

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В.Н. КАРАЗІНА

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БУДАНОВ МИКОЛА ПАВЛОВИЧ

УДК: 338.24:65:620.9

ДИСЕРТАЦІЯ

**ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЕНТРОПІЇ**

Спеціальність 073 – Менеджмент

Галузь знань 07 – Управління та адміністрування

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

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

_____ **М. П. Буданов**

Науковий керівник: **Прохорова Вікторія Володимирівна**, доктор економічних наук, професор

Харків – 2025

АНОТАЦІЯ

Буданов М. П. Організаційно-економічне забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 073 Менеджмент. – Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харків, 2025.

У сучасному світі енергетична безпека є ключовим аспектом національної безпеки і важливою складовою успішного розвитку підприємств. В умовах змін клімату, виснаження традиційних енергоресурсів та зростання цін на енергоносії, ефективне управління енергетичною безпекою підприємств набуває особливої значущості для підтримки їхньої конкурентоспроможності, стабільності та стійкості до зовнішніх загроз.

В умовах ентропії, що характеризується невизначеністю та хаосом зовнішнього середовища, підприємства змушені адаптувати свої стратегії управління енергетичними ресурсами. Ентропія в цьому контексті вказує на постійне зростання невизначеності в процесах енергетичного постачання, змін у ціноутворенні та законодавчих ініціативах. Це створює додаткові ризики для підприємств і вимагає впровадження гнучких механізмів управління та оптимізації енергетичних ресурсів, зокрема через ефективне використання сучасних технологій, інноваційних рішень та удосконалення організаційно-економічних процесів.

Розробка організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств є важливою для їх сталого розвитку у змінних умовах. Це включає впровадження систем енергетичного менеджменту, аналіз та оптимізацію витрат на енергоресурси, а також розробку стратегій для зниження негативного впливу зовнішніх факторів на стабільність енергетичних постачань.

Актуальність дослідження полягає в розробці ефективних методів і механізмів організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах високої невизначеності та мінливості зовнішнього середовища. Це дозволить адаптувати конфігурацію траєкторії їх стратегічного розвитку до умов конструктивної дестабілізації, мінімізувати економічні ризики та оптимізувати енергетичні витрати.

У першому розділі розроблено теоретичні основи організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств, в рамках яких подано понятійний апарат дослідження, що розвинено шляхом доповнення та встановлення логічних зв'язків між базовими поняттями, а саме: «організаційне забезпечення»; «економічне забезпечення»; «організаційно-економічне забезпечення»; «управління»; «безпека»; «енергетична безпека»; «управління енергетичною безпекою» через уточнення їх економічного змісту, що дозволило визначити економічну сутність консолідуючого поняття «організаційно-економічне забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств», та сформулювати теоретичний базис, результатом якого є доказовість наукового дослідження, що дозволяє в теоретичному напрямі комплексно обґрунтувати науково-практичні аспекти організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії. Удосконалено теоретико-прикладні основи розробки системно-кластерного підходу щодо побудови конфігурації управління енергетичною безпекою підприємств як фрактально-кластерного об'єкту електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки в умовах ентропії зовнішнього середовища, які базуються на комплексному поєднанні технологій, методів, засобів організаційних та економічних складових в єдину систему забезпечення управлінського процесу, формалізуючи взаємозв'язок внутрішньої структури кластерної геометрії для прояву мультиплікативного ефекту, з метою визначення ефективних конструкцій керуючих впливів для досягнення економічного ефекту та підтримки високого

ступеня готовності енергосистем (комплексу підприємств) до подолання загроз стабільному та стійкому їх функціонуванню. Удосконалено науково-теоретичні основи управління ризиками в системі організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств, які базуються на алгоритмізації управління як складного багатofакторного процесу системної класифікації, ідентифікації, ранжування загроз та ризиків (як для енергопідприємства так і для його об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії) і комплексному аналізі, безперервному моніторингу внутрішніх і зовнішніх загроз у реальному часі, що зумовлено рівнем інтеграції підприємства у залежності від зовнішніх енергоресурсів та рівнем їх економічної стійкості, що дозволяє підвищити оперативність прогнозування ризиків, потенційних загроз та перманентно корегувати відповідний ступінь їхнього впливу на ефективність прийняття управлінських рішень.

Другий розділ присвячено аналітично-діагностичним основам оцінки рівня енергетичної безпеки підприємств в умовах ентропії. Удосконалено теоретико-методичні засади дослідження впливу ентропії на управління енергетичною безпекою підприємств, які базуються на поєднанні статистичних інструментів узагальнення класичної ентропії (метод Шеннона, Рене, Кульбака-Лейблера) для оцінки рівня ентропії, що відображає рівень хаосу та невизначеності, визначаючи критично важливі фактори, які впливають на здатність енергопідприємств адаптуватися до динамічних умов розвитку, формуючи нові підходи до моделювання їх впливу на стабільність, стійкість та адаптивність управлінських стратегій, що дозволяє оптимізувати ад'єктивні рішення, прогнозувати потенційні загрози та зменшувати негативні наслідки зовнішніх і внутрішніх ризиків в умовах постійних змін, які властиві ентропії. Розроблено комплексну методику оцінки рівня енергетичної безпеки промислового підприємства, яка базується на безперервному оперативному моніторингу та контролюванні змін порогових індикаторів-показників визначення критичного стану енергетичної безпеки об'єктів

генерації, передачі, розподілу, споживання енергії, параметри яких корелюються відповідно до поточних значень, що змінюються в динамічному режимі реального часу з урахуванням впливу зовнішніх, внутрішніх загроз та ризиків на підставі розрахунку загальних інтегральних показників ступеня стану критичності енергетичної безпеки та оцінки її рівня, що дозволяє тактично оптимізувати матеріальний збиток і економічні втрати. Удосконалено науково-практичні аспекти формування системи просторово-динамічного моніторингу параметрів стану та рівня поточних оціночних порогових їх значень як інструменту забезпечення ефективності управління енергетичною безпекою підприємств в організаційному аспекті, які базуються на комплексній взаємодії та реалізації просторово-динамічного підходу до тактичних та стратегічних управлінських процесів на основі програмно-технічного комплексу інтегрованої автоматизованої системи управління, що дозволяє коригувати заходи щодо підвищення енергетичної результативності, ефективності, економії витрат при використанні та споживанні електричної та теплової енергії.

Третій розділ присвячено удосконаленню науково-практичних основ організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії. Удосконалено науково-практичні аспекти щодо розробки комплексної стратегії організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств, яка ґрунтується на поєднанні локальних стратегій, що запропоновано завдяки аргументованій системі наукових методів здійснення вибору сукупності засобів, прийомів, принципів, форм, методик дослідження, що дозволяє прогнозувати тенденції зміни рівня енергетичної незалежності підприємства з урахуванням моделювання результатів відносно збереження балансу між збільшенням інвестицій та зменшенням коефіцієнта ефективності витрат, та планувати оптимізацію інвестицій в енергетичну інфраструктуру, зважаючи на ефективність різних стратегій на кожному етапі розвитку, визначаючи довгострокову стратегію так, щоб максимально збільшити

економію при мінімальних витратах і мінімізувати період окупності. Розроблено механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств, який, на відміну від існуючих, розроблено як процес перманентної результативної синхронної реалізації сукупності організаційних та економічних заходів щодо об'єднання технологій, систем, методів, засобів в єдину комплексну систему як інструменту досягнення можливостей переходу підприємства з одного якісного рівня до іншого, враховуючи акумулювання ресурсних резервів та застосування технологій адаптаційного характеру, що дозволяє визначати ступінь захищеності його енергоресурсів в умовах стабільного функціонування з урахуванням перспектив розвитку в умовах ентропії. Удосконалено комплексну методику оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів, яка є системним процесом реалізації взаємопов'язаних етапів об'єктивного аналізу та побудови прогнозних трендів щодо активізації інвестиційну привабливість проєкту, враховуючи систематизовані критерії економії від зменшення аварійних витрат, аналізу чистої теперішньої вартості, зниження витрат та визначення терміну окупності, що є основою розробки аналітичних інструментів ефективного управління енергетичними ресурсами задля прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень.

Практичне значення отриманих результатів полягає в конкретизації системи показників оцінювання стану енергетичної безпеки підприємств, зокрема, запропонована методика оцінки економічної ефективності для розрахунку економічних показників щодо впровадження фотоелектричних сонячних модулів на підприємстві, використовується в роботі ТОВ «Екватор Сан Енерджі» (довідка № 08-70/48 від 19.08.2024 р.). Теоретичні положення, методичні розробки, узагальнення і висновки, що містяться в дисертаційній роботі, використовуються у навчальному процесі Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна при викладанні дисциплін «Інноваційний розвиток підприємства» для студентів спеціальності 073 «Менеджмент» (довідка №105-02/21 від 26.08.2024 р.). Напря

дисертаційного дослідження відповідає тематиці науково-дослідних робіт Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, зокрема «Трансформаційні процеси соціально-економічних систем в умовах невизначеності» (№ держреєстрації 0123U103888, 2023) та «Управління розвитком бізнес-структур в умовах макроекономічної нестабільності» (№ держреєстрації 0123U103889, 2023), в межах яких автором запропоновано: методика оцінювання економічної ефективності інвестиційних проєктів в рамках організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії (акт впровадження № 104-04-107 від 29.08.2024 р.); методика оцінки рівня енергетичної безпеки рівня промислових підприємств в умовах ентропії (акт впровадження № 104-04-108 від 29.08.2024 р.).

Ключові слова: управління, підприємство, організаційно-економічне забезпечення, енергетична безпека, ризики, загрози, стратегії, економічна ефективність, ентропія, інвестиції, механізм, умови невизначеності.

ANNOTATION

Budanov M. P. Organizational and Economic Support for Energy Security Management of Enterprises in Conditions of Entropy. – Qualification scientific work as a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the specialty 073 Management. – V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, 2025.

In the modern world, energy security is a key aspect of national security and an important component of the successful development of enterprises. In the context of climate change, depletion of traditional energy resources and rising energy prices, effective management of energy security of enterprises is of particular importance for maintaining their competitiveness, stability and resilience to external threats.

In the context of entropy, characterized by uncertainty and chaos of the external environment, enterprises are forced to adapt their energy resource management strategies. Entropy in this context indicates a constant increase in uncertainty in energy supply processes, changes in pricing and legislative initiatives. This creates additional risks for enterprises and requires the implementation of flexible mechanisms for managing and optimizing energy resources, in particular through the effective use of modern technologies, innovative solutions and improvement of organizational and economic processes.

The development of organizational and economic support for managing energy security of enterprises is important for their sustainable development in changing conditions. This includes the implementation of energy management systems, analysis and optimization of energy resource costs, as well as the development of strategies to reduce the negative impact of external factors on the stability of energy supplies.

Thus, the relevance of the study lies in the development of effective methods and mechanisms for organizational and economic support for managing energy security of enterprises in conditions of high uncertainty and variability of the external environment.

This will ensure their sustainable development, minimize economic risks and optimize energy costs.

The first section develops the theoretical foundations of energy security management of enterprises. The conceptual apparatus of the study has been developed, the basis of which is developed by supplementing and establishing logical connections between the basic concepts, namely: «organizational support»; «economic support»; «organizational and economic support»; «management»; «safety»; «energy security»; «energy security management» through the clarification of their economic content, which made it possible to determine the economic essence of the consolidating concept of «organizational and economic support for energy security management of enterprises», and to form a theoretical basis, the result of which is the evidence of scientific research, which allows in the theoretical direction to comprehensively substantiate the scientific and practical aspects of ensuring energy security management of enterprises in conditions of entropy. The theoretical and applied foundations of the development of a system-cluster approach to building a configuration for managing the energy security of enterprises as a fractal-cluster object of the electric power system at the macro-, meso- and micro-levels of the economy in conditions of entropy of the external environment, which are based on a complex combination of technologies, methods, means of organizational and economic components into a single system for ensuring the management process, formalizing the interconnection of the internal structure of the cluster geometry for the manifestation of a multiplicative effect, in order to determine effective structures of control influences to achieve an economic effect and maintain a high degree of readiness of energy systems (complex of enterprises) to overcome threats to their stable and sustainable functioning, have been improved. The scientific and theoretical foundations of risk management in the system of organizational and economic support for energy security management of enterprises have been improved, which are based on the algorithmization of management as a complex multifactorial process of systematic classification, identification, ranking of threats and risks (both for the energy enterprise and for its energy generation,

transmission, distribution and consumption facilities), and comprehensive analysis, continuous monitoring of internal and external threats in real time, which is due to the level of integration of the enterprise depending on external energy resources and the level of their economic stability, which allows to increase the efficiency of forecasting risks, potential threats and permanently adjust the appropriate degree of their influence on the effectiveness of management decision-making.

