВС, 2016. 216 с.

218. Франчук В.І., Корчинський І.О. Економічна безпека держави: історичні аспекти та характеристика сутності. *Ефективна економіка*. 2019. №8. DOI: 10.32702/2307-2105-2019.8.7

219. Харазішвілі Ю. М. Системна безпека сталого розвитку: інструментарій оцінки, резерви та стратегічні сценарії реалізації: монографія / НАН України, Ін-т

економіки пром-сті. Київ, 2019. 304с. URL: https://iie.org.ua/wp-content/uploads/2019/02/Harazishvili_monograf_2019-ost.pdf

220. Цахманн Г. «Зелена» угода і війна. Чи під силу Україні європейські кліматичні зобов'язання. *Економічна правда*. 2024. URL: <https://epravda.com.ua/columns/2024/08/9/717754/>

221. Центренерго. Фінансова звітність: URL: <https://www.centrenergo.com/finance-info/>

222. Цуркан-Сайфуліна Ю.В. Право і влада в середньовічній схоластиці. *Прикарпатський юридичний вісник*. 2015. Вип. 1. С.12-15. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pjuv_2015_1_5

223. Чайка О. Вузол на 60 млрд. грн. Хто кому винен на енергоринку? Пояснюємо на одній картинці. *Forbes*. 2023. URL: <https://surl.lu/eptfzy>

224. Чугуєвець Ю. Гарантії походження електроенергії: як забезпечити розвиток «зеленої» генерації в Україні? *Економічна правда*. 2024. URL: <https://epravda.com.ua/columns/2024/09/18/719488/>

225. Шаблистий В.В. Безпековий вимір кримінального права України: людиноцентристське дослідження : монограф. / В. В. Шаблистий. – Дніпропетровськ : Дніпроп. держ. ун-т внутр. справ : Ліра ЛТД, 2015. – 420 с.

226. Шемаєва Л.Г. Економічна безпека підприємств у стратегічній взаємодії з суб'єктами зовнішнього середовища : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра. екон. наук : 21.04.02. Київ, 2

227. Шкарлет С. М. Економічна безпека підприємства: інноваційний аспект: монографія. К.: НАУ, 2007. – 436 с

228. Шкуратов О., Антонова Л., Дзюба Р. (2024). Інноваційні механізми та реалізація державної економічної політики післявоєнного відновлення України: квантові трансформації як драйвер розвитку. *Public Administration and Regional Development*. Vol. 26, pp. 1254-1272. DOI 10.34132/pard2024.26.08

229. Шмигаль: Споживання електроенергії впало на 30%». *Фінанси та Економіка*. 2022. URL: <https://surl.li/pvyfma>

230. Штуббе Р., Везер Г., Білек П. Звільнення експорту електроенергії з під дії СВАМ ЄС. URL: https://www.lowcarbonukraine.com/wp-content/uploads/LCU_PP_01_2024_Exemption_of_electricity_exports_from_EU-SVAM-UA.pdf

231. Штулер І., Шевченко Д. Сутність економічної безпеки та її система управління. *Фінанси, банківська справа та страхування*. 2020. №11(233). С. 59-71.

232. Щербина В. М. Інформаційне забезпечення економічної безпеки підприємств та установ. *Актуальні проблеми економіки*. 2006. № 10 (64). С. 220–225.

233. Щодо захисту інформації, яка в умовах воєнного стану може бути віднесена до інформації з обмеженим доступом, у тому числі щодо об'єктів критичної інфраструктури». Постанова НКРЕКП від 26.03.2022 р. за №349. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0349874-22#Text>

234. Юрчишин В., Зимовець В., Міщенко М., Пашков М., Пищуліна О., Сунгуровський М., Чекунова С. Політичні, економічні і структурні наслідки російської агресії для України і світової спільноти. завдання економічного відновлення України у повоєнний період з врахуванням євроінтеграційних пріоритетів. Центр Разумкова. 2023. 120 с. URL: <https://surl.li/vdcfbm>

235. Яремик М.І., Черненко А.В. Забезпечення економічної безпеки підприємств електронної торгівлі в умовах впливу сучасних загроз. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 60. URL: <https://10.32782/2524-0072/2024-60-9>

236. Яртим Н. Католицькі доктрини походження держави і права. *Вісник Національного авіаційного університету. Серія «Філософія. Культурологія»*. 2011. № 1. С. 151–155. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnau_f_2011_1_38A European Green Deal, striving to be the first climate-neutral continent. — European Commission, URL: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.

238. Adebayo, T.S., Aga, M. (2022). The Race to Zero Emissions in MINT Economies: Can Economic Growth, Renewable Energy and Disintegrated Trade Be the Path to Carbon Neutrality? *Sustainability*. Vol. 14. URL: <https://doi.org/10.3390/su142114178>

239. Adriana Arango Londoño. Juan David Velásquez. (2023). Risk Management in Electricity Markets: Dominant Topics and Research Trends. The Special Issue Multidimensionality of Financial and Non-financial Market: Risk, Insurance, Economy, Management, and Interdependencies. Vol. 7(11). URL: <https://doi.org/10.3390/risks11070116>

240. Ahmed Z., Cary M., Shahbaz M., Vo X.. (2021). Asymmetric nexus between economic policy uncertainty, renewable energy technology budgets, and environmental sustainability: Evidence from the United States. *Journal of Cleaner Production*. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127723> (Scopus)

241. Cain, A. A., Edwards, M. E., & Still, J. D. (2018). An exploratory study of cyber hygiene behaviors and knowledge. *Journal of Information Security and Applications*, Vol. 42. pp 36–45. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jisa>.

242. Corteva Agriscience.(2021). Чому трансформація і зміни зазнають успіху або поразки. URL: <https://surl.li/yfpbqx>

243. Directive (EU) 2019/944 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on common rules for the internal market for electricity and amending Directive 2012/27/EU (recast) (Text with EEA relevance.) URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/944/oj/eng>

244. DTEK Energy B.V. Unaudited Consolidated Balance Sheet of 2021. DTEK. 2022. URL: <https://surli.cc/dkekpl>

245. Dubnitsky V.I., Myachin V.G., Zybalyo S.M., Myroshnichenko O.V.(2022). Building a neural network model for diagnosing the probability of bankruptcy of innovative-active enterprises and checking its adequacy. *Економічний вісник ДВНЗ УДХТУ*. №1(11). С.16-23.

246. Dvigun A., Datsii O., Levchenko N, Shyshkanova G., Platonov O., Zalizniuk V. (2022). Increasing Ambition to Reduce the Carbon Trace of Multimodal Transportation in the Conditions of Ukraine's Economic Transformation Towards Climate Neutrality. *Science and Innovation*, Vol. 18(1), pp. 96–111. URL: <https://doi.org/10.15407/scine18.01.096>

247. ENERGY ANALYTICS. Аналітичні дослідження про функціонування енергетичних ринків. ENERGY CLUB. 2022. URL: <https://iclub.energy/analitika>

248. European Sustainability Reporting Standards (ESRS). 2023. URL: <https://www.unepfi.org/impact/interoperability/european-sustainability-reporting-standards-esrs/>

249. European Green Deal. (2021). Представництво України при Європейському Союзі. URL: <https://surl.li/ldgqsn>

250. Fikry A., Hamzah M., Hussein Z., Abdul A. and Bakar K. “Defining the Beauty of Cyber Hygiene: A Retrospective Look,” in *IEEE Engineering Management Review*, vol. 52, no. 2, pp. 174-180, April 2024, DOI: 10.1109/EMR.2024.3361023.

251. Flavio R. Arroyo M. and Luis J. Miguel.(2020) Low-Carbon Energy Governance: Scenarios to Accelerate the Change in the Energy Matrix in Ecuador. *Reprinted from: Energies* Vol.13. DOI:10.3390/en13184731

252. Fott D. (2014). M. Tulli Ciceronis. “On the Republic” and “On the Laws. Cornell University Press. – 229 p.

253. Gould J. W., Kolb W. L. A Dictionary(1964) of the Social Science. London: Tavistock Publications. pp761.

254. Greene, William H.9(2018) , *Econometric Analysis*, 8th Edition, Stern School of Business, New York University URL: <https://surl.li/uaelyg>

255. Hongyi Zhang, Hsing Hung Chen, Kunseng Lao and Zhengyu Ren. (2022). The Impacts of Resource Endowment, and Environmental Regulations on Sustainability - Empirical Evidence Based on Data from Renewable Energy Enterprises. MDPI. Vol. 15, DOI:10.3390/en15134678

256. International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/areas-of-work/energy-security>

257. Iqbal H. Sarker, Helge Janicke, Ahmad Mohsin, Asif Gill, Leandros Maglaras, (2024). Explainable AI for cybersecurity automation, intelligence and trustworthiness in digital twin: Methods, taxonomy, challenges and prospects. Vol. 10.pp.935-958. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ict.2024.05.007>

258. Jurgens J., Cin P. (2025). Global Cybersecurity Outlook 2025 Insight report World Economic Forum's URL: <https://surl.li/stkgel>

259. Jurgens J., Kohn S., Souta C. (2022). Transitioning to a Quantum-Secure Economy. World Economic Forum. URL: <https://surl.li/umfoot>

260. Karpenko A., & Bratkovska K. (2025). The value of aggregation in ensuring the economic security of energy companies. *Економіка і регіон*. №1(96). URL: [https://doi.org/10.26906/EiR.2025.1\(96\).3769](https://doi.org/10.26906/EiR.2025.1(96).3769)

261. Kioskli, K., Fotis, T., Nifakos, S., Mouratidis, H. (2023). The Importance of Conceptualising the Human-Centric Approach in Maintaining and Promoting Cybersecurity-Hygiene in Healthcare 4.0. *MDPI*. Vol. 13(6). DOI: 10.3390/app13063410