The second section is devoted to analytical and diagnostic approaches to assessing the level of energy security of enterprises. The theoretical and methodological principles of studying the impact of entropy on the management of energy security of enterprises have been improved, which are based on a combination of statistical tools for generalizing classical entropy (Shannon, René, Kullback-Leibler method) to assess the level of entropy, which reflects the level of chaos and uncertainty, identifying critically important factors that affect the ability of energy enterprises to adapt to dynamic development conditions, forming new approaches to modeling their impact on the stability, resilience and adaptability of management strategies, which allows optimizing strategic decisions, predicting potential threats and reducing negative consequences external and internal risks in conditions of constant changes inherent in entropy. A comprehensive methodology for assessing the level of energy security of an industrial enterprise has been developed, which is based on continuous operational monitoring and control of changes in threshold indicators-indicators of determining the critical state of energy security of energy generation, transmission, distribution, and consumption facilities, the parameters of which are correlated according to current values that change in dynamic real-time mode, taking into account the impact of external, internal threats and risks based on the calculation of general integral indicators of the degree of criticality of energy security and assessment of its level, which allows tactically optimizing material damage and economic losses. The scientific and practical aspects of the formation of a system for spatial-dynamic monitoring of state parameters and the level of their current estimated threshold values as a tool for ensuring the effectiveness of energy security management of enterprises in the

organizational aspect, which are based on complex interaction and implementation of a spatial-dynamic approach to tactical and strategic management processes on the basis of a software and technical complex of an integrated automated management system, which allows adjusting measures to increase energy efficiency, efficiency, and cost savings in the use and consumption of electrical and thermal energy, have been improved. The third section focuses on improving the scientific and practical foundations of organizational and economic support for energy security management. Scientific and practical aspects of developing a comprehensive strategy for organizational and economic support for energy security management of enterprises have been improved, which is based on a combination of local strategies, which is proposed thanks to a reasoned system of scientific methods for selecting a set of means, techniques, principles, forms, and research methodologies, which allows predicting trends in changes in the level of energy independence of an enterprise, taking into account modeling results regarding maintaining a balance between increasing investments and decreasing the cost-effectiveness coefficient, and planning optimization of investments in energy infrastructure, taking into account the effectiveness of various strategies at each stage of development, defining a long-term strategy in such a way as to maximize savings at minimal costs and minimize the payback period. A mechanism for organizational and economic support for energy security management of enterprises has been developed, which, unlike existing ones, is designed as a process of permanent effective synchronous implementation of a set of organizational and economic measures to combine technologies, systems, methods, and means into a single comprehensive system as a tool for achieving the enterprise's transition from one quality level to another, taking into account the accumulation of resource reserves and the use of adaptive technologies, which allows determining the degree of security of its energy resources in conditions of stable operation, taking into account development prospects in conditions of entropy. The comprehensive methodology for assessing the economic efficiency of investment projects has been improved, which is a systematic process of implementing interrelated stages of objective analysis and building forecast trends to

increase the investment attractiveness of the project, taking into account the systematized criteria for saving from reducing emergency costs, analyzing the net present value, reducing costs and determining the payback period, which is the basis for developing analytical tools for effective management of energy resources in order to make informed investment decisions.

The practical significance of the results obtained lies in specifying the system of indicators for assessing the state of energy security of enterprises, in particular, the proposed methodology for assessing economic efficiency for calculating economic indicators for the implementation of photovoltaic solar modules at the enterprise is used in the work of LLC «Equator Sun Energy» (reference No. 08-70/48 dated 19.08.2024). Theoretical provisions, methodological developments, generalizations and conclusions contained in the dissertation work are used in the educational process of V. N. Karazin Kharkiv National University when teaching the disciplines «Innovative Development of Enterprise» for students of the specialty 073 «Management» (reference № 105-02/21 dated August 29, 2024). The direction of the dissertation research corresponds to the topics of scientific research works of V. N. Kharkiv National University. Karazin, in particular «Transformational processes of socio-economic systems in conditions of uncertainty» (No. state registration 0123U103888, 2023) and «Management of the development of business structures in conditions of macroeconomic instability» (No. state registration 0123U103889, 2023), within which the author developed a scientific and practical approach to the formation of a mechanism for organizational and economic support for managing the energy security of enterprises (reference № 104-04-107 dated August 29, 2024). I which is based on the use of automated spatial-dynamic monitoring to predict and control threats and risks to ensure the management of energy security of enterprises in conditions of entropy (reference № 104-04-108 dated August 29, 2024)

Keywords: management, enterprise, organizational and economic support, energy security, risks, threats, strategies, economic efficiency, entropy, investments, mechanism, conditions of uncertainty.

Статті у наукових фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз:

1. Prokhorova, V., **Budanov, M.**, Budanov, P. (2024). Devising an integrated methodology for energy safety assessment at an industrial power-generating enterprise. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (13 (130)), 118–131. (1,91 друк. арк., особисто автору належить 0,64 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.308056>

Монографії:

2. Прохорова В. В., Бабічев А. В., **Буданов М. П.** Енергетична безпека як стратегічний пріоритет забезпечення національної безпеки України. *Трансформація економічного середовища в умовах ентропії*: кол. мон. за заг. ред. д.е.н., проф. Прохорової В. В. – Х.: Видавництво Іванченка І. С., 2024. С. 162-172. (0,84 друк. арк., особисто автору належить 0,28 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.33296/monograpf-2024>

Статті у наукових фахових виданнях України:

3. Буданов, М. Теоретичне підґрунтя організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Development Service Industry Management*, 2023, (3), 218–225. (0,99 друк. арк.)

DOI: [https://doi.org/10.31891/dsim-2023-3\(33\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2023-3(33))

4. Буданов, М. Загрози енергетичній безпеці підприємств України: Методичний аспект. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія Економіка*. 2024. Випуск 18(36). (0,83 друк. арк.)

DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0654-18\(36\)-08](https://doi.org/10.33296/2707-0654-18(36)-08)

5. Прохорова В. В., Михальченко Г. Г., **Буданов М. П.** Класифікація ризиків в аспекті формування організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Бізнес Інформ*. 2024. № 7. С. 449–459. (1,2 друк. арк., особисто автору належить 0,4 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-7-449-459>

6. Буданов М. П. Системно-кластерний підхід до забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії зовнішнього середовища. *Бізнес Інформ*. 2024. №8. С. 209–217. (0,85 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-8-209-217>

7. Буданов М.П. Управління ризиками в системи організаційно-економічного забезпечення енергетичної безпеки підприємств. *Економічний вісник Дніпровської політехніки*, 2024, №3, 150-160. (0,95 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.33271/ebdut/87.150>

8. Prokhorova, V., & **Budanov, M.** (2024). Entropy as a factor of influence on energy security management of enterprises. *Technology Audit and Production Reserves*, 2024, 5(4(79)), 6–12. (0,94 друк. арк., особисто автору належить 0,47 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.314397>

9. Буданов М. П. Просторово-динамічний моніторинг у забезпеченні управління енергетичною безпекою підприємств. *Проблеми економіки*. 2024. № 3. С. 170–177. (0,82 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-3-170-177>

10. Буданов М. П. Стратегія забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії: інтегрований підхід. *Бізнес Інформ*. 2024. № 11. С. 177-186. (1,09 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-11-177-186>

11. Буданов М. П. Формування механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Бізнес Інформ*. 2024. № 9. С. 303-312. (0,97 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-9-303-312>

12. Буданов М. П. Реалізація інвестиційного проекту в рамках забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств: організаційно-економічний аспект. *Бізнес Інформ*. 2024. № 10. С. 102-110. (0,76 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-10-102-110>

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

13. Буданов М.П. Підходи до класифікації ризиків діяльності промислових енергетичних підприємств. *Управління розвитком економічного середовища в умовах глобальних трансформацій*: матеріали II міжнародної науково-практичної конференції (Харків, 07-09 травня 2024 року). Харків: УПА, 2024. С. 155-157.

14. Буданов М.П. Огляд методів дослідження енергетичної безпеки об'єктів електроенергетичних систем. *Perspectives of contemporary science: theory and practice*: матеріали I міжнародна науково-практична конференція (Львів, 4-6.03.2024 року). Львів, 2024. С. 681-685.

15. Буданов М.П. Сучасні підходи до визначення поняття енергетичної безпеки об'єктів електроенергетичної системи. *Статистичні методи та інформаційні технології аналізу соціально-економічного розвитку*: матеріали XXIV міжнародної науково-практичної конференції (30 травня 2024 року). – Хмельницький: Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова, 2024. С. 171-174.

16. Budanov M. Features of ensuring energy security management for enterprises in the electric power system. *Modern Scientific Research is the Engine of Technical Progress: XXXV International scientific and practical conference* (August 21-23, 2024) Karlovy Vary, Czech Republic. International Scientific Unity, 2024. Pp. 38-40.

17. Budanov M. Monitoring system for management by power safety of enterprise. *Modern Problems of Science and Technology: Prospects for Further Development*: матеріали XXXVII міжнародної науково-практичної конференції (Вересень 04-06, 2024) Берген, Норвегія, 2024, С. 51-55.

18. Буданов М. Інтегрований підхід для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Розвиток наукової думки постіндустріального суспільства: сучасний дискурс*: матеріали VI міжнародної наукової конференції (01.11.2024; м. Хмельницький, Україна), 2024, С. 81-85.

19. Буданов М. Моніторинг як метод забезпечення управління енергетичною

безпекою підприємств. *Наукові відкриття та фундаментальні наукові дослідження: світовий досвід*: матеріали V міжнародної науково-теоретичної конференції (08.11.2024; м. Полтава, Україна), 2024, С. 77-80.

20. Буданов М. Підходи до класифікації загроз енергетичної безпеки промислових підприємств. *Актуальні питання розвитку галузей науки*: матеріали IV міжнародної наукової конференції (15.11.2024; м. Київ, Україна), 2024, С. 139-143.

21. Буданов М. Сучасні підходи до розробки комплексної стратегії забезпечення управління енергетичної безпеки підприємств. *Здобутки та досягнення прикладних та фундаментальних наук XXI століття*: матеріали VIII міжнародної наукової конференції (22.11.2024; м. Біла Церква, Україна), 2024, С. 115-119.

22. Буданов М.П. Розробка цілей і завдань стратегії управління енергетичною безпекою підприємств. *Науковий простір: актуальні питання, досягнення та інновації*: матеріали VIII Міжнародної науково-теоретичної конференція (29.11.2024; м. Житомир, Україна), 2024, С. 98-101.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	19
ВСТУП.....	20
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ БАЗИС ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЕНТРОПІЇ.....	32
1.1. Теоретичне підґрунтя забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в контексті динамічності бізнес-середовища.....	32
1.2. Системно-кластерний підхід до забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії зовнішнього середовища	55
1.3. Загрози та ризики в конфігурації забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії	72
1.4. Оптимізація ризиків в системі організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств	94
Висновки до розділу 1	110
РОЗДІЛ 2. АНАЛІТИЧНО-ДІАГНОСТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЕНТРОПІЇ	114
2.1. Ентропія як міра невизначеності стану енергетичних ресурсів для оцінки енергетичної безпеки підприємств.....	114
2.2. Комплексна методика оцінки рівня енергетичної безпеки підприємств	140
2.3. Система просторово-динамічного моніторингу для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств.....	180
Висновки до розділу 2	195
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИХ ОСНОВ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ	

ЕНЕРГЕТИЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЕНТРОПІЇ	198
3.1. Комплексна стратегія забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії	198
3.2. Розробка механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств	226
3.3 Економічна ефективність реалізації інвестиційних проєктів в рамках забезпечення енергетичної безпеки підприємств	243
Висновки до розділу 3	276
ВИСНОВКИ	278
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	281
ДОДАТКИ	311

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЕС – Атомна електростанція
АСУ ТП – Автоматизована система управління технологічними процесами
АРМо – Автоматизоване робоче місце оператора
АСКОЕ – Автоматизована система контролю та обліку енергії
ВВП – Величина втрат від палива
ВДЕ – Відновлювальні джерела енергії
ЕЕ – Електроенергія
Енбл – Енергоблок
ЕЕС – Електроенергетична система
ЕР – Енергетичні ресурси
ЗАЕС – Запорізька атомна електростанція
ЖКГ – Житлово-комунальне господарство
КЗА – Кількість запобігання аварій
ІАСУ – Інтегрована автоматизована система управління
МАГАТЕ – Міжнародне агентство з атомної енергії
МПА – Модуль запобігання аваріям
ОЕС – Об'єднана енергетична система
ОРЕ – Оптовий ринок електричної енергії
ПЕК – Паливо-енергетичний комплекс
ПЕБ – Паливно-енергетичний баланс
ПЕП – Промислові енергетичні підприємства.
ПЕР – Паливно-енергетичний ресурс
ПОК – Програмно-обчислювальний комплекс
ПДМ – Просторово-динамічний моніторинг
ПТК – Програмно-технічний комплекс
СКГО – Система контролю герметичності оболонки
СКП – Системно-кластерний підхід
СКС – Системно-кластерна структура
СЕС – Сонячна електростанція
ТВЕЛ – Тепловиділяючий елемент
ТЕС – Теплова електростанція
ТЕ – Теплова енергія
ЯР – Ядерний реактор

ВСТУП

Актуальність теми. Глобальні зміни у сфері енергетики, такі як перехід до відновлюваних джерел енергії, нестабільність енергетичних ринків, а також наслідки воєнного стану або інших кризових ситуацій, об'єктивно обумовлюють необхідність фундаментального дослідження такої важливої проблематики як управління енергетичною безпекою підприємств, що набуває критичної важливості саме в умовах ентропії. Енергетична безпека підприємств є одним із основних аспектів національної безпеки України, а для підприємств - це гарантоване і ефективне постачання енергії, що є умовою їх безперервної діяльності.

Вплив ентропії на управління енергетичною безпекою підприємств стосується невизначеності, хаосу та ризиків, які постійно зростають через економічні, політичні чи екологічні зміни. Для підприємств це означає необхідність розробки адаптивних та гнучких моделей управління енергетичними ресурсами з метою мінімізації або нейтралізації негативних наслідків впливу ендогенних та екзогенних зовнішніх і внутрішніх змін.

В умовах нестабільних поставок енергетичних ресурсів як на рівні національних так і міжнародних ринків, підприємства стикаються як з необхідністю розробки систем енергетичного менеджменту та з необхідністю зменшення витрат на енергоресурси і водночас підтримки високої конкурентоспроможності, що забезпечували б стійкість і адаптивність в умовах швидких змін. Підвищення енергетичної ефективності через інноваційні підходи та новітні інформаційні технології є стратегічно важливим аспектом для розробки та реалізації забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств задля збереження оптимального балансу параметрів сталого розвитку.

У глобальному контексті, де на зміну традиційним енергетичним джерелам приходять відновлювані, а проблематика управління енергетичною безпекою

набуває міжнародного виміру, підприємства мають адаптувати свої стратегії до нових умов глобальної економіки та динамічності трансформаційних процесів.

Впровадження інноваційних інструментів, методів та моделей організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою дозволить підприємствам знизити ризики, підвищити конкурентоспроможність та зберегти сталість їх діяльності в умовах глобальної енергетичної нестабільності.

Однак невирішеність ряду методичних питань щодо формування організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії, відсутність відповідного досвіду, недостатня розвиненість нормативно-правової бази на всіх рівнях і бюрократичні перешкоди підтверджує об'єктивну доцільність та необхідність розробки та впровадження комплексу науково-прикладних розробок щодо удосконалення організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівні економіки України, що підтверджує актуальність даного дослідження.

Таким чином, актуальність теми дисертації обумовлена необхідністю розвитку нових теоретико-методичних і науково-практичних підходів до забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах невизначеності та кризових явищ, швидко змінюваного і часто непередбачуваного економічного та політичного середовища, а також в умовах техніко-технологічних та екологічних змін, які відбуваються на підприємствах та їх об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії в електроенергетичній системі на макро- мезо- та мікрорівнях економіки, що важливо для підвищення національної економічної безпеки та збереження конкурентоспроможності підприємств в умовах глобальних змін.

Теоретична і практична значущість означеної проблеми, невирішеність багатьох методичних, практичних питань визначили актуальність та вибір теми дисертаційного дослідження.

Окремим аспектам проблематики організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств присвячено значну низку робіт. Вчені, зокрема: Самборський В., Пудичева Г., Капітула С., Шевченко С., Шпітко В., Лозинська Т., Мирна О., Накашидзе Л., Гільорме Т., Слупський Б., Кузнєцова К., Ченуша О. аналізували вплив загроз та ризиків на стан енергетичної безпеки підприємств.

Хаустова В., Прохорова В., Ус Ю., Ареф'єва О., Гораль Л., Безугла Ю. досліджували стратегічні аспекти забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств енергетичної системи на макрорівні економіки.

Водночас, поза увагою дослідників залишилось ряд питань, пов'язаних з подальшим розвитком теоретико-методичного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії в організаційному та економічному аспектах через оцінку рівня стану енергетичної безпеки та економічної ефективності підприємств, їх об'єктів генерації, передачі, розподілу, споживання енергії в електроенергетичній системі на макро-, мезо- та мікрорівні економіки.

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

Напрямок дисертаційного дослідження відповідає тематиці науково-дослідних робіт Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, зокрема «Трансформаційні процеси соціально-економічних систем в умовах невизначеності» (№ держреєстрації 0123U103888, 2023) та «Управління розвитком бізнес-структур в умовах макроекономічної нестабільності» (№ держреєстрації 0123U103889, 2023), в межах яких автором запропоновано: методика оцінювання економічної ефективності інвестиційних проєктів в рамках організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії (акт впровадження № 104-04-107 від 29.08.2024 р.); методика оцінки рівня енергетичної безпеки рівня промислових підприємств в умовах ентропії (акт впровадження № 104-04-108 від 29.08.2024 р.).

Мета і завдання дослідження полягають в поглибленні і розвитку теоретико-методичних положень та науково-практичних рекомендацій щодо удосконалення організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівні економіки в умовах ентропії.

Досягнення поставленої мети зумовило необхідність постановки та вирішення низки завдань, а саме:

- дослідити та розвинути наукові теоретичні підходи до процесу розробки забезпечення управління енергобезпекою підприємств в контексті інтеграції та динамічності бізнес-середовища;

- розвинути теоретико-прикладні основи системно-кластерного підходу для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії зовнішнього середовища;

- розробити науково-теоретичні основи оптимізації ризиків в системі організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств на основі удосконалення класифікації загроз в умовах ентропії;

- розробити теоретико-методичні засади дослідження впливу ентропії на управління енергетичною безпекою підприємств для її оцінки як міри невизначеності стану енергетичних ресурсів;

- удосконалити комплексну методика оцінки рівня енергетичної безпеки підприємств електроенергетичної системи на мікрорівні економіки;

- розробити науково-практичний аспекти формування системи просторово-динамічного моніторингу для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії;

- розвинути науково-практичні аспекти щодо розробки комплексної стратегії організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії;

- розробити механізм організаційно-економічного забезпечення управління

енергетичною безпекою підприємств;

- розробити комплексну методику оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів щодо впровадження модуля попередження аварій в складі автоматизованої системи управління технологічними процесами енергоблоку електростанції.

Об'єктом дослідження є процес розробки організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств електроенергетичної системи на мікрорівні економіки в умовах ентропії.

Предметом дослідження є сукупність теоретичних-методичних і науково-практичних положень щодо розробки організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств електроенергетичної системи на мікрорівні економіки в умовах ентропії.

Методи дослідження. Науково-теоретичну й методологічну основу дослідження становили такі методи: *узагальнення та системного аналізу* для систематизації теоретичних підходів до розуміння сутності, цілей, функцій та принципів функціонування організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою енергетичних підприємств; *порівняння та класифікації* – для зіставлення кількісних показників та критеріїв рівня енергетичної безпеки і виділення класифікаційних груп загроз та ризиків для процесів генерації, розподілу та споживання енергії; *системно-кластерного аналізу* – для побудови конфігурації управління енергетичною безпекою підприємств як фрактально-кластерного об'єкту електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки в умовах ентропії зовнішнього середовища; *Шеннона, Рене, Кульбака-Лейблера* – для оцінки рівня ентропії, що відображає рівень хаосу та невизначеності, визначаючи критично важливі фактори, які впливають на здатність енергопідприємств адаптуватися до динамічних умов розвитку; *інтегрального оцінювання* – для безперервного моніторингу внутрішніх і зовнішніх загроз у реальному часі, що зумовлено рівнем інтеграції підприємства у залежності від зовнішніх

енергоресурсів та рівнем їх економічної стійкості.

Інформаційну базу дослідження склали: правові та нормативні акти Верховної Ради України, Кабінету Міністрів України, публічні дані окремих підприємств та їх об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії; дані Державної служби статистики України, дані Національної комісії, що здійснює регулювання у сфері енергетики та комунальних послуг, органів виконавчої влади, публікації вітчизняних і зарубіжних вчених, матеріали особистих досліджень, інтернет-ресурси, власні ідеї та розробки автора.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в обґрунтуванні теоретико-методичних положень та науково-прикладних засад розробки організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в ентропії, зокрема основними з них є:

удосконалено:

– понятійний апарат дослідження, основа якого, на відміну від існуючих, розвинена шляхом доповнення та встановлення логічних зв'язків між базовими поняттями, а саме: «організаційне забезпечення»; «економічне забезпечення»; «організаційно-економічне забезпечення»; «управління»; «безпека»; «енергетична безпека»; «управління енергетичною безпекою» через уточнення їх економічного змісту, що дозволило визначити економічну сутність консолідуючого поняття «організаційно-економічне забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств» та сформулювати теоретичний базис, результатом якого є доказовість наукового дослідження, що дозволяє в теоретичному напрямі комплексно обґрунтувати науково-практичні аспекти забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії;

– науково-теоретичні основи управління ризиками в системі організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств, які, на відміну від існуючих, базуються на алгоритмізації управління як складного багатofакторного процесу системної класифікації, ідентифікації, ранжування

загроз і ризиків (для енергопідприємства, його об'єктів генерації, передачі, розподілу, споживання енергії) та комплексному аналізі, безперервному моніторингу внутрішніх і зовнішніх загроз у реальному часі, що зумовлено рівнем інтеграції підприємства у залежності від зовнішніх енергоресурсів та рівнем їх економічної стійкості, що дозволяє підвищити оперативність прогнозування ризиків, потенційних загроз та перманентно корегувати відповідний ступінь їхнього впливу на ефективність прийняття управлінських рішень;

– комплексну методика оцінки рівня енергетичної безпеки промислового підприємства, яка, на відміну від існуючих, базується на неперервному оперативному моніторингу та контролюванні змін порогових індикаторів-показників визначення критичного стану енергетичної безпеки об'єктів генерації, передачі, розподілу, споживання енергії, параметри яких корелюються відповідно до поточних значень, які змінюються в динамічному режимі реального часу з урахуванням впливу зовнішніх, внутрішніх загроз та ризиків на підставі розрахунку загальних інтегральних показників ступеня стану критичності енергетичної безпеки та оцінки її рівня, що дозволяє тактично оптимізувати матеріальний збиток і економічні втрати;

– механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств, який, на відміну від існуючих, розроблено як процес перманентної результативної синхронної реалізації сукупності організаційних та економічних заходів щодо об'єднання технологій, систем, методів, засобів в єдину комплексну систему як інструменту досягнення можливостей переходу підприємства з одного якісного рівня до іншого, враховуючи акумулювання ресурсних резервів та застосування технологій адаптаційного характеру, що дозволяє визначати ступінь захищеності його енергоресурсів в умовах стабільного функціонування з урахуванням перспектив розвитку в умовах ентропії;

набуло подальшого розвитку:

– теоретико-прикладні основи розробки системно-кластерного підходу до побудови конфігурації управління енергетичною безпекою підприємств як фрактально- кластерного об'єкту електроенергетичної системи на мікрорівні економіки в умовах ентропії зовнішнього середовища, які, на відміну від існуючих, базуються на комплексному поєднанні технологій, методів, засобів організаційних та економічних складових в єдину систему забезпечення управлінського процесу, формалізуючи взаємозв'язок внутрішньої структури кластерної геометрії для прояву мультиплікативного ефекту, з метою визначення ефективних конструкцій керуючих впливів для досягнення економічного ефекту та підтримки високого ступеня готовності енергосистем (комплексу підприємств) до подолання загроз стабільному та стійкому їх функціонуванню;

– теоретико-методичні засади дослідження впливу ентропії на управління енергетичною безпекою підприємств, які, на відміну від існуючих, базуються на поєднанні статистичних інструментів узагальнення класичної ентропії (метод Шеннона, Рене, Кульбака-Лейблера) для оцінки рівня ентропії, що відображає рівень хаосу та невизначеності, визначаючи критично важливі фактори, які впливають на здатність енергопідприємств адаптуватися до динамічних умов розвитку, формуючи нові підходи до моделювання їх впливу на стабільність, стійкість та адаптивність управлінських стратегій, що дозволяє оптимізувати ад'єктивні рішення, прогнозувати потенційні загрози та зменшувати негативні наслідки зовнішніх і внутрішніх ризиків в умовах постійних змін, які властиві ентропії.