262. Korab-Karpowicz W. J. (2023). Political Realism in International Relations // Stanford Encyclopedia of Philosophy / ed. by E. N. Zalta, U. Nodelman. Stanford : Stanford University. Stanford University, URL: <https://plato.stanford.edu/entries/realism-intl-relations>

263. Levchenko S. (2022). Risk management of energy enterprises in the conditions of Ukraine's transformation to a low-carbon economy model. Multidisciplinary conference for young researchers “Sustainable Development in Wartime Ukraine and the World”. 25 November 2022: Prague. Czech Republic. pp. 55-56. URL: <https://ir.stu.cn.ua/handle/123456789/26554>

264. Levchenko S. (2022). Toolkit for providing economic and safe future of energy enterprises. *Економічний вісник Державного вищого навчального закладу*

«Український державний хіміко-технологічний університет». №2. С.30-38. DOI: 10.32434/2415-3974-2022-16-2-30-38

265. Levchenko S. (2023). Debt crisis in the electricity market: causes and threats to the. *Економічний вісник Державного вищого навчального закладу «Український державний хіміко-технологічний університет»*. №2. С.85-92. DOI: 10.32434/2415-3974-2023-18-2-85-92

266. Levchenko S. (2023). Ensuring the economic security of thermal power plants with accelerated decarbonization of the energy industry. *Економічний вісник Державного вищого навчального закладу «Український державний хіміко-технологічний університет»*. №1. С.41-50. DOI: 10.32434/2415-3974-2022-17-1-41-50

267. Li, Zhuohang, Tao Shen, Yifen Yin, and Hsing Hung Chen. 2022. “Innovation Input, Climate Change, and Energy-Environment-Growth Nexus: DOI: 10.3390/en15238927

268. Londoño A. Velásquez J. (2023). Risk Management in Electricity Markets: Dominant Topics and Research Trends. The Special Issue Multidimensionality of Financial and Non-financial Market: Risk, Insurance, Economy, Management, and Interdependencies. URL: <https://doi.org/10.3390/risks11070116>

269. Madaleno, M., Nogueira, M.C. (2023). How Renewable Energy and CO2 Emissions Contribute to Economic Growth and Sustainability - An Extensive Analysis. *Sustainability*. Vol. 15. pp. 33-47. DOI:10.3390/su15054089

270. Ncubekezi T., Mwansa L. and Rocaries F. (2020). “A Review of the Current Cyber Hygiene in Small and Medium-sized Businesses,” *2020 15th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST)*, London, United Kingdom, DOI: 10.23919/ICITST51030.2020.9351339.

271. New UNEP Synthesis Provides Blueprint to Urgently Solve Planetary Emergencies and Secure Humanity’s Future. 2021. UNEP press release. URL: <https://surl.gd/mpcxdl>

272. Piebalgs A., Pavlenko O., Nitsovykh R., Bilous A., Lapenko O. (2025). Supporting Ukraine's Energy Sector: Keeping Ukraine's Accession to the EU in Sight. Robert Schuman Centre for Advanced Studies, Florence School of Regulation. URL: <https://surl.li/ruqpvc>

273. Plato. (1998) The Republic. Translated by Benjamin Jowett. Project Gutenberg, URL: <https://www.gutenberg.org/files/1497/1497-h/1497-h.htm>

274. Plotkin J., Levchenko N., Shyshkanova G., Levchenko S. (2023). Development of energy enterprises in the context of green transformation. Journal of Engineering Sciences, Vol. 10(1), pp. G22-G33, DOI: 10.21272/jes.2023.10(1).g3 (SCOPUS)

275. POLICY PAPER. RSC PP 2025/01 Robert Schuman Centre for Advanced Studies Florence School of Regulation

276. Regulation (EU) 2019/943 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the internal market for electricity (recast) (Text with EEA relevance.). (2019). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/943/oj/eng>

277. Renewable Energy – Recast to 2030 (RED II). (2018). The Joint Research Centre: EU Science Hub. URL: <https://surl.lt/pkmmvwl>

278. Renewable Energy Directive, RED III. (2023). Energy, Climate change, Environment. URL: <https://surl.lu/zdnshm>

279. Sustainability and climate trends to 2024. (2024). MSCI. URL: <https://surli.cc/qzryjc>

280. Tapio P. (2015). Towards a decoupling theory: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001. Transport Policy. Vol. 12.pp 137-151. URL: <http://www.demand.ac.uk/wp-content/uploads/2013/10/tapio.pdf>

281. The effect of imports of steel on national security. AS AMENDED. U.S. Department of Commerce Bureau of Industry and Security Office of Technology Evaluation. January 11, 2018. URL: <https://www.commerce.gov/sites/default/files/>

282. Tkachenko A., Levchenko N., Pozhuieva N., Sevastyanov R. and Levchenko S. (2023). Modified assessment methodology ESG competitiveness of enterprises to a new generation of investors. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. ICSF 2023. DOI: 10.1088/1755-1315/1254/1/012126 (SCOPUS)

283. Tkachenko A., Levchenko S. Vectors of ensuring economic security of energy enterprises in the context of quantum transformation. *Економіка і регіон*. 2025. №1(96). С.248-254. DOI: 10.26906/EiR.2025.1(96).3771

284. Tkachenko A.M., Levchenko S.A. Ambivalence to the process of decarbonization of enterprises energy. *Економічний вісник Державного вищого навчального закладу «УДХТУ»*. 2022. №1. С.48-57. DOI: 10.32434/2415-3974-2022-15-1-48-57

285. Zahoor Ahmed, Michael Cary, Muhammad Shahbaz, Xuan Vinh Vo. (2021). Asymmetric nexus between economic policy uncertainty, renewable energy technology budgets, and environmental sustainability: Evidence from the United States. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 313. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127723>

286. Zhuohang Li, Tao Shen, Yifen Yin and Hsing Hung Chen. Innovation Input, Climate Change, and Energy-Environment-Growth Nexus: Evidence from. DOI:10.3390/en15238927

ДОДАТОК А.1

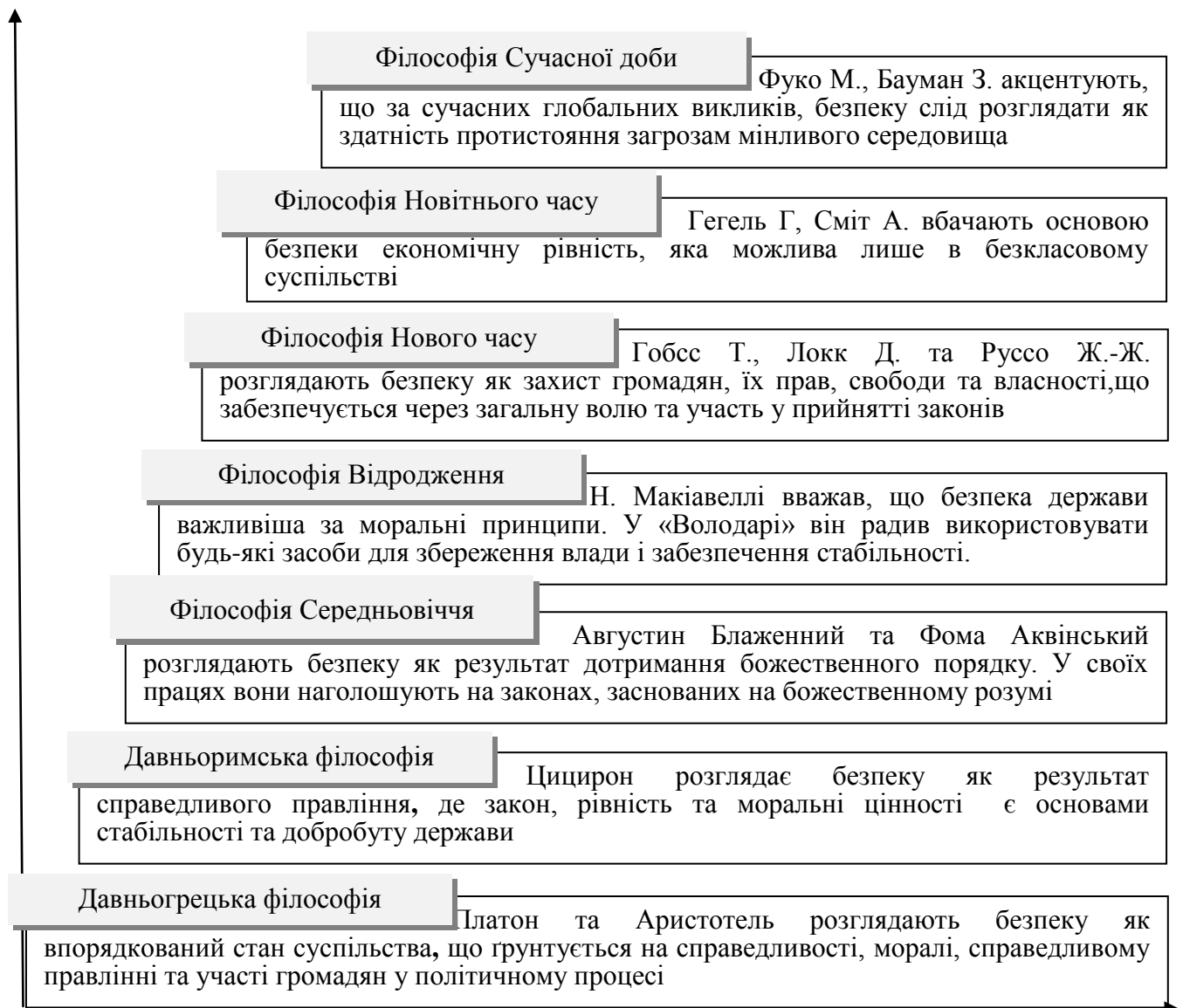


Рис. А.1. Етимологічний аналіз еволюції розвитку поняття «безпека»

Джерело: авторське бачен

ДОДАТОК А.2

Таблиця А.2

Дефініційний аналіз поняття «трансформація»

Автори	Трактування змісту
Поченчук Г. [139]	трансформація — це зміна чого-небудь, перетворення системи різного масштабу, глибини, спрямованості, спричинені внутрішніми або зовнішніми факторами
Кирилюк Є. [79]	трансформацію - процес якісних змін та перетворень, що призводить до появи нових ознак та характеристик системи або структури
Петришина Н. [141]	трансформація - складний процес перетворення економічної системи, який передбачає кількісні та якісні зміни складових системи та сфер суспільного життя
Гражевська Н.[35]	трансформація - загальна форма розвитку економічних систем, пов'язана з еволюційними та революційними змінами, постійними переходами економічних систем із стійкого в нестійкий стан і навпаки
Єрохін С. [59]	трансформацію - будь-які революційні або інноваційні зміни, які відбуваються за певний період часу
Поправка Л.[147]	трансформація стосується інституційних змін, які призводять до появи нової моделі, або системи
Кирилюк Є.[78]	трансформація - форма розвитку економічних систем, що пов'язана з еволюційними і революційними змінами, переходом цієї системи із стійкого в нестійкий стан
Маркович І. [128]	трансформація є іманентною особливістю національних економік, яка відбувається постійно і є явищем безперервної зміни форми; як момент кардинальних перетворень, у результаті яких структура, ознаки, система взаємозв'язків змінюються повністю

ДОДАТОК В.1

Таблиця В.1

Порівняльна характеристика інтелектуальних методів оцінки економічної безпеки підприємств [129, с.547]

Метод	Переваги	Недоліки	Синергетичний ефект
Штучні нейронні мережі	здатність до навчання, виявлення складних закономірностей, адаптація до нових умов	висока обчислювальна складність, складність налаштувань, 'чорна скринька'	
Карти Кохонена	візуалізація кластерів, збереження топології даних, сегментація підприємств за ризиками	може бути складно інтерпретувати без додаткових правил, потреба в нормалізації	
Нечітка логіка	обробка нечіткої інформації, можливість роботи з експертними оцінками, гнучкість	залежність від якості бази знань, потреба в експертному супроводі, складність дефазифікації	
Нейронні мережі + карти Кохонена	поєднання навчальної здатності з візуалізацією, збереження просторових структур	обмеження в узгодженні масштабів та форматів даних, складність комбінованої інтерпретації	зростає точність кластеризації з автоматизованою побудовою топологічних зв'язків
Нейронні мережі + нечітка логіка	глибокий аналіз + інтерпретованість результатів, обробка як точних, так і нечітких даних	підвищена складність реалізації, потреба в балансуванні точності та пояснювальності	підвищення точності та пояснюваності оцінки економічної безпеки
Карти Кохонена + нечітка логіка	виявлення груп із нечіткими межами, покращення інтерпретованості кластерів	потреба в складній побудові функцій належності для груп, ресурсоємність	уточнення меж кластерів за рахунок експертного моделювання нечіткості
Нейронні мережі + карти Кохонена + нечітка логіка	повна модель: обробка великих масивів даних, гнучкість, навчання, візуалізація, інтерпретованість	висока складність моделі, потреба у значних обчислювальних ресурсах та експертному налаштуванні	максимальна адаптивність, інтегроване середовище для гнучкого аналізу та управлінських рішень

ДОДАТОК В.2

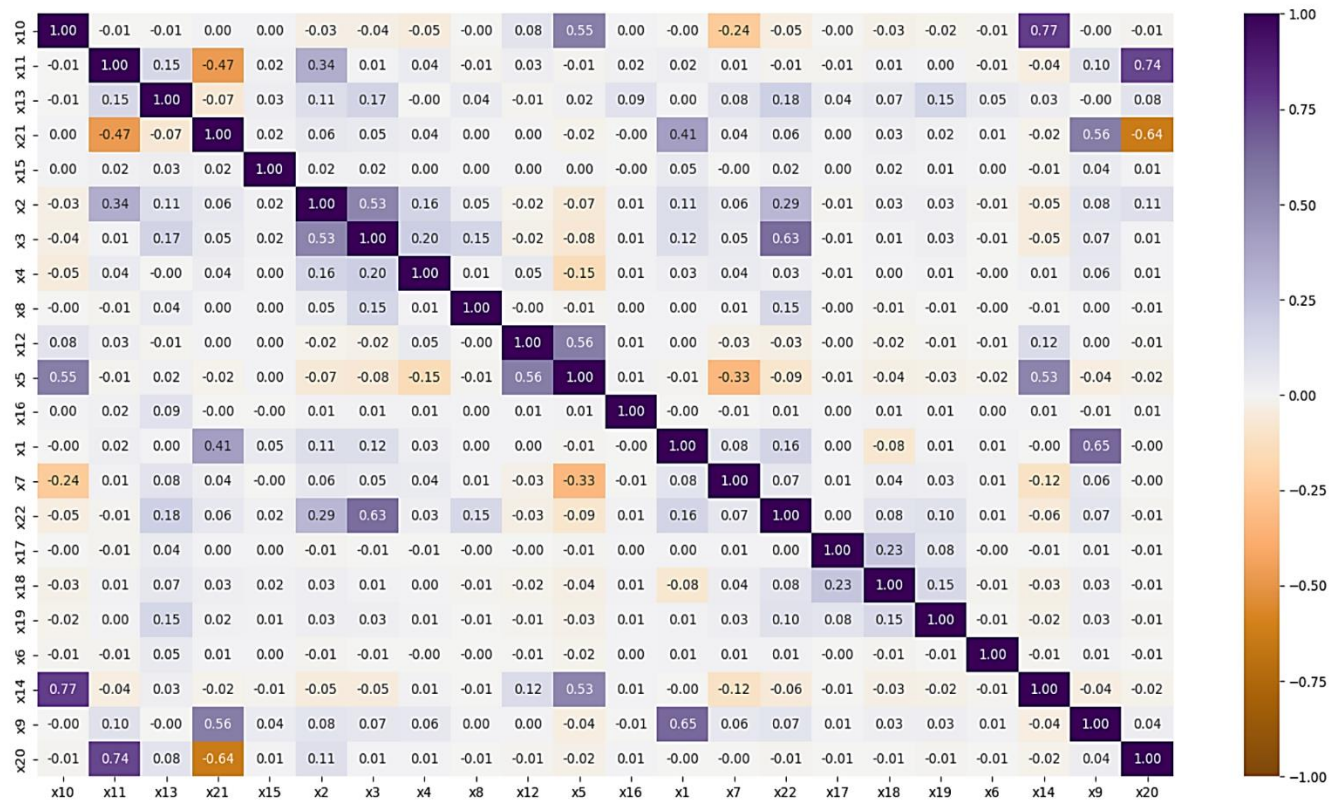


Рис. В.2.1. Графік попарної кореляції змінних при виборі даних для оцінювання економічної безпеки підприємств за методом з використанням машинного навчання

Таблиця В.2

Результати оцінки найкращих моделей після налаштування параметрів

	Random forest		XGBoost	
	Тренувальний	Тестовий	Тренувальний	Тестовий
Accuracy	83,21%	80,70%	83,96%	81,29%
F Beta 2	79,61%	76,61%	81,44%	77,75%
ROC AUC	82,76%	80,19%	83,67%	80,85%

ДОДАТОК В.3

<ul style="list-style-type: none"> - використовувати надлишок грошових коштів для прискореного росту; - реалізація нових проектів; - покупка діючих підприємств; - спрямувати надлишок коштів на виплату власникам та акціонерам 	Створення вартості $EVA > 0$	<ul style="list-style-type: none"> - скоротити дивіденди та інші утримання із прибутку. - залучити додатковий капітал: - емісія акцій, отримання позик. - знизити темп зростання.
Надлишок грошових коштів $g_{SAL} < SGR$	Достатня кількість грошових коштів $g_{SAL} = SGR$	Дефіцит грошових коштів $g_{SAL} > SGR$
<ul style="list-style-type: none"> - розподілити частину коштів, інші направити на підвищення рентабельності. - переглянути структуру капіталу, зробити дії щодо зниження його вартості. - якщо вжиті заходи не дають ефекту, вийти з бізнесу 	Руйнування вартості $EVA < 0$	<ul style="list-style-type: none"> - змінити стратегію, провести реструктуризацію бізнесу. - здійснити реінжиніринг всіх бізнес-процесів. - якщо вжиті заходи не дають ефекту, вийти з бізнесу

Рис. В.3. Матриця визначення внутрішніх можливостей підприємств електропостачання [5, с.69]

ДОДАТОК Д.1

Таблиця Д.1

Еволюція енергетичних пакетів ЄС

Енергетичний пакет	Директива	Фокус енергетичного пакету
Перший енергопакет	Директива 96/92/ЄС []	запровадження спільних правил для внутрішнього ринку електроенергії, створення передумов для лібералізації ринку шляхом надання переваг конкуренції та вільній торгівлі
Другий енергопакет	Директива 2003/54/ЄС []	забезпечення постачання електроенергії всім споживачам, стимулювання конкуренції та створення незалежного регулюючого органу
Третій енергопакет	Директива 2009/72/ЄС [], 2009/73/ЄС []	посилення повноважень та незалежності національних регуляторів, заходах щодо посилення безпеки постачання
Четвертий енергопакет	Директива 2018/844ЄС [] Директива 2019/944/ЄС [], Регламент 2019/942 [], Регламент 2019/943 []	створення сучасного дизайну європейського енергоринку, заснованого на правилах захисту споживачів, порядку забезпечення їх розумними лічильниками, пристроями та програмами для порівняння цін різних постачальників, гнучкості контрактів в питаннях зміни постачальника та ціни, створення та функціонування так званих енергетичних спільнот