– науково-практичні аспекти формування системи просторово-динамічного моніторингу параметрів стану та рівня поточних оціночних порогових їх значень як інструменту забезпечення ефективності управління енергетичною безпекою підприємств в організаційному аспекті, які, на відміну від існуючих, базуються на комплексній взаємодії та реалізації просторово-динамічного підходу до тактичних та стратегічних управлінських процесів на основі програмно-технічного комплексу

інтегрованої автоматизованої системи управління, що дозволяє коригувати заходи щодо підвищення енергетичної результативності, ефективності, економії витрат при використанні та споживанні електричної та теплової енергії;

– науково-практичні аспекти щодо розробки комплексної стратегії організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств, які, на відміну від існуючих, ґрунтуються на поєднанні локальних стратегій, що запропоновано завдяки аргументованій системі наукових методів здійснення вибору сукупності засобів, прийомів, принципів, форм, методик дослідження, що дозволяє прогнозувати тенденції зміни рівня енергетичної незалежності підприємства з урахуванням моделювання результатів відносно збереження балансу між збільшенням інвестицій та зменшенням коефіцієнта ефективності витрат; та планувати оптимізацію інвестицій в енергетичну інфраструктуру, зважаючи на ефективність різних стратегій на кожному етапі розвитку, визначаючи довгострокову стратегію так, щоб максимально збільшити економію при мінімальних витратах і мінімізувати період окупності;

– комплексну методику оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів, яка, на відміну від існуючих, є системним процесом реалізації взаємопов'язаних етапів об'єктивного аналізу та побудови прогнозних трендів щодо активізації інвестиційної привабливості проєкту, враховуючи систематизовані критерії економії від зменшення аварійних витрат, аналізу чистої теперішньої вартості, зниження витрат та визначення терміну окупності, що є основою розробки аналітичних інструментів ефективного управління енергетичними ресурсами задля прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень.

Практичне значення отриманих результатів полягає в конкретизації системи показників оцінювання стану енергетичної безпеки підприємств, зокрема, запропонована методика оцінки економічної ефективності для розрахунку економічних показників щодо впровадження фотоелектричних сонячних модулів на підприємстві, використовується в роботі ТОВ «Екватор Сан Енерджі» (довідка

№ 08-70/48 від 19.08.2024 р.). Теоретичні положення, методичні розробки, узагальнення і висновки, що містяться в дисертаційній роботі, використовуються у навчальному процесі Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна при викладанні дисциплін «Інноваційний розвиток підприємства» для студентів спеціальності 073 «Менеджмент» (довідка № 105-02/21 від 26.08.2024 р.). Напрямок дисертаційного дослідження відповідає тематиці науково-дослідних робіт Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, зокрема «Трансформаційні процеси соціально-економічних систем в умовах невизначеності» (№ держреєстрації 0123U103888, 2023) та «Управління розвитком бізнес-структур в умовах макроекономічної нестабільності» (№ держреєстрації 0123U103889, 2023), в межах яких автором розроблено науково-практичний підхід до формування механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств, який базується на застосуванні автоматизованого просторово-динамічного моніторингу для прогнозування (акт впровадження № 104-04-107 від 29.08.2024) та контролю загроз та ризиків для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії (акт впровадження № 104-04-108 від 29.08.2024).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням. Основні наукові результати, положення, висновки та рекомендації, що виносяться на захист, є особистим авторським внеском у розробку обраної теми дисертаційної роботи. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, в дисертації використано лише ті ідеї та положення, котрі становлять індивідуальний внесок автора. Особистий внесок у працях, опублікованих у співавторстві, зазначено у списку публікацій.

Апробація результатів дослідження. Основні положення і висновки дисертаційного дослідження доповідалися, були обговорені й отримали позитивну оцінку на міжнародних і всеукраїнських конференціях, зокрема: Міжнародній науково-практичній конференції «Управління розвитком економічного середовища

в умовах глобальних трансформацій» (07-09 травня 2024 року, м. Харків); Міжнародній науково-практичній конференції «Perspectives of contemporary science: theory and practice» (4-6 березня.2024 року, м. Львів); Міжнародній науково-практичній конференції «Статистичні методи та інформаційні технології аналізу соціально-економічного розвитку» (30 травня 2024 року, м. Хмельницький); Міжнародній науково-практичній конференції «Modern Scientific Research is the Engine of Technical Progress» (Karlovy Vary, Czech Republic. August 21-23, 2024); Міжнародній науково-практичній конференції «Modern Problems of Science and Technology: Prospects for Further Development» (04-06 вересня 2024 року, Берген, Норвегія); Міжнародній науковій конференції «Розвиток наукової думки постіндустріального суспільства: сучасний дискурс». Секція: менеджмент, публічне управління та адміністрування (1 листопада 2024 року, м. Хмельницький); Міжнародній науково-теоретичній конференції «Наукові відкриття та фундаментальні наукові дослідження: світовий досвід». Секція: менеджмент, публічне управління та адміністрування (8 листопада 2024 року, м. Полтава); Міжнародній науковій конференції «Актуальні питання розвитку галузей науки». Секція: менеджмент, публічне управління та адміністрування (15 листопада 2024 року, м. Київ); Міжнародній науковій конференції «Здобутки та досягнення прикладних та фундаментальних наук XXI століття» Секція: менеджмент, публічне управління та адміністрування (22 листопада 2024 року, м. Біла Церква); Секція: менеджмент, публічне управління та адміністрування (29 листопада 2024 року, м. Хмельницький).

Публікації. Основні положення дисертаційного дослідження опубліковано у 22 наукових працях, серед яких: 1 розділ монографії; 10 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у наукометричній базі Scopus; 10 тез доповідей та матеріалів конференцій.

Структура й обсяг роботи. Дисертація складається з анотації, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг

дисертації складає 335 сторінок. Робота містить 17 таблиць (з них 8 займають 6 повних сторінок), 68 рисунків (з них 40 займають 29 повних сторінок), список використаних джерел складається з 258 найменувань – на 29 сторінках, 5 додатків – на 25 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації становить 225 сторінок.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЕНТРОПІЇ

1.1. Теоретичне підґрунтя забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в контексті динамічності бізнес-середовища

В умовах радикальних змін геополітичної, воєнно-політичної та економічної обстановки у світі, а також зважаючи на переорієнтацію енергетичної політики як російської Федерації, так і окремих країн Європейського Союзу, виникає потреба в переосмисленні проблематики забезпечення енергетичної безпеки України як невід'ємної складової національної безпеки.

Саме тому, проблематика забезпечення енергетичної безпеки держави потребує чіткої визначеності державою у стратегічних пріоритетах та цілях, які мають відповідати сучасним тенденціям розвитку національної економіки та світовим реаліям у цій сфері.

Для органів державної влади різного ієрархічного рівня визначено такі завдання: удосконалення нормативної правової бази функціонування ПЕК України; здійснення моніторингу та контролю стану енергетичної безпеки; оцінка стійкості енергетики України та її регіонів до змін кон'юнктури внутрішнього та зовнішніх ринків ПЕР; формування державних інформаційних ресурсів у сфері забезпечення енергетичної безпеки України.

На сучасному етапі становлення України вищі органи влади та управління намагалися системно закріплювати у Стратегіях національної безпеки України забезпечення енергетичної безпеки, але політична та економічна ситуація в нашій державі яскраво висвітили недостатній рівень ефективності державної політики у

сфері забезпечення енергетичної безпеки, яка реалізовувалася з моменту набуття нашою країною незалежності.

Протягом років незалежності України формування ефективної цілісної державної політики у сфері забезпечення енергетичної безпеки є ускладненим внаслідок декларативності та взаємної неузгодженості чинних актів законодавства у цій сфері, відсутності об'єктивних уявлень про реальний стан енергетичної безпеки та пріоритетів у подоланні загрозливих явищ, а також формального підходу до удосконалення інструментів державного регулювання у цій стратегічній сфері.

Досить знаковим явищем національного законодавства є прийняття Стратегії енергетичної безпеки України, але, виходячи з місця та ролі нашої держави у глобальній та регіональній системі міжнародних відносин у сфері енергетичної безпеки, саме чітка, своєчасна та результативна реалізація як Стратегії національної безпеки України «Безпека людини – безпека країни», що затверджена Указом Президента України від 14.09.2020 року №392/2020, так і положень галузевої Стратегії енергетичної безпеки України стануть вирішальними у напрямку здобуття енергетичної незалежності нашої держави.

Таким чином, реалізація системи заходів щодо забезпечення рівня енергетичної безпеки України дозволить забезпечити ЕБ як найважливішу частину національної безпеки, запобігти загрозам для економіки України та її регіонів, підвищити її стійкість, створити умови для динамічного розвитку енергетики та покращення добробуту населення України. У перспективі доцільним є здійснення науково-методичних робіт з метою формування системи безперервного моніторингу та прогнозування енергетичної безпеки України та її регіонів. Ця система повинна включати єдиний перелік індикаторів ЕБ і може бути реалізована у вигляді програмно-апаратного комплексу, що забезпечує автоматизований розрахунок індикаторів з необхідними рівнями агрегування (регіон, окреме промислове енергопідприємство) та візуалізацію отриманих результатів.

Це дозволить забезпечити ефективність управління за рахунок підвищення

обґрунтованості та оперативності прийнятих рішень на зниження або повну ліквідацію зовнішніх та внутрішніх загроз енергетичній безпеці України.

Зважаючи на постійне політичне маніпулювання росії своїми енергетичними ресурсами Україні для посилення власної енергетичної безпеки вкрай важливо диверсифікувати енергоресурси та зменшити імпортозалежність. Саме тому Україна продовжує втілювати політику, спрямовану на диверсифікацію поставок енергоресурсів: продовжує купувати природний газ для власних потреб тільки у Європі та водночас впроваджує заходи для інтеграції національної енергомережі до європейських мереж операторів систем передачі електроенергії та газу [46, 54, 73, 109, 140].

Питання енергетичної безпеки стало актуальним з моменту незалежності і особливо загострилося з початком російської гібридної агресії проти України. Постійні погрози зриву постачання енергетичних ресурсів з росії змусили Україну принципово по-новому поглянути на питання енергетичної безпеки, яка своєю чергою є необхідною умовою існування держави. Одним із основних критеріїв ефективності функціонування держави є її здатність забезпечити національну безпеку [13, 34, 50, 106, 141, 159].

Забезпечення національної безпеки – одне з основних завдань енергетичної політики держави. Енергетична безпека є однією із найважливіших складових національної безпеки України [11, 63, 73, 98, 108].

Національна енергетична безпека – частина національної безпеки країни, яка залежить від енергетичного фактора, забезпечення кількості (обсягу), якості (економічності та надійності) та конструктивності (організованості) енергопостачання споживачів [51, 108, 217].

Забезпечення населення України енергією є однією з найголовніших проблем, вирішення якої визначає сталий розвиток країни, тобто розвиток без виснаження економічних, екологічних та соціальних ресурсів та без перенесення непропорційно важкого тягаря на майбутні покоління [7, 52].

Безпека – це такий стан складної системи, коли дія зовнішніх і внутрішніх факторів не призводить до погіршення системи або неможливості її функціонування та розвитку [9, 80, 165].

Енергетичні загрози з боку росії багатогранні. Одна з них – побудована російським «Газпромом» Північний потік-2, мета якого – транспортування газу з росії до Німеччини в обхід України. На сьогоднішній день цей газопровід очікує на сертифікацію німецьким регулятором. Мета росії – зменшити роль України у європейському транзиті газу та послабити нашу державу у протидії російській агресії. Для досягнення цієї мети росія скоротила поставки газу до Європи, що призвело до рекордно високих цін на газ у Європі та серйозних викликів для цього річного опалювального сезону [2, 150].

Спільна заява України і США щодо стратегічного партнерства характеризує «Північний потік – 2», як загрозу для європейської загалом і зокрема української енергетичної безпеки. Наші американські партнери готові сприяти збереженню транзитної ролі і гарантуванню безпеки поставок Україною [17, 36].

Указом Президента України від 02.12.2019 року № 874.2019 «Про невідкладні заходи щодо забезпечення енергетичної безпеки» передбачена актуалізація положень Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року і перегляд Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, ефективність, конкурентоспроможність», схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 року № 605-р, та заходів щодо її реалізації з урахуванням загроз, визначених Стратегією національної безпеки України, та міжнародних зобов'язань України в енергетичній сфері. Також, 4 серпня 2021 року Кабінет Міністрів України прийняв Стратегію енергетичної безпеки України до 2025 року [62, 106, 141].

Як зазначено у документі, енергетична безпека України нерозривно пов'язана з успішністю євроінтеграції, синхронізацією українських енергосистем та ринків з європейськими, сталим та прозорим розвитком сектору енергетики [44, 76, 85, 128].

Стратегія містить детальний перелік загроз енергетичній безпеці України, основними ж є наступні: завершення будівництва та сертифікація «Північного потоку – 2», застаріла енергетична інфраструктура України, висока частка імпорту енергоресурсів [49, 93, 130, 144].

Основними завданнями Стратегії є, зокрема, припинення імпорту електроенергії з російської Федерації та Республіки білорусь та проведення протягом 2022 року випробувань в режимі відокремленої роботи Об'єднаної енергетичної системи України, і фізичне відокремлення від електричних мереж російської Федерації та Республіки білорусь; синхронізація режимів роботи Об'єднаної енергетичної системи України та Європейського об'єднання операторів системи передачі електроенергії [91, 96, 128, 154].

Стратегія також передбачає :

- незалежність держави у формуванні та реалізації внутрішньої та зовнішньої політики у сфері енергетики;
- забезпечення реалізації національних інтересів, що на практиці означає, зокрема, запобігання посиленню залежності України від зовнішніх постачальників,
- забезпечення належного рівня диверсифікації енергетичних ресурсів та технологій, зростання обсягів видобування природного газу та інших видів енергоресурсів;
- запровадження дієвих механізмів державно-приватного партнерства для забезпечення енергетичної безпеки;
- започаткування постійно діючого формату Україна – ЄС та Україна – НАТО з обговорення питань забезпечення регіональної енергетичної безпеки та створення нормативно-правової бази;
- розроблення плану дій щодо повернення активів та ресурсів паливно-енергетичного комплексу, що були захоплені внаслідок тимчасової окупації російською Федерацією частини території України,
- координацію зовнішньоекономічного співробітництва для підтримки

конкурентоздатності українського енергетичного сектору на світових ринках;

– диверсифікацію джерел та маршрутів постачання енергоресурсів [62, 112, 145].

Крім того, 1 липня 2019 року Україна запустила новий Оптовий ринок електричної енергії (ОРЕ). За старою моделлю ринку відбувалося державне регулювання цін для всієї системи: від виробництва (крім теплової генерації) до кінцевих споживачів. Це створювало передумови для політичних, інвестиційних та корупційних ризиків, включаючи зловживання монопольним становищем. Нова ринкова модель сприяла розвитку конкуренції серед постачальників електроенергії та дозволила поки що тільки непобутовим споживачам обирати свого постачальника на конкурентних засадах [45, 58, 60, 62, 154].

Використання передових технологій підтримує рух в напрямку декарбонізації енергетичного сектору, підвищує загальну енергоефективність та посилює енергетичну безпеку України [64, 70].

Так 16 листопада 2021 року український парламент прийняв у першому читанні проект закону, що регулює діяльність з накопичування енергії – Проект Закону про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку систем накопичення енергії. Україна має потужний потенціал у виробництві відновлюваної енергії – за різними оцінками це біля 70 мільйонів тон нафтового еквівалента на рік. Ми маємо один із найбільш динамічних за зростанням ринків ВДЕ в Європі. За даними Державного офісу з залучення і підтримки інвестицій UkraineInvest, сума іноземних інвестицій в проекти відновлюваної енергетики в Україні за останні два роки склала близько 1,15 млрд. доларів [2, 44, 49-52, 62, 98].

Високий рівень «зеленого» тарифу в Україні створює для споживачів надлишкове цінове навантаження. Крім того, функціонування великих електростанцій з відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), особливо тих, що виробляють електроенергію з енергії Сонця, вітру, характеризується різко змінними режимами роботи в складі Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України. Це

призводить до додаткових витрат на диспетчеризацію електростанцій та підтримання резервних потужностей для регулювання режимів роботи електростанцій, які використовують енергію сонця та вітру. А наявність достатніх обсягів резервних енергогенеруючих потужностей для підтримання балансу між попитом і пропозицією на ринку електричної енергії є важливим фактором надійної та безпечної роботи ОЕС України [115].

Основними цілями держави у сфері забезпечення енергетичної безпеки є: забезпечення внутрішнього та зовнішнього попиту на енергетичні ресурси, здатність задовольнити потреби народного господарства в енергоресурсах; ефективне та бережливе використання енергетичних ресурсів; максимальна стійкість ПЕК до негативних внутрішніх та зовнішніх факторів, які можуть вплинути на забезпечення національної безпеки держави [17, 36, 150].

Крім цього, можна виділити такі принципи забезпечення енергетичної безпеки України: державний контроль генерації та транспортування енергоресурсів; енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності народного господарства; використання альтернативних та відновлюваних джерел енергії; зниження екологічного навантаження на довкілля; надійність енергозабезпечення народного господарства [13, 50-54, 80].

Слід констатувати, що зараз існує серйозна різниця у підходах до розуміння енергетичної безпеки серед провідних суб'єктів світової політики. До цього необхідно додати той факт, що серйозною проблемою залишається складність, а найчастіше і неможливість доступу до енергетичних ресурсів з боку слабких в економічному плані держав та їх населення [50, 52, 108, 109, 140, 141, 159].

Таким чином, існує як різниця в розумінні енергетичної безпеки між країнами, які, в принципі, мають постійний доступ до використання енергетичних ресурсів, так і величезний розрив між ними та тими, які не мають такого доступу. Завданням системи енергетичної безпеки має стати не лише гармонізація підходів провідних країн, а й забезпечення недискримінаційного доступу до енергетичних

ресурсів усіх країн [22, 32, 112].

На сьогодні українські та зарубіжні вчені дають такі основні визначення поняття «енергетична безпека» [46, 53, 106, 141, 157, 159, 166].

Енергетична безпека країни – це впевненість у наявності, доступності та можливості стабільно отримувати паливо та енергію належної якості як щодня за звичайних умов, так і у разі надзвичайних обставин. Іншими словами, енергетична безпека – це захищеність держави, її громадян та економіки від дефіциту енергії [46].

Енергетична безпека – це стан захищеності країни, її громадян, суспільства, держави, яка їх обслуговує від загроз надійному паливо- та енергозабезпеченню. Ці загрози визначаються як зовнішніми (геополітичними, макроекономічними, кон'юнктурними) факторами, так і власне станом та функціонуванням енергетичного сектору України [166].

Енергетична безпека ринкової економіки – це забезпеченість економіки паливно-енергетичними ресурсами за вартістю, за якої, з одного боку, можливе відображення у галузях ПЕК, а з другого боку, як у основних галузях національної економіки виробляється позитивна додана вартість [53].

Енергетична безпека – стан захищеності громадян, суспільства, держави, економіки від різноманітних загроз у забезпеченні їх потреб в енергії економічно доступними енергетичними ресурсами прийнятної якості, а також від загроз порушень безперервності енергопостачання [157].

Регіональна енергетична безпека – комплексна характеристика стану енергозабезпечення споживачів на території регіонів України, що визначається паливно-енергетичним балансом (ПЕБ) регіону (з урахуванням власних, включаючи потенціал енергозбереження та гарантованих зовнішніх енергопостачань) та самодостатністю енергетичного забезпечення в аварійних ситуаціях [106].

Енергетична безпека включає ресурсну достатність, економічну доступність,

екологічну допустимість і технологічну досяжність збалансованого забезпечення попиту та пропозиції відповідних енергоносіїв.

Визначення, аналогічні наведених вище, даються і в інших наукових і практичних роботах.

На думку науковців під енергетичною безпекою регіону слід розуміти характеристику паливно-енергетичного комплексу регіону, яка визначає здатність даного комплексу, на основі ефективного використання внутрішніх та зовнішніх ресурсів, забезпечувати надійне енергопостачання суб'єктів господарської діяльності та населення без шкоди для економічної безпеки регіону [141, 159].

Сучасна економічна ситуація та глобалізаційні виклики підтверджують очевидність того, що необхідно розрізняти поняття «енергетична незалежність» та «енергобезпека». Держава може бути одночасно залежною і не бути вразливою – якщо вона купує енергоресурси за кордоном за стійкими цінами та забезпечує стабільність своїх закупівель наявністю надійних контрактів та диверсифікацією постачальників. А якщо країна сама виробляє енергоресурси, використовуючи застарілі технології та отримуючи дорогу енергію, то країна вразлива, хоч і не залежить від зовнішніх постачальників. Пізніше виникла теза, зміст якої полягав в констатації залежності та вразливості країн — експортерів енергоресурсів – так званої «голландської хвороби», чи, нафтозалежності.

Світова енергетична рада визначає енергетичну безпеку як впевненість у тому, що енергія буде в розпорядженні в тій кількості і тієї якості, які потрібні за цих економічних умов. Часто поняття «енергетична безпека» трактується як можливість відповідати вимогам попиту, виробляти необхідну кількість палива та електрики та постачати їх за прийнятними цінами до країн, яким це потрібно для забезпечення функціонування економіки, нормальних умов існування населення та захисту національних кордонів.

У зарубіжних джерелах енергетичну безпеку найчастіше розуміють переважно як «безпеку пропозиції» – створення гарантованих внутрішніх та

зовнішніх джерел енергії з метою подолання зовнішньої енергетичної залежності. Про це свідчить навіть формулювання назви енергетичної стратегії ЄС, що звучить як «Стратегія забезпечення безпеки пропозиції енергоресурсів». Подібний підхід відображає бачення проблеми енергетичної безпеки виключно країнами-імпортерами.

На думку низки українських дослідників [50-52, 108, 109, 140, 165] енергетична безпека визначається як стан захищеності окремих громадян, суспільства та економіки загалом від загроз надійного паливно- та енергозабезпечення. Енергетична безпека розуміється також як регульована система «надійного та безпечного руху паливно-енергетичних ресурсів та супутніх факторів виробництва у глобальному масштабі, що забезпечує стійкий економічний та соціальний розвиток у світі».

Серед українських вчених набуло поширення визначення поняття «енергетична безпека»: «стан захищеності громадян, суспільства, держави, економіки від загроз дефіциту та забезпечення їх потреб у енергоносіях економічно доступними енергетичними ресурсами прийнятної якості, від загроз безперервності енергопостачання» [2, 13, 17, 36, 54, 80, 98, 150]. Близьке визначення дають і ряд інших відомих українських вчених: «енергетична безпека розуміється як стан захищеності особистості, суспільства, держави, економіки від загроз порушення обґрунтованих потреб в енергії, енергетичних ресурсах за нормальних та надзвичайних обставин та загроз порушення безперервного енергопостачання за економічно розумних, обґрунтованих цін на паливно-енергетичні ресурси» [44, 45, 49, 58, 154].

Звідки випливає, що наведені визначення мають на увазі націленість на захищеність об'єкта від загроз, а не на їх попередження чи зменшення, а також не пов'язують енергетичну безпеку з метою довгострокового розвитку економіки країни. Також наведені визначення наголошують на ціновій політиці на енергоресурси. Природно, що для споживачів низькі тарифи на теплову та

електричну енергію дають змогу підвищити конкурентоспроможність продукції, підвищують рівень добробуту населення тощо. Однак, подібний погляд провокує енергорозтратність та скорочує інвестиційні можливості промислових енергетичних підприємств, що обмежує можливості енергетичних підприємств у майбутньому.

У роботах [60, 62, 64, 70] дано визначення ЕБ, у якому знайшли відображення як проблеми енергетики, так і взаємозв'язок із забезпеченням економічної безпеки. З іншого боку, дане визначення не розкриває всіх аспектів взаємного впливу економічної та енергетичної безпеки, перспективи розвитку країни: «Енергетична безпека ринкової економіки – це забезпеченість економіки ПЕР за вартістю, за якої, з одного боку, можливе відтворення у галузях ПЕК, а, з іншого боку – коли у основних галузях національної економіки виробляється позитивна додана вартість».

З іншого боку, необхідно також акцентувати увагу на економічній складовій енергетичної безпеки: тобто енергетична безпека України – це такий стан суспільства та економіки, який дозволяє на основі ефективного використання паливно-енергетичного потенціалу підтримувати необхідний для соціально-економічного розвитку країни рівень енергоспоживання з погляду комерційних критеріїв, рівень експорту на світові енергетичні ринки, а також достатній для інтересів України.

У сучасній науковій літературі немає єдиного тлумачення поняття «енергетична безпека». Достатньо повно думки сучасних наукових шкіл щодо проблеми енергетичної безпеки викладені в роботах [76, 85, 91, 96, 128, 130, 134]. Вчені розуміють енергетичну безпеку як стан захищеності життєво важливих інтересів особистості, суспільства та держави від загрози дефіциту у забезпеченні їх потреб економічно доступними паливно-енергетичними ресурсами прийнятної якості, а також загрози порушення паливо- та енергопостачання споживачів.

У роботах [137, 138, 144, 145] автори вважають, що енергетична безпека це

надійне та безперебійне постачання споживачів електричною та тепловою енергією.

У роботі [93] стверджується: «енергетична безпека – це стан захищеності життєво важливих «енергетичних інтересів» особистості, суспільства та регіону від внутрішніх та зовнішніх загроз. Ці інтереси зводяться до безперебійного забезпечення споживачів економічно доступними паливно-енергетичними ресурсами прийнятної якості». У роботах [46, 47, 170] автори вважають, що «...енергетична безпека України – це такий стан суспільства та економіки, який дозволяє на основі ефективного використання паливно-енергетичного потенціалу підтримувати необхідний для соціально-економічного розвитку країни рівень енергоспоживання з погляду комерційних критеріїв рівень експорту на світові енергетичні ринки, і навіть достатній інтересам країни».

Однак, слід зазначити, що у вище розглянутих визначеннях поняття «енергетична безпека» нічого не йдеться про загрози забезпечення енергетичної безпеки, що значно звужує це поняття.