ДОДАТОК Д.2

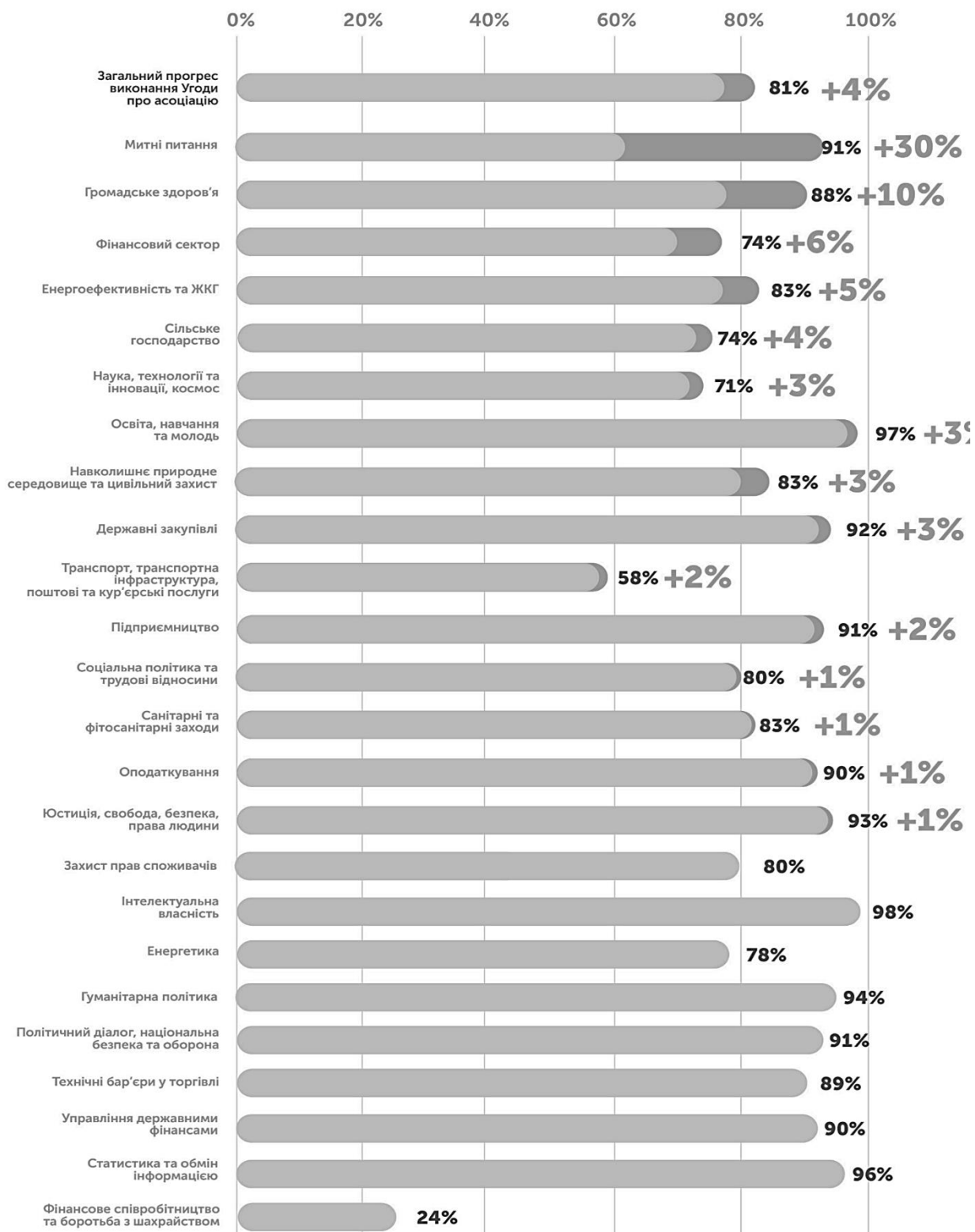


Рис. Д.2. Прогрес виконання Угоди про асоціацію

ДОДАТОК Д.2

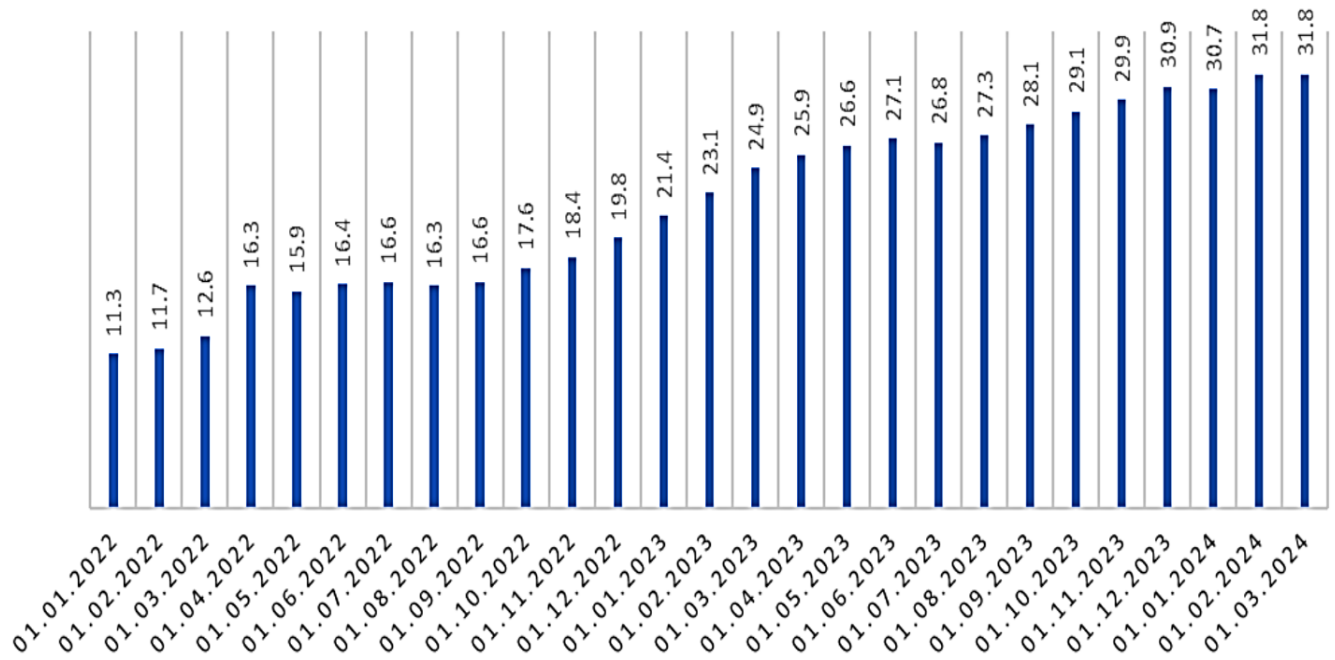


Рис. Д.1. Заборгованість НЕК «Укренерго» та ДП «Гарантований покупець» перед виробниками електроенергії [272, с.9]

ДОДАТОК Ж.1

Таблиця Ж.1

Пропозиція та попит на е/е на РНД станом на 28.02.2025 р. та 01.03.2025 р.

Дата/ годи- на	Заявлені обсяги купівлі-продажу, МВт*год				Зміна, %		Дефіцит
	SELL		BUY		SELL	BUY	Профіцит
	28.02.2025	01.03.2025	28.02.2025	01.03.2025	01.03.2025		01.03.2025
1	3 853,8	4 004,0	3 619,1	3 978,2	3,90	9,92	25,8
2	3 817,7	4 198,2	3 220,0	3 784,7	9,97	17,54	413,5
3	3 840,8	4 322,5	3 053,5	3 593,8	12,54	17,69	728,7
4	3 881,9	4 348,2	2 998,0	3 421,0	12,01	14,11	927,2
5	3 871,6	4 367,7	3 052,0	3 385,4	12,81	10,92	982,3
6	3 836,4	4 401,7	3 322,4	3 481,2	14,74	4,78	920,5
7	4 079,0	4 397,9	3 754,2	3 771,3	7,82	0,46	626,6
8	4 875,0	5 216,4	4 700,4	4 236,5	7,00	-9,87	979,9
9	5 410,4	5 398,8	5 653,6	4 665,1	-0,21	-17,48	733,7
10	5 235,3	5 134,8	5 838,8	4 793,7	-1,92	-17,90	341,1
11	5 266,7	5 169,2	5 466,8	4 565,1	-1,85	-16,49	604,1
12	5 102,7	5 090,4	5 197,3	4 622,1	-0,24	-11,07	468,3
=13	5 100,9	5 169,7	4 742,5	4 565,8	1,35	-3,73	603,9
14	5 320,4	5 096,7	4 951,3	4 414,8	-4,20	-10,84	681,9
15	5 016,1	5 079,1	4 950,3	4 436,3	1,26	-10,38	642,8
16	4 848,2	5 435,8	5 048,4	4 909,4	12,12	-2,75	526,4
17	5 025,4	5 607,3	5 353,1	5 160,4	11,58	-3,60	446,9
18	5 721,0	6 068,8	5 224,7	5 199,8	6,08	-0,48	869,0
19	6 180,4	5 958,2	5 634,6	5 522,6	-3,60	-1,99	435,6
20	5 953,0	5 925,7	5 366,2	5 374,6	-0,46	0,16	551,1
21	5 415,7	5 495,7	4 788,7	4 987,4	1,48	4,15	508,3
22	4 941,8	5 607,9	4 310,6	4 781,2	13,48	10,92	826,7
23	4 710,5	5 546,0	4 105,1	4 291,6	17,74	4,54	1 254,4
24	4 116,5	4 625,7	3 914,3	4 217,1	12,37	7,74	408,6
Σ =	115 421,2	121 666,4	108 265,9	106 159,1	5,41	-1,95	15 507,3

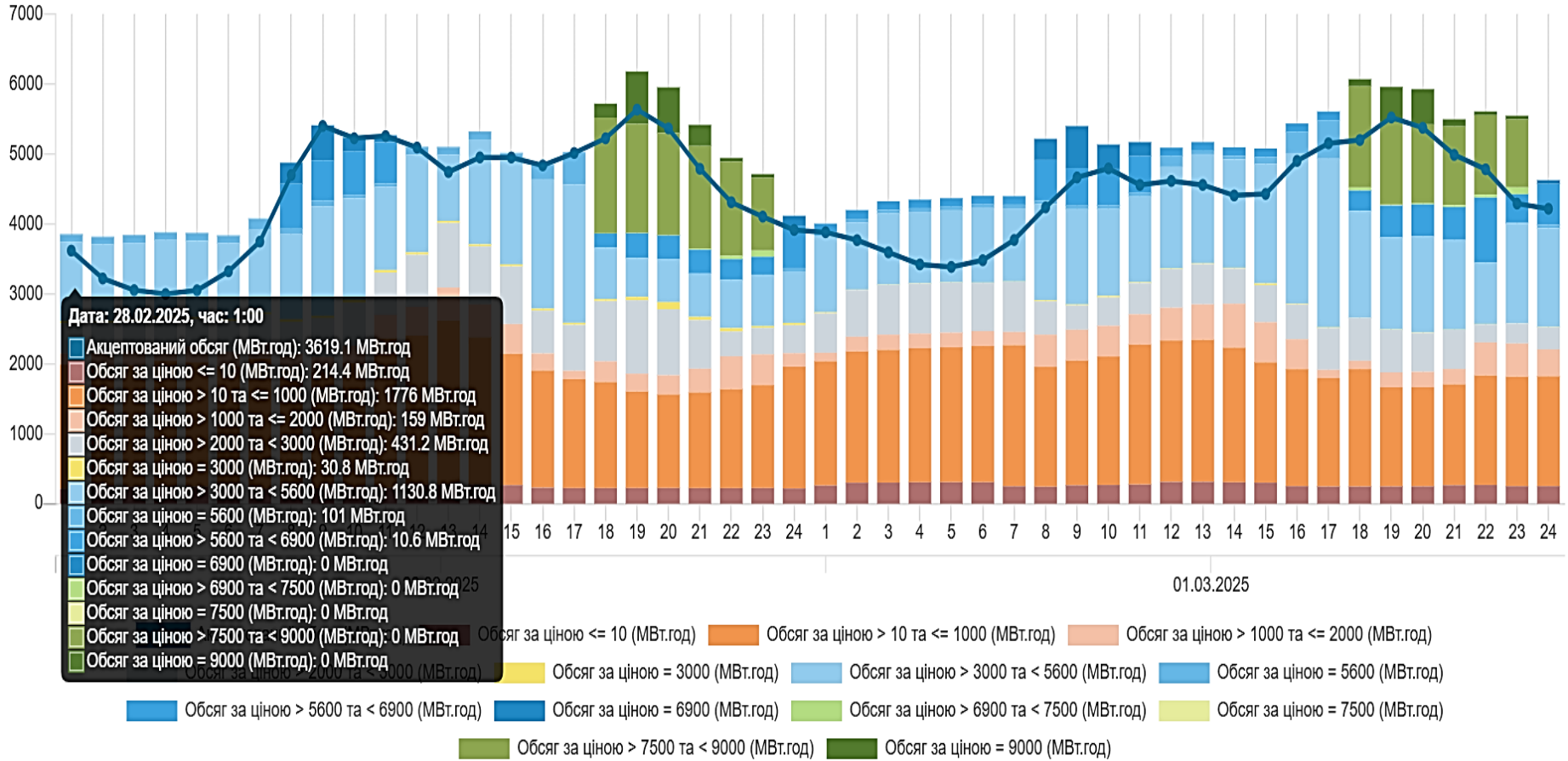


Рис. Ж.2 Заявлені обсяги з градацією за ціною та їх акцепт на РДН (ОЕС України) станом на 28.02.2025 р. та 01.03.2025 р.

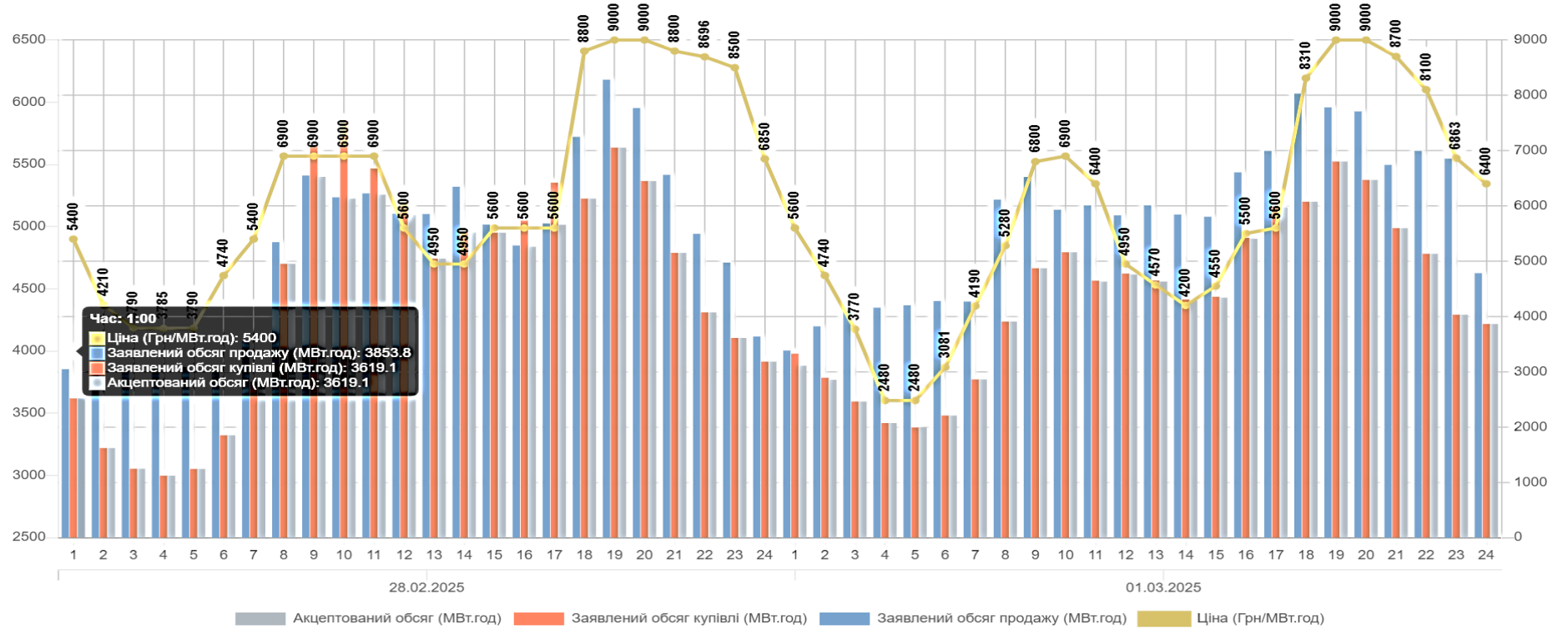


Рис.Ж.3. Попит, пропозиція, акцепт та ціна на РДН (ОЕС України) станом на 28.02.2025 р. та 01.03.2025 р.

Таблиця Ж.4

Пропозиція та попит на е/е на ВДР станом на 28.02.2025 р. та 01.03.2025 р.

Заявлені обсяги купівлі-продажу, МВт*год					Зміна, %		Дефіцит
Дата/го дина	SELL		BUY		SELL	BUY	Профіцит
	28.02.2025	01.03.2025	28.02.2025	01.03.2025	01.03.2025		01.03.2025
1	493,8	267,6	308,6	409,8	-45,8	32,7	-142,2
2	429,1	156,0	331,6	456,4	-63,64	37,64	-300,4
3	257,1	228,3	283,8	214,4	-11,20	-24,45	13,9
4	326,1	314,9	275,4	196,1	-3,43	-28,79	118,8
5	286,0	305,2	288,0	190,1	6,71	-33,99	115,1
6	376,4	235,6	341,0	209,9	-37,41	-38,45	25,7
7	651,8	291,4	425,1	144,5	-55,29	-66,01	146,9
8	897,7	298,4	406,1	118,5	-66,76	-70,82	179,9
9	643,1	368,9	663,0	132,7	-42,64	-79,98	236,2
10	969,3	317,6	957,9	212,1	-67,23	-77,86	105,5
11	832,2	392,5	723,8	417,7	-52,84	-42,9	-25,2
12	660,7	646,7	687,3	702,0	-2,12	2,14	-55,3
13	524,7	619,4	962,1	563,9	18,05	-41,39	55,5
14	390,0	636,7	766,1	593,4	63,26	-22,54	43,3
15	1 057,4	619,9	748,9	603,0	-41,38	-19,48	16,9
16	861,8	1 434,8	913,9	266,7	66,49	-70,82	1 168,1
17	1 049,4	328,8	1 005,9	353,4	-68,67	-64,87	-24,6
18	594,8	722,9	2 426,6	595,4	21,54	-75,46	127,5
19	815,3	786,1	844,9	512,9	-3,58	-39,29	273,2
20	828,6	627,7	883,4	451,9	-24,25	-48,85	175,8
21	697,1	679,6	3 016,1	350,4	-2,51	-88,38	329,2
22	606,3	592,8	1 760,4	428,2	-2,23	-75,68	164,6
23	329,3	612,9	581,0	460,8	86,12	-20,69	152,1
24	445,0	568,0	533,6	172,3	27,64	-67,71	395,7
Всього	15 023,0	12 052,7	20 134,5	8 756,5	-19,7	-56,51	3 296,2