У Стратегії національної безпеки України до 2030 р. представлено досить об'ємне визначення національної енергетичної безпеки, в якому сказано, що основним змістом енергетичної безпеки є стійке забезпечення попиту достатньою кількістю енергоносіїв стандартної якості, ефективне використання енергоресурсів шляхом підвищення конкурентоспроможності вітчизняних виробників енергетичних ресурсів, створення стратегічних запасів палива, резервних потужностей та комплектуючого обладнання, забезпечення стабільності систем енерго- та теплопостачання. Однак у цьому визначенні абсолютно не враховано фактор зовнішньої торгівлі енергоносіями, який є ключовим для економічних аспектів енергетичної безпеки.

Згідно з Енергетичною концепцією України на період до 2030 р. енергетична безпека – це стан захищеності країни, її громадян, суспільства, держави, економіки від загроз надійного паливно - та енергозабезпечення. Ці загрози визначаються як

зовнішніми (геополітичними, макроекономічними, кон'юнктурними) чинниками, так і станом і функціонуванням енергетичного сектора України.

Енергетична безпека підприємств - це складний і багатовимірний феномен, який визначає не лише можливість безперервного забезпечення підприємства необхідною кількістю енергії, а й стійкість цього забезпечення до зовнішніх і внутрішніх змін. Враховуючи зростаючі глобальні енергетичні кризи, де флуктуації цін на енергоносії, політичні зміни та технічні проблеми можуть значно впливати на стабільність функціонування підприємств, енергетична безпека стає важливою складовою не тільки операційної, а й стратегічної політики підприємств (рис. 1.1).

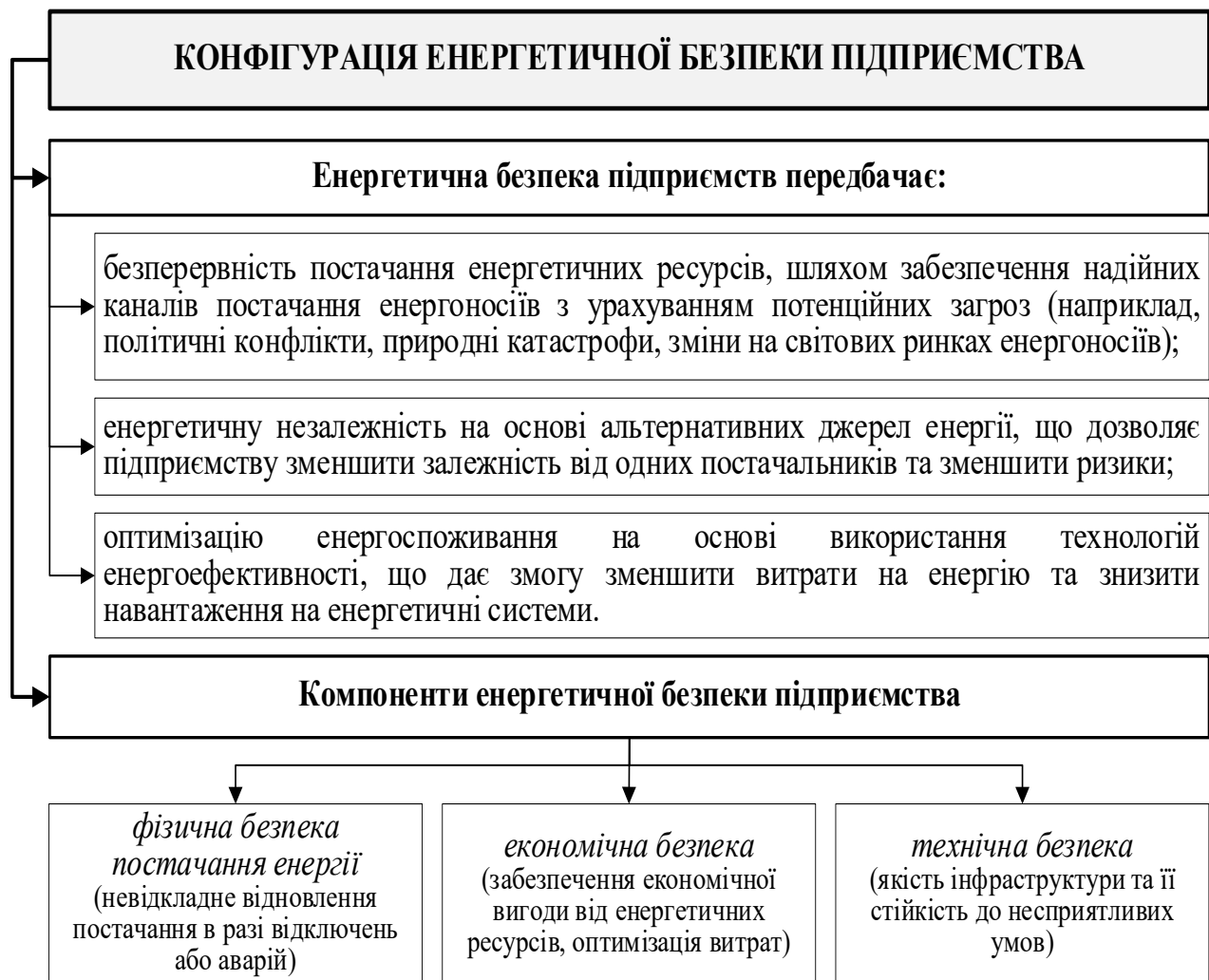


Рис. 1.1. Конфігурація енергетичної безпеки підприємств

(розробка автора)

Розглянуті підходи до структурування економічної сутності поняття «енергетична безпека» мають значні відмінності та характеризуються суттєвими протиріччями; ці визначення є надто загальними та не повною мірою відображають важливість зовнішньоекономічних відносин для ПЕК України. Забезпечення енергетичної безпеки України є необхідною умовою для підтримки оптимального рівня національної та економічної безпеки на основі ефективного використання паливно-енергетичного потенціалу країни.

Проведений аналіз дає підставу визначити енергетичну безпеку як здатність паливно-енергетичного комплексу країни на основі ефективного використання внутрішніх та зовнішніх ресурсів забезпечувати сталий розвиток економіки країни, надійне енергопостачання суб'єктів господарської діяльності та населення в даний час та в перспективі, а також здатність реалізовувати свою стратегію на світовому ринку.

Для розуміння процесу забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в контексті інтеграції та динамічності бізнес-середовища, потрібно врахувати кілька ключових аспектів, які можна структуровано описати через теоретичні засади, організаційно-економічний контекст і системний підхід до управління енергетичною безпекою підприємств (рис. 1.2).

Енергетична безпека підприємств — це здатність забезпечити безперерйне постачання енергетичних ресурсів у необхідному обсязі та якості для підтримки виробничих процесів і функціонування підприємств. У контексті сучасних економічних умов, зокрема з урахуванням глобальних змін енергетичних ринків, зростаючої конкуренції та впливу змін клімату, енергетична безпека підприємств є не лише технічною, а й стратегічною задачею. Організаційно-економічний підхід до управління енергетичною безпекою підприємств полягає в створенні і впровадженні ефективної системи управління енергетичними ресурсами, що включає організаційні структури, економічні механізми та управлінські інструменти для мінімізації ризиків, що впливають на енергетичну безпеку.

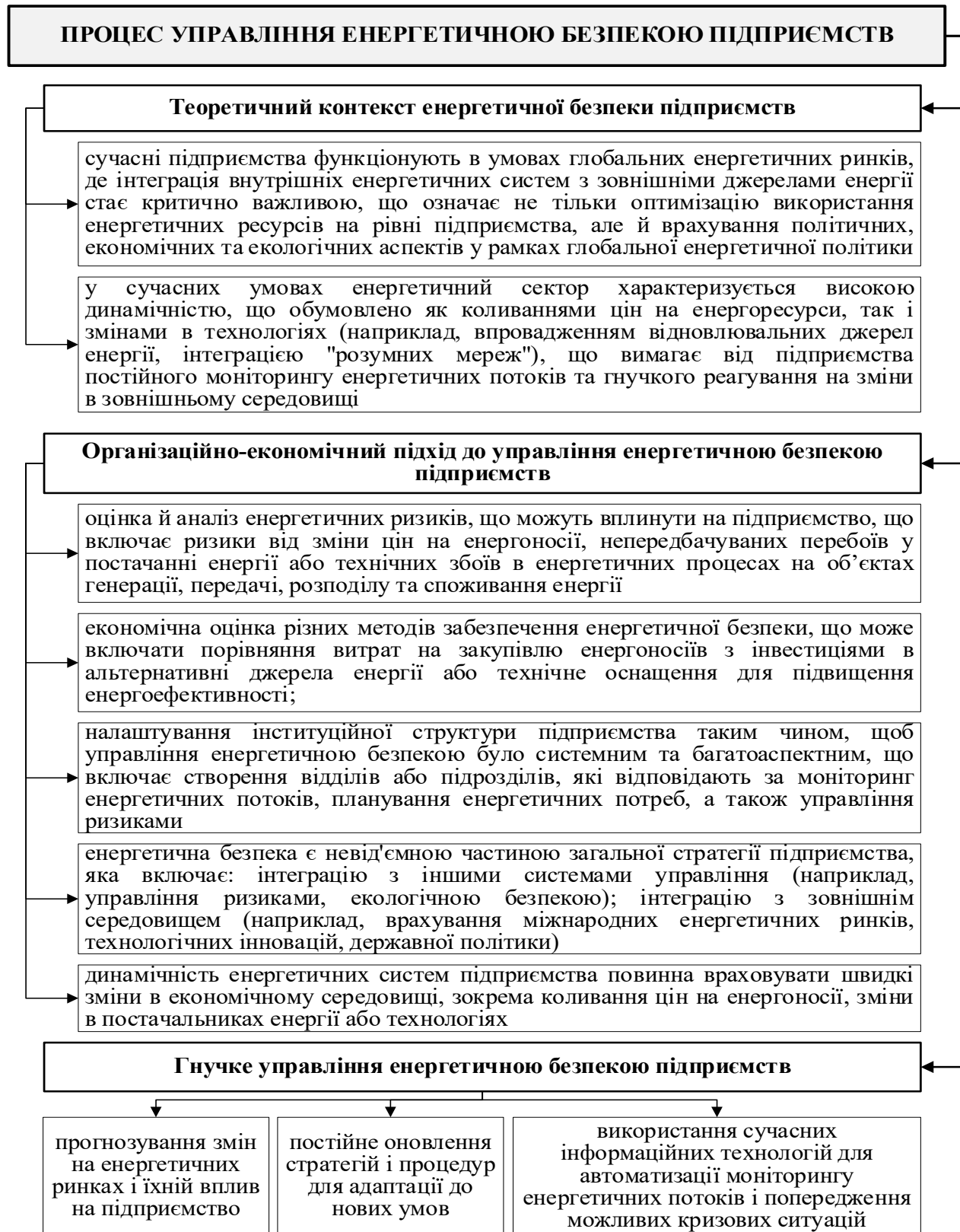


Рис. 1.2. Процес управління енергетичною безпекою підприємств

(розробка автора)

Розглянемо ентропію як фактор у забезпеченні управління енергетичною безпекою підприємств. Ентропія в контексті енергетичної безпеки підприємства означає невизначеність та хаотичність процесів, які впливають на енергетичну ситуацію підприємства. В умовах ентропії, коли зростає невизначеність зовнішніх і внутрішніх факторів, підприємства змушені шукати способи мінімізації цієї невизначеності через використання адаптивних стратегій, інноваційних технологій та гнучких економічних моделей.

Організаційно-економічне забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств є складним та багатогранним процесом, який охоплює широкий спектр заходів, спрямованих на досягнення сталого функціонування суб'єктів господарювання в умовах зростаючих енергетичних ризиків.

Управління енергетичною безпекою вимагає створення ефективної організаційної структури, використання сучасних економічних інструментів, а також впровадження інноваційних підходів до забезпечення енергетичної стійкості.

Дослідженню організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств було присвячено велику кількість наукових праць вітчизняних вчених-економістів.

Питанню організаційного забезпечення присвячено праці Болотової О. [15], Гошовської В. [40], Матюшенко О. [40], Квасовського О. [153], Кнейслер О. [153], Ніпіаліди О. [153], Коваленко Н. [69], Приходченко Л. [103], Ткач І. [103], Рогової Є. [127] та ін.

Економічне забезпечення вивчали такі вчені, як Забродська Г. [56], Забродська Л. [56], Пічугіна Т. [56], Посохов І. [102], Пуцентейло П. [124], Швагірева В. [164], Сапожнікова Є. В. [164], Ярмоленко Ю. О. [173] та ін.

Організаційно-економічному забезпеченню значну увагу приділили Божанова О. [14], Мартиненко О. [86], Пуцентейло П. [125], Сидорчук О. [133], Уварова А. [148], Черноіванова Г. [160] та ін.

Управління знайшло висвітлення в роботах таких науковців, як Коваленко Н.

[69], Кривда О. [78], Піляєв В. [99], Файвішенко Д. [149], Федоренко В. [151], Лагутін Г. [151], Денисенко М. [151].

Безпека стала предметом уваги таких вчених, як Денисенко М. [43], Бреус С. [43], Заплатинський В. [59], Копанчук В. [72], Світлик О. [132], Федорова А. [152] та ін. Підходи до вивчення енергетичної безпеки висвітлено у працях Арбузової Т. [3], Дронова Д. [48], Колодяжної І. [71], Букріної К. [71], Прохорової В. [110], Шевченко О. [166], Щурова І. [172].