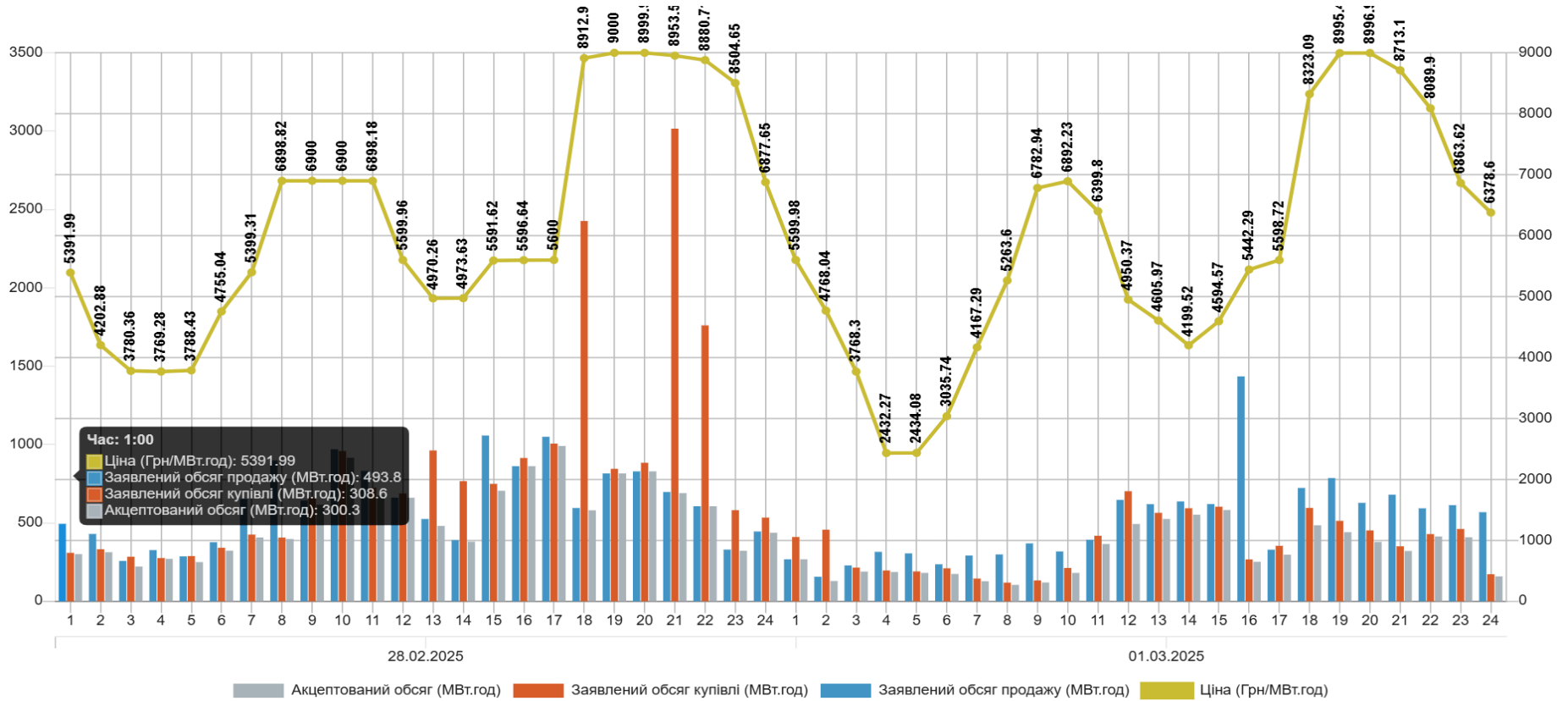


Рис.Ж.5. Попит, пропозиція, акцепт та ціна на ВДР (ОЕС України) станом на 28.02.2025 р. та 01.03.2025 р.

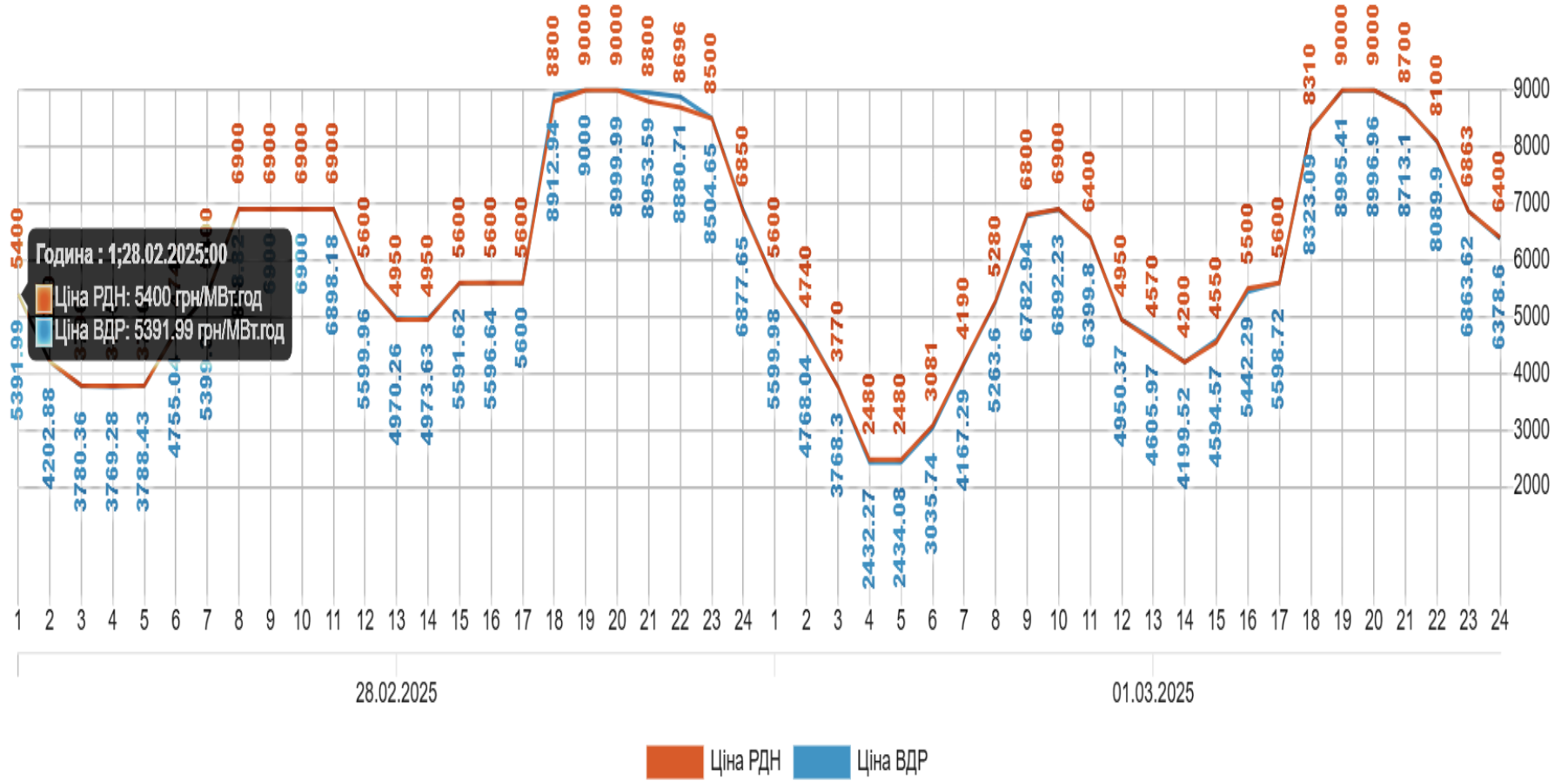
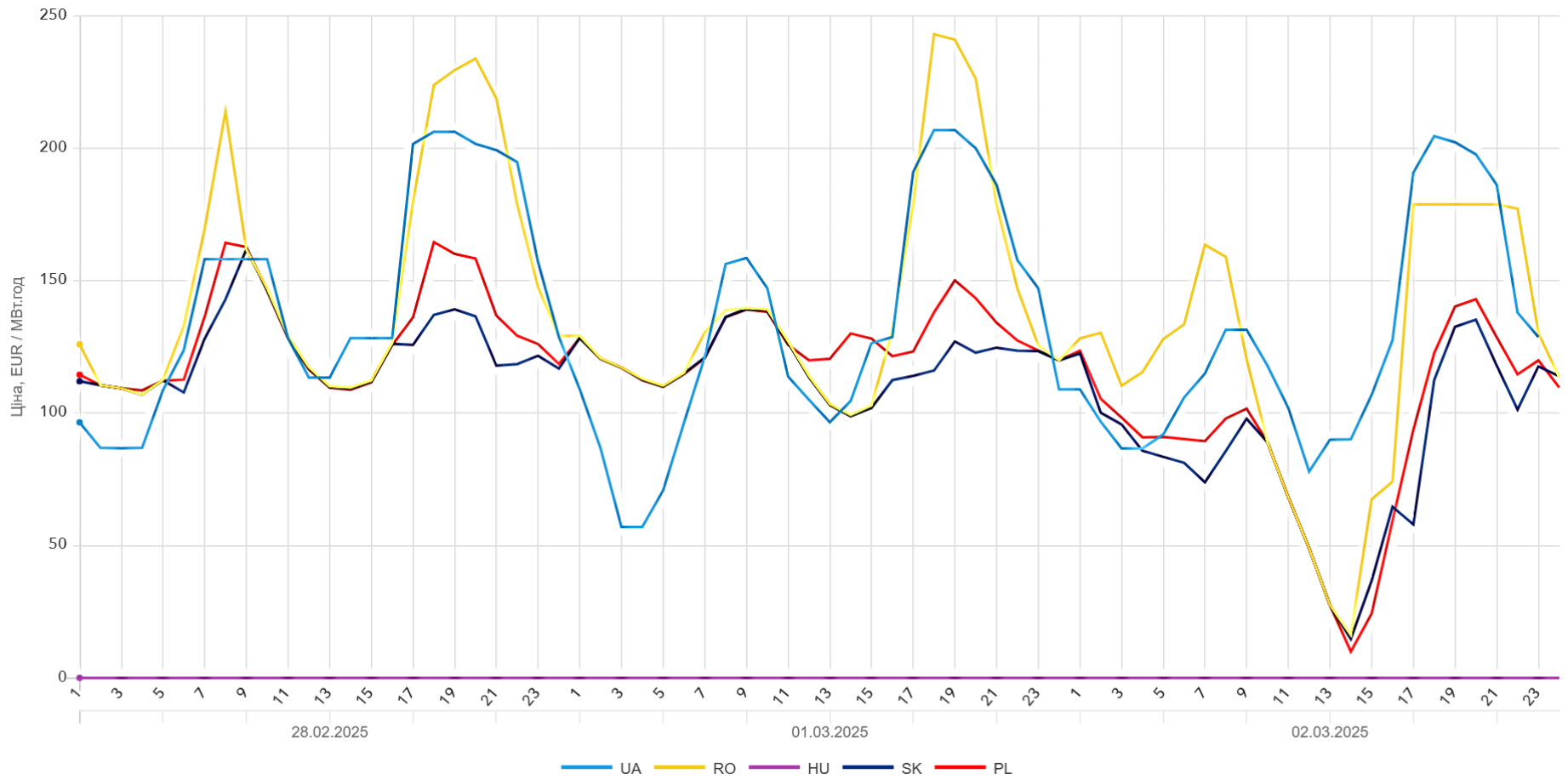


Рис.Ж.6. Погодинні ціни РДН ОЕС України та ВДР ОЕС України протягом 28.02.2025 та 01.03.2025



ДОДАТОК 3

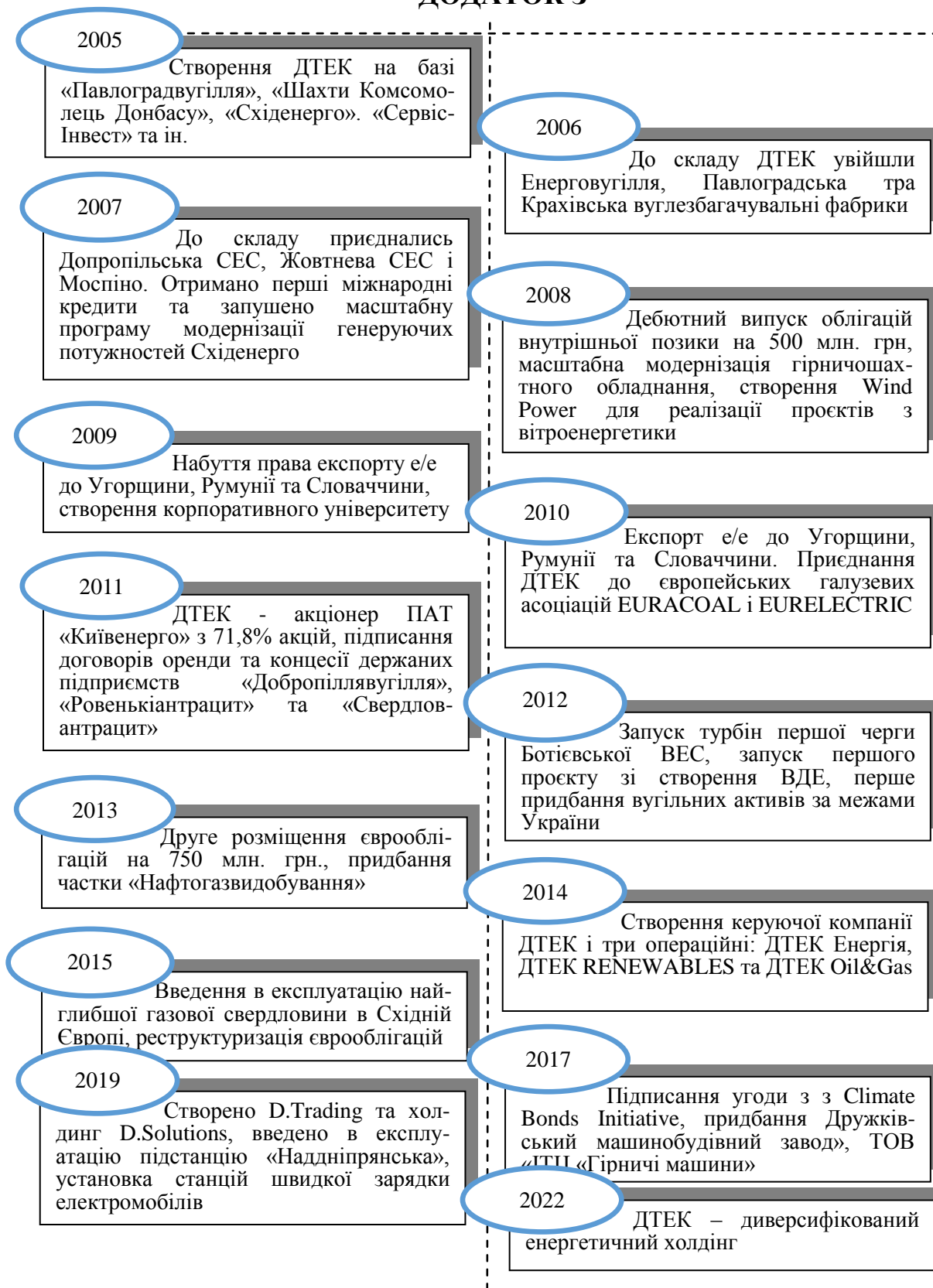


Рис. 3. Часоряд розвитку Групи ДТЕК протягом 2005-202 рр.

ДОДАТОК К

Електронний аукціон з продажу ГПЕЕ № GO-140225-10

Деталі позиції 1 [71]

Вид	Заявлений обсяг продажу	Продаж
Продавець	Гарантований покупець, ДП	Гарантований покупець, ДП
Джерело енергії	Сонце	Сонце
Період виробництва	вересень 2024	вересень 2024
Генеруюча установка	без прив'язки до періоду введення в експлуатацію	без прив'язки до періоду введення в експлуатацію
Лотів	10 000	0
Обсяг, ГПЕЕ (МВт.г.)	10 000	0
Вартість, без ПДВ	109 900.00	0
Стартова ціна, без ПДВ	10,99	
Мін. без ПДВ		0.00
Макс. без ПДВ		0.00
Середньозваж. без ПДВ		0.00

Деталі позиції 2 [71]

Деталі позиції 2		
Вид	Заявлений обсяг продажу	Продаж
Продавець	Гарантований покупець, ДП	Гарантований покупець, ДП
Джерело енергії	Вітер	Вітер
Період виробництва	вересень 2024	вересень 2024
Генеруюча установка	без прив'язки до періоду введення в експлуатацію	без прив'язки до періоду введення в експлуатацію
Лотів	10 000	0
Обсяг, ГПЕЕ (МВт.г.)	10 000	0
Вартість, без ПДВ	109 900.00	0
Стартова ціна, без ПДВ	10,99	
Мін. без ПДВ		0.00
Макс. без ПДВ		0.00
Середньозваж. без ПДВ		0.00

Деталі позиції 3 [71]

Вид	Заявлений обсяг продажу	Продаж
Продавець	Гарантований покупець, ДП	Гарантований покупець, ДП
Джерело енергії	Біогаз/Біомаса	Біогаз/Біомаса
Період виробництва	вересень 2024	вересень 2024
Генеруюча установка	без прив'язки до періоду введення в експлуатацію	без прив'язки до періоду введення в експлуатацію
Лотів	10 000	0
Обсяг, ГПЕЕ (МВт.г.)	10 000	0
Вартість, без ПДВ	109 900.00	0
Стартова ціна, без ПДВ	10,99	
Мін. без ПДВ		0.00
Макс. без ПДВ		0.00
Середньозваж. без ПДВ		0.00

ДОДАТОК Л

Таблиця Л

Вихідні ESG-дані та результати аналізу

Рік	Інвестиції в модернізацію	Екологічні витрати	...	Приріст генерації «зеленої» електроенергії	При-ріст викидів CO2	Аномалія	Фінансовий дисбаланс	Диспропорція генерації	Маніпуляція CO2	Підозрілі показники
2012	10193	548.5	...	23.9	-25.4	Норма	False	False	False	False
2013	10310	976.0	...	267.7	-284.6	Аномалія	True	False	False	True
2014	6460	777.2	...	651.4	-692.4	Норма	False	False	False	False
2015	5015	822.5	...	634.0	-673.9	Норма	False	False	False	False
2016	7781	858.4	...	680.4	-646.7	Норма	False	False	False	False
2017	10388	1126.8	...	637.8	-677.9	Норма	False	True	False	True
2018	19878	1378.3	...	677.0	-719.7	Норма	False	True	False	True
2019	23180	1362.2	...	1397.0	-1485.0	Норма	False	True	False	True
2020	11197	741.5	...	2398.4	-2549.5	Норма	False	False	True	True