З теоретичної точки зору організаційно-економічне забезпечення передбачає гармонійне поєднання методів і механізмів, які дозволяють вирішувати завдання щодо оптимального використання енергоресурсів, зниження їхньої залежності від зовнішніх постачальників, впровадження енергоефективних технологій і забезпечення економічної стабільності підприємства.

Тому, доцільно провести морфологічний аналіз ключових понять, що дозволить уточнити їхній зміст, виявити структурні складові та взаємозв'язки між ними, що забезпечить глибше розуміння сутності кожного поняття, їхнього теоретичного наповнення та практичного застосування.

Підходи до визначення поняття «організаційне забезпечення» представлено у табл. 1.1.

Проаналізувавши трактування різних авторів, організаційне забезпечення можна визначити як інтегровану управлінську систему, яка включає організаційну структуру, взаємозв'язки між підрозділами, ресурси, регламентовані процеси та процедури, спрямовані на досягнення стратегічних цілей підприємства.

Отже, організаційне забезпечення виступає важливою складовою управлінської системи, яка забезпечує узгодженість дій, раціональний розподіл функцій і використання ресурсів для досягнення ефективності та стабільності підприємства.

Підходи до визначення поняття «економічне забезпечення» представлено у табл. 1.2.

Таблиця 1.1

Підходи до визначення поняття «організаційне забезпечення»

№	Автор	Визначення
1.	Болотова О. О. [15]	управлінська підсистема, яка включає організаційну структуру, взаємозв'язки між окремими підрозділами та посадами, сукупність регламентів у форми документів (інструкцій, положень, наказів і кваліфікаційних вимог), які описують її функціонування, для реалізації прийнятих управлінських рішень шляхом забезпечення необхідними ресурсами
2.	Гошовська В., Матюшенко О. [40]	специфічна управлінська підсистема системи управління соціальним проектом, що регламентує організацію: структури системи управління, процесу функціонування системи, якою управляють, специфічної інфраструктури, що здатна забезпечити оптимізацію зв'язку між суб'єктами проектної діяльності та забезпечення їх необхідним ресурсами
3.	Квасовський О. Р., Кнейслер О. В., Ніпіаліді О. Ю. [153]	взаємопов'язана система внутрішніх структурних служб суб'єкта господарювання, які пов'язані з розробкою та реалізацією управлінських рішень щодо окремих аспектів його фінансової діяльності
4.	Коваленко Н. В. [68]	система процесів і процедур для здійснення діяльності підприємства згідно з розробленою стратегією і поставленими цілями, яка забезпечує взаємозв'язок між підрозділами підприємства та забезпечення їх необхідними ресурсами
5.	Приходченко Л. Л., Ткач І. В. [103]	комплекс нормативно-правових, матеріально-технічних, фінансових, кадрових, інформаційних та оперативних заходів, що направлені на раціональний розподіл трудової діяльності, забезпечення адекватними умовами праці, підтримку організаційного порядку, психологічно здорової атмосфери в колективі з метою ефективного виконання цими органами своїх повноважень, і включає в себе щоденний контроль та оцінку виконаної роботи
6.	Рогова Є. І. [127]	розроблення і створення організаційної структури системи інформаційної безпеки України, створення системи сертифікації технічних і програмних засобів інформації на відповідність вимогам інформаційної безпеки

Отже, економічне забезпечення – це інтегрована система процесів, ресурсів і відносин, яка забезпечує ефективну трансформацію економічних ресурсів у продукт або послугу, оптимізацію витрат і доходів, а також фінансову стабільність підприємства через регулювання економічних механізмів і взаємодію між

суб'єктами ринку.

Таблиця 1.2

Підходи до визначення поняття «економічне забезпечення»

№	Автор	Визначення
1.	Забродська Г.І., Забродська Л.Д., Пічугіна Т.С. [56]	сукупність взаємозалежних і взаємообумовлених функціональних елементів, об'єднаних єдиною метою свого функціонування і здатних до відтворення на більш якісному новому рівні за рахунок власних фінансових та інших ресурсів
2.	Посохов І. М. [102]	регулювання відносин у фінансово-бюджетній та грошово-кредитній сферах, а також регулювання валютних відносин
3.	Пуцентейло П. [124]	виробничо-економічна діяльність незалежно від її виду, яка характеризується універсальною ознакою і загальною властивістю, це завжди перетворення економічних ресурсів у певний економічний продукт
4.	Швагірева В. С., Сапожнікова Є. В. [164]	система економічних відносин, що виникають у процесі створення й реалізації благ (послуг, товарі) між відокремленими (самостійними) суб'єктами ринку, між суб'єктами ринку й державою, між керівництвом та її трудовим колективом, між власниками капіталу та її найманими працівниками, стосовно зрівняння між затратами й доходом, розподілом та використанням прибутку
5.	Ярмоленко Ю. О. [173]	аналіз питань, які впливають на поточні активи та поточні зобов'язання

Підходи до визначення поняття «організаційно-економічне забезпечення» представлено у табл. 1.3, узагальнення визначень, що було подано, дозволило автору уточнити економічну сутність поняття «організаційно-економічне забезпечення» та визначити його як комплекс заходів, інструментів, підсистем та методів управління, які інтегрують організаційні й економічні складові з метою ефективного функціонування та розвитку підприємства. Підходи до визначення поняття «управління» представлено у табл. 1.4. Визначення різних авторів відображають різні аспекти управління, тому можна дійти висновку, що управління доцільно розглядати як багатовимірний процес, що охоплює планування, організацію, мотивацію та контроль для досягнення цілей організації.

Таблиця 1.3

Підходи до визначення поняття «організаційно-економічне забезпечення»

№	Автор	Визначення
1.	Божанова О. В. [14]	сукупність організаційних й економічних заходів щодо об'єкта управління
2.	Мартиненко О. В. [86]	сукупність динамічних процедур, форм, методів та інструментів управління, використання яких дає змогу формувати й реалізовувати конкретну послідовність заходів, що спрямовані на стабільне функціонування підприємства, його стійкий, перспективний розвиток
3.	Пуцентейло П. Р. [125]	сукупність економічних, адміністративних, правових, організаційних методів впливу на об'єкт управління
4.	Сидорчук О. Г. [133]	сукупність засобів, принципів, суб'єктів та об'єктів управління, реалізується за схематичним алгоритмом циклу управління
5.	Уварова А. Є. [148]	сукупність взаємопов'язаних елементів організаційної та економічної підсистем підприємства, поєднання яких створює передумови реалізації цільових настанов діяльності підприємства
6.	Черноіванова Г. С. [160]	сукупність принципів, форм, методів та інструментів управління

Таблиця 1.4

Підходи до визначення поняття «управління»

№	Автор	Визначення
1.	Коваленко Н.В. [69]	спрямованість дій або напрям руху в системі. Будь-який рух чи дія здійснюється за допомогою механізму, який діє в самій системі, де діє дві підсистеми: керівник – суб'єкт управління і підлеглий – об'єкт управління.
2.	Кривда О. В. [78]	процес планування, організації, керівництва та контролю діяльності членів організації та використання всіх інших її ресурсів для досягнення поставлених цілей
3.	Піляєв В. Р. [99]	цілеспрямований вплив апарату управління суб'єкта господарювання на трудовий колектив для досягнення поставленої мети
4.	Файвішенко Д. С. [149]	усвідомлений вплив на об'єкти, процеси учасників їх взаємодії з метою отримання бажаних результатів
5.	Федоренко В., Лагутін Г., Денисенко М. [151]	процес перероблення інформації задля підготовки, ухвалення та реалізації рішень, що забезпечують підвищення ефективності роботи організації, поліпшення якості продукції

Підходи до визначення поняття «безпека» представлено у табл. 1.5. Отже, поняття «безпека» охоплює широкий спектр аспектів, пов'язаних із захищеністю, стабільністю та відсутністю загроз для різних систем (особистість, суспільство, держава тощо). Підходи до визначення поняття «енергетична безпека» представлено у табл. 1.6.

Таблиця 1.5

Підходи до визначення поняття «безпека»

№	Автор	Визначення
1.	Денисенко М.П., Бреус С.В. [43]	стан захищеності від чого завгодно і може використовуватись як до захисту особи, так і суспільства та держави в цілому
2.	Заплатинський В. М. [59]	такі умови, в яких перебуває складна система, коли дія зовнішніх факторів і внутрішніх чинників не призводить до процесів, що вважаються негативними по відношенню до даної складної системи у відповідності до наявних, на даному етапі, потреб, знань та уявлень
3.	Копанчук В.О. [72]	здатність й можливість самореалізації тієї чи іншої соціальної системи в реальних умовах її буття
4.	Світлик О.М. [132]	стан об'єктивної дійсності, при якому відсутні прямі чи потенційні впливи, що змінюють суспільний порядок, що в свою чергу призводить до настання несприятливих наслідків у вигляді його змін (трансформації) в часі і просторі від більш ефективного до менш ефективного (гальмування соціального прогресу)
5.	Федорова А. М. [152]	відсутність загроз в усіх сферах життя, що сприяє сталому людському розвитку і залежить від рівня правової культури, свідомості та відповідальності кожного члена громади, досягнення якої можливо шляхом взаємодії органів публічної влади з громадянським суспільством та збільшення кількості превентивних заходів

Таблиця 1.6

Підходи до визначення поняття «енергетична безпека»

№	Автор	Визначення
1	2	3
1.	Арбузова Т. В. [3]	стан забезпечення держави паливно-енергетичними ресурсами, що гарантують її повноцінну життєдіяльність і, по-друге, як стан безпеки енергетичного комплексу та здатність енергетики забезпечити нормальне функціонування економіки, енергетичну незалежність країни
2.	Дронов Д. С. [48]	невід'ємна складова економічної і національної безпеки, умова

Продовження табл. 1.6

1	2	3
		існування та розвитку національних суспільних відносин і держави, досягнення стану технічно надійного, стабільного, економічно ефективного та екологічно прийняттого забезпечення енергетичними ресурсами економіки й соціальної сфери країни та створення умов для формування і реалізації політики захисту національних інтересів у всіх сферах суспільного життя
3.	Колодяжна І. В., Букріна К. А. [71]	стан захищеності енергетичного потенціалу підприємства від зовнішніх та внутрішніх загроз у різних формах, що забезпечує його стабільний розвиток відповідно до статутних завдань, а також здатність до протистояння та відтворення його оргструктури й статусу
4.	Шевченко О.А. [166]	захищеність національних інтересів у сфері забезпечення доступу до надійних, стійких, доступних і сучасних джерел енергії технічно надійним, безпечним, економічно ефективним та екологічно прийнятним способом в нормальних умовах і в умовах особливого або надзвичайного стану
5.	Щуров І. В. [172]	ступінь захищеності енергосистеми підприємства від негативного впливу внутрішніх і зовнішніх чинників

На рис. 1.3 подано теоретичне підґрунття організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств, яке відображає взаємодію організаційного та економічного забезпечення в рамках забезпечення економічних процесів, інтегрованих у систему управління енергетичною безпекою [33]. Таким чином, організаційно-економічне забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств – це функціональна система заходів комплексного характеру, архітектоніка якої побудована на основі релевантності взаємозв'язку дій тактичного та стратегічного характеру щодо розробки, координації та коригування організаційних, економічних, інформаційних та управлінсько-аналітичних локальних механізмів, реалізація яких спрямована на досягнення та збереження стійкого функціонування підприємств за умов високого рівня ризику та турбулентності економічного середовища, стратегічним результатом застосування якого є мінімізація ризиків енергетичної залежності, раціональне використання енергетичних ресурсів, впровадження інноваційних технологій та підвищення адаптивності підприємства до сучасних викликів.