ДОДАТОК М

Таблиця М.1

Типи і категорії кібератак підприємств електроенергетики згідно CWE

Year	Overflow	Memory Corruption	Sql Injection	XSS	Directory Traversal	File Inclusion	CSRF	XXE	SSRF	Open Redirect	Input Validation
2015	<u>1037</u>	<u>1104</u>	<u>221</u>	<u>776</u>	<u>152</u>	<u>6</u>	<u>249</u>	<u>50</u>	<u>8</u>	<u>46</u>	<u>379</u>
2016	<u>1180</u>	<u>1173</u>	<u>97</u>	<u>497</u>	<u>99</u>	<u>12</u>	<u>87</u>	<u>41</u>	<u>16</u>	<u>33</u>	<u>519</u>
2017	<u>2478</u>	<u>1542</u>	<u>505</u>	<u>1500</u>	<u>282</u>	<u>155</u>	<u>334</u>	<u>109</u>	<u>57</u>	<u>97</u>	<u>936</u>
2018	<u>2084</u>	<u>1731</u>	<u>503</u>	<u>2041</u>	<u>569</u>	<u>112</u>	<u>479</u>	<u>188</u>	<u>118</u>	<u>85</u>	<u>1248</u>
2019	<u>1205</u>	<u>2030</u>	<u>544</u>	<u>2387</u>	<u>488</u>	<u>126</u>	<u>560</u>	<u>137</u>	<u>103</u>	<u>121</u>	<u>907</u>
2020	<u>1217</u>	<u>1878</u>	<u>465</u>	<u>2201</u>	<u>436</u>	<u>110</u>	<u>415</u>	<u>119</u>	<u>131</u>	<u>100</u>	<u>813</u>
2021	<u>1663</u>	<u>2530</u>	<u>742</u>	<u>2724</u>	<u>548</u>	<u>91</u>	<u>520</u>	<u>126</u>	<u>192</u>	<u>133</u>	<u>677</u>
2022	<u>1863</u>	<u>3369</u>	<u>1788</u>	<u>3404</u>	<u>729</u>	<u>96</u>	<u>769</u>	<u>126</u>	<u>230</u>	<u>146</u>	<u>779</u>
2023	<u>1665</u>	<u>2278</u>	<u>2120</u>	<u>5136</u>	<u>768</u>	<u>116</u>	<u>1392</u>	<u>127</u>	<u>243</u>	<u>180</u>	<u>624</u>
2024	<u>1781</u>	<u>2532</u>	<u>2650</u>	<u>7455</u>	<u>945</u>	<u>257</u>	<u>1435</u>	<u>112</u>	<u>375</u>	<u>121</u>	<u>131</u>
2025	<u>272</u>	<u>423</u>	<u>457</u>	<u>1828</u>	<u>147</u>	<u>57</u>	<u>463</u>	<u>17</u>	<u>67</u>	<u>18</u>	<u>0</u>
Total	<u>16445</u>	<u>20590</u>	<u>10092</u>	<u>29949</u>	<u>5163</u>	<u>1138</u>	<u>6703</u>	<u>1152</u>	<u>1540</u>	<u>1080</u>	<u>7013</u>

Джерело: <https://www.cvedetails.com/vulnerabilities-by-types.php>

Таблиця М.2

Уразливості системи підприємств енергетики за типами впливу кібератак згідно CVE

Year	Code Execution	Bypass	Privilege Escalation	Denial of Service	Information Leak
2015	<u>1430</u>	<u>176</u>	<u>254</u>	<u>1793</u>	<u>594</u>
2016	<u>1239</u>	<u>462</u>	<u>601</u>	<u>2050</u>	<u>692</u>
2017	<u>1870</u>	<u>847</u>	<u>1016</u>	<u>3372</u>	<u>1385</u>
2018	<u>1728</u>	<u>647</u>	<u>831</u>	<u>2207</u>	<u>1406</u>
2019	<u>1546</u>	<u>664</u>	<u>910</u>	<u>1697</u>	<u>1318</u>
2020	<u>1691</u>	<u>802</u>	<u>1373</u>	<u>1677</u>	<u>1090</u>
2021	<u>2087</u>	<u>782</u>	<u>1097</u>	<u>2297</u>	<u>913</u>
2022	<u>2067</u>	<u>902</u>	<u>1485</u>	<u>2437</u>	<u>1130</u>
2023	<u>2580</u>	<u>910</u>	<u>1376</u>	<u>2560</u>	<u>1445</u>
2024	<u>3971</u>	<u>695</u>	<u>1125</u>	<u>2450</u>	<u>970</u>
2025	<u>405</u>	<u>115</u>	<u>212</u>	<u>505</u>	<u>124</u>
Total	<u>20614</u>	<u>7002</u>	<u>10280</u>	<u>23045</u>	<u>11067</u>

Джерело: <https://www.cvedetails.com/vulnerabilities-by-types.php>

ДОДАТОК М.3

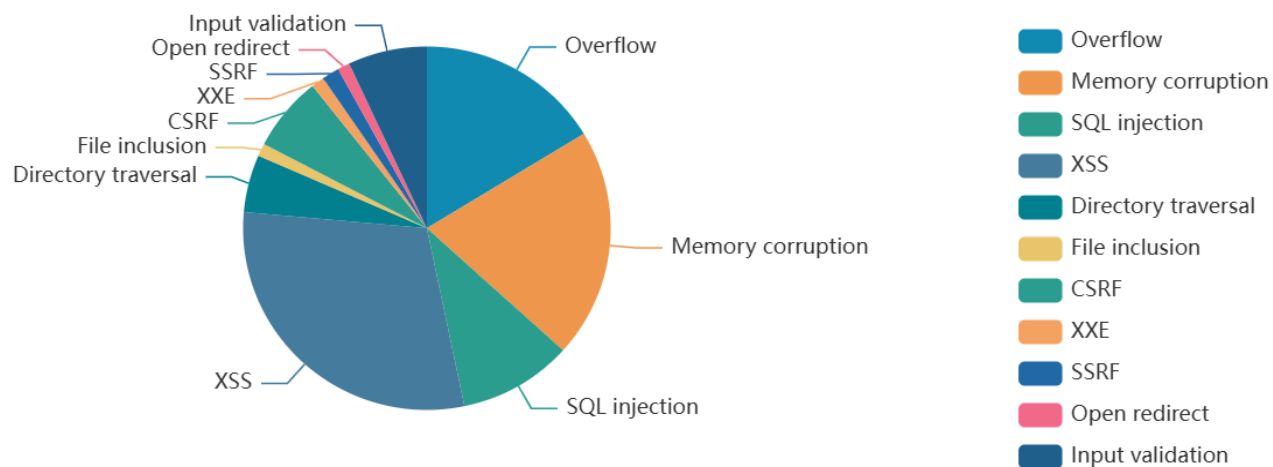


Рис. М.3. Частка уразливості системи підприємств енергетики за типами впливу кібератак згідно CVE

Джерело: <https://www.cvedetails.com/vulnerabilities-by-types.php>

ДОДАТОК М.4

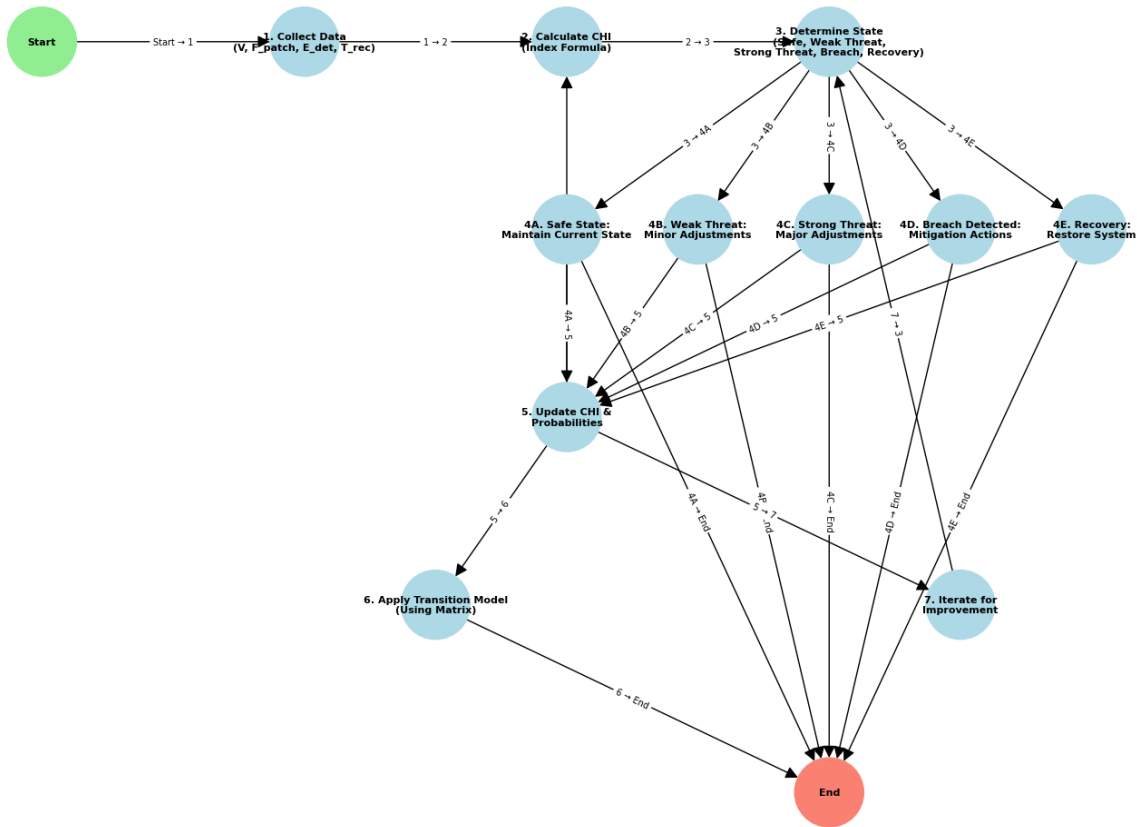


Рис. М.4. Блок –схема алгоритма кібергігієни цифрового двійника з управління економічною безпекою підприємств енергетики