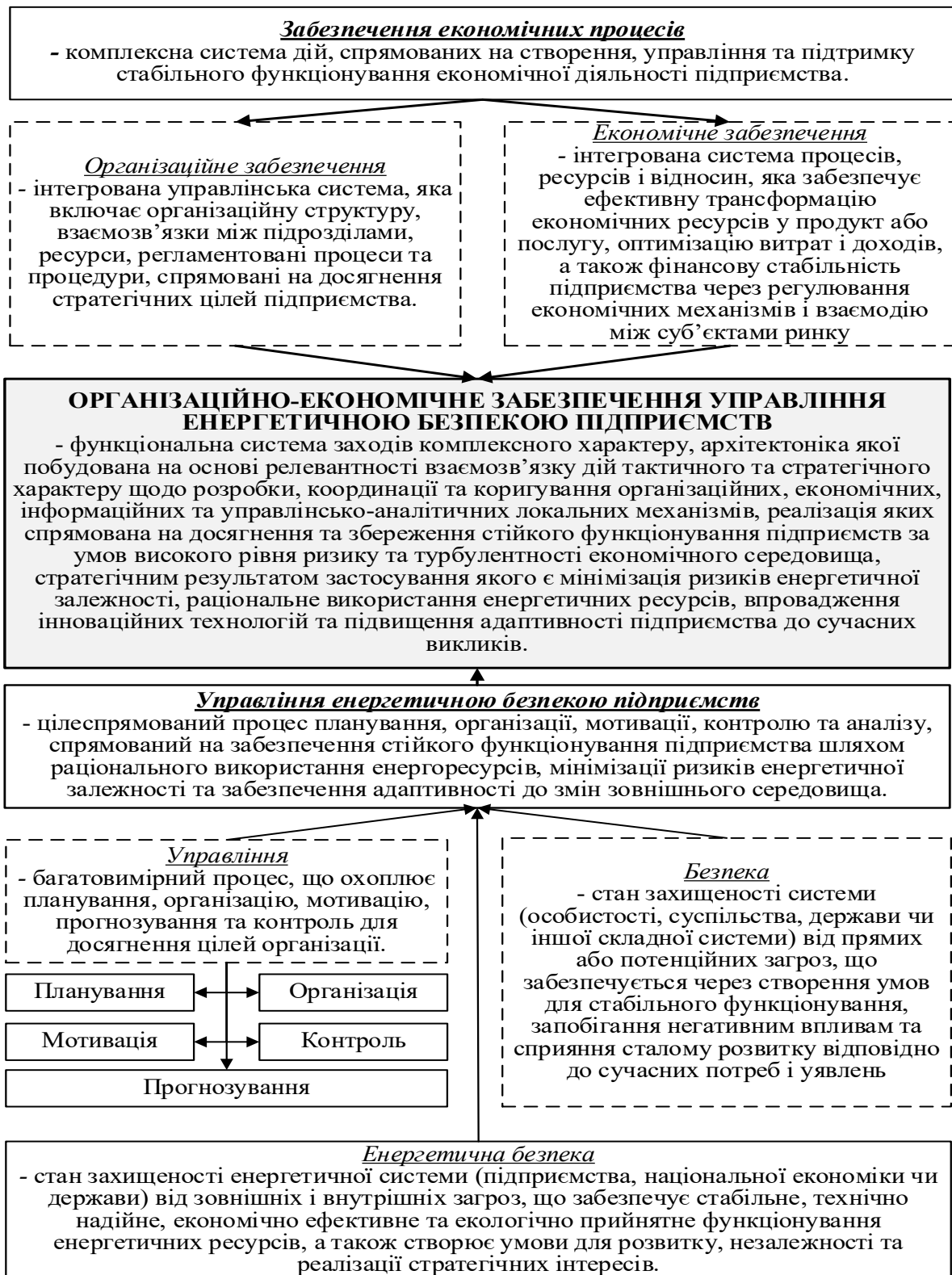


Рис. 1.3. Теоретичне підґрунтя організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств (розробка автора)

Основними функціональними елементами організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств є управлінські підходи, що охоплюють класичні функції, такі як планування, організація, мотивація, прогнозування та контроль, а також енергетична безпека як цільова складова.

Аналіз теоретичних підходів до визначення складових організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств підтвердив багатогранність і комплексність цієї проблематики. Інтеграція зазначених складових сприяє ефективній адаптації підприємств до динамічних змін зовнішнього середовища та мінімізації ризиків енергетичної залежності.

Доцільно стверджувати, що гармонійне поєднання організаційних та економічних механізмів у системі управління енергетичною безпекою є важливими. Організаційне забезпечення створює структурну упорядкованість і сприяє координації діяльності, тоді як економічне забезпечення формує фінансову основу для реалізації заходів з енергетичної безпеки. Таке поєднання є базою для впровадження сучасних управлінських підходів, що враховують інноваційні технології та методи енергоефективності.

1.2 Системно-кластерний підхід до забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії зовнішнього середовища

У сучасних мінливих умовах організаційно-економічне забезпечення управління енергетичною безпекою є ключовим елементом стабільного функціонування та сталого розвитку підприємств.

Енергетична безпека охоплює аспекти захищеності енергетичного потенціалу, стабільності його функціонування, здатності до протистояння загрозам

та забезпечення ресурсами. Отже, енергетична безпека – це стан захищеності енергетичної системи (підприємства, національної економіки чи держави) від зовнішніх і внутрішніх загроз, що забезпечує стабільне, технічно надійне, економічно ефективне та екологічно прийнятне функціонування енергетичних ресурсів, а також створює умови для розвитку, незалежності та реалізації стратегічних інтересів.

Управління енергетичною безпекою – це цілеспрямований процес планування, організації, мотивації, контролю та аналізу, спрямований на забезпечення стійкого функціонування підприємства шляхом раціонального використання енергоресурсів, мінімізації ризиків енергетичної залежності та забезпечення адаптивності до змін зовнішнього середовища.

Надійне функціонування електроенергетичних систем (ЕЕС) як найважливішої складової систем енергетики України утворює одну з основ успішного розвитку економіки країни в цілому. Наявність не тільки технічних, а й економічних аспектів надійності та енергетичної безпеки зумовлює складність вивчення вищезгаданих об'єктів та їх взаємодії з іншими складовими економіки та соціальної сфери країни з метою визначення ефективних керуючих впливів для досягнення економічного ефекту та підтримки високого ступеня готовності енергосистем до подолання загроз їхньому нормальному функціонуванню, що виникають у періоди ентропії (наприклад, економічних, політичних криз, при катастрофах, лихах, військових конфліктах тощо).

Сьогодні для формування енергетичної безпеки об'єктів електроенергетичної системи активно використовується системний підхід, який розглядається з позицій його застосування як інструменту для вирішення проблеми підвищення рівня енергобезпеки об'єктів енергетики, в основному на регіональному мезорівні або державному макрорівні економіки, що не дозволяє враховувати стан енергобезпеки підприємств електроенергетичної системи на мікрорівні економіки.

Ця проблема має свої особливості стосовно різних рівнів ієрархії. Для

забезпечення необхідного рівня енергетичної безпеки об'єктів різного рівня потрібне створення науково обґрунтованої основи. Метою дослідження у даному контексті доцільно визначити відстеження ситуацій в об'єктах електроенергетики різного рівня з урахуванням прямих та зворотних зв'язків енергетики та економіки на основі використання спеціально пристосованого для цього математичного апарату на основі системно-кластерного походу.

У сучасних умовах, вченими-економістами під час проведення наукових досліджень, більше уваги стало приділятися стиковці економічних та технічних аспектів функціонування електроенергетичних систем. Цінність такого підходу полягає в тому, що досі надійність енергосистем розглядалась як суто технічне завдання. Але, за умов ринкової економіки на надійне функціонування систем енергетики впливають як технічні так і економічні чинники.

Вирішення такого комплексу завдань пред'являє особливі вимоги до методологічного та методичного апарату для їх вирішення. Тому необхідно створення нових методів розв'язання перерахованих вище завдань. З іншого боку, наявність різних методів дозволяє отримувати комплексну оцінку, оскільки кожен метод (модель) відображає закладені у ньому (ній) властивості об'єкта.

У зв'язку з цим, актуальність дослідження полягає у формуванні теоретико – прикладних засад побудови конфігурації управління електроенергетичної системою економіки як фрактально-кластерного об'єкту енергетичної безпеки підприємств в умовах ентропії зовнішнього середовища на основі системно-кластерного підходу на різних структурних рівнях (макро-, мезо-, мікрорівень), що дозволить локалізаційно виявляти, запобігати, нейтралізувати зовнішні та внутрішні загрози енергобезпеці підприємства.

Основним завданням системно-кластерного підходу у формуванні енергобезпеки підприємства є об'єднання технологій, систем, методів, засобів в єдину комплексну систему управління підприємств на основі проведення безперервного моніторингу в автоматизованому режимі реального часу.

Необхідно зазначити, що впровадження системно-кластерного підходу при формуванні енергобезпеки підприємства у виробництво енергії дозволить підвищити його економічну ефективність. Однак на сьогодні відсутні теоретичні дослідження особливостей застосування системно-кластерного підходу в рамках формування енергобезпеки підприємства. Оскільки ця проблема є актуальною, то вона потребує подальшого вивчення.

В останні десятиліття теорії та методології системно-кластерного підходу присвячена досить велика кількість робіт, в яких були сформовані класичні визначення поняття «кластер» та «кластерний підхід». На сьогодні у розвиток ідей системно-кластерного підходу здійснили праці: М. Портера [101], М. Енрайт [200], І. П. Соколовської [136], А. П. Павлюка [97], Ю. Г. Королюка [74, 75], Н. В. Якименко-Терещенко [172].

Однак, незважаючи на велику кількість робіт, присвячених системно-кластерному підходу, залишається невирішеною значна кількість питань, пов'язаних із його застосуванням як складової для формування організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств.

Незважаючи на спектр питань, охоплених дослідженнями, недостатньо опрацьованими як у зарубіжній, так і у вітчизняній літературі залишаються питання обґрунтування формування енергетичної безпеки підприємства на основі системно-кластерного підходу, як основи підвищення рівня енергобезпеки підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

Систематизація теоретико-прикладних основ побудови конфігурації управління електроенергетичної системою економіки як фрактально-кластерного об'єкту енергетичної безпеки підприємств в умовах ентропії зовнішнього середовища на основі системно-кластерного підходу є питанням, яке потребує подальшого дослідження .

Електроенергетична система (ЕЕС) – це складна технічна система, що складається в загальному випадку з трьох підсистем: генеруючої, передавальної

(розподільної) та споживчої. Надійність електроенергетичної системи є комплексною властивістю і визначається як здатність енергопідприємств ЕЕС виконувати функції з виробництва, передачі, розподілу та постачання споживачів електричною та тепловою енергією у необхідній кількості та якості. Для цього потрібно приділяти увагу заходам щодо забезпечення управління енергобезпекою підприємства ЕЕС на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

При цьому важливо відзначити, що питання забезпечення управління енергетичною безпекою об'єктів електроенергетичної системи – це трудомісткий процес, який непросто організувати, а тим більше виникають великі складнощі в управлінні ним, насамперед через те, що всередині є безліч різних елементів та процесів кожен з яких певною мірою незалежний та відокремлений.

Найбільш доцільним з економічної точки зору у контексті забезпечення управлінської діяльності є системний підхід. При цьому системний принцип має базуватися на об'єднанні завдань, які ставляться перед виробниками та споживачами енергії, у яких постійно виникають конфлікти – через тарифи, через неможливість вільно приєднатися до мереж тощо.

Тому головне, що потрібно сьогодні – відроджувати принцип системності в електроенергетиці та загалом в енергетиці. У зв'язку з цим повинні розглядатися генеруючі джерела та розподільчі мережі, а також навантаження як рівноправні частини єдиної системи – системи забезпечення енергобезпеки підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

У сучасних умовах господарські взаємини між постачальниками та споживачами електроенергії не можуть регламентуватися «згори», тобто загальний орган, що регламентує, вже не потрібен. Зараз потрібно абсолютно новий тип відносин – мультиагентне управління. Це коли між собою взаємодіє безліч суб'єктів та об'єктів, вони приймають рішення з урахуванням суб'єкта верхнього рівня, який формулює загальну стратегію спрямування, але не дає приватних директив. Загальна енергетична політика має формуватися на макрорівні, а політику технічну

– великий суб'єкт на кшталт регіону на мезорівні. При цьому технічна політика електроенергетичної системи на мікрорівні не може йти у відриві від енергетичного підприємства та його об'єктів генерації, передачі, транспортування, розподілу та споживання енергії.

Системний підхід в теоретичному аспекті доцільно застосовувати для аналізу та управління енергетичною безпекою підприємств з урахуванням різних аспектів та конкретних ситуацій, особливості реалізації якого наведено на рис.1.4 [27].

Розглянемо сутність системного підходу до аналізу стану ЕБ підприємства ЕЕС на мікрорівні, яка є певною кількістю взаємопов'язаних і взаємодіючих між собою елементів, призначена для досягнення певних цілей та вирішення поставлених завдань. Загальний вигляд структурної схеми системного підходу задля забезпечення управління ЕБ підприємства показано на рис. 1.5 [27].

Під елементом розуміється неподільна складова частина (електростанція, енергоблок, підстанція, лінія електропередач тощо) складного цілого, у нашому випадку електроенергетичної системи.

Окрім елементів можна виділити деякі частини системи, що складаються з більш ніж одного елемента, тобто із деякої сукупності елементів. Ці частини системи називаються підсистемами.

Слід зазначити, що системний підхід передбачає розгляд енергобезпеки як системи, що включає різні компоненти, що взаємодіють між собою. Отже, системний підхід до формування енергобезпеки підприємства - це прийняття цілісного та систематичного підходу до управління енергією, що враховує всі аспекти її виробництва, передачі, транспортування, розподілу та споживання. Тому, в контексті енергетичної безпеки системний підхід дозволяє розглянути взаємозв'язки між виробництвом, передачею, розподілом та споживанням енергії, а також між економічними, екологічними та соціальними аспектами об'єктів енергетики.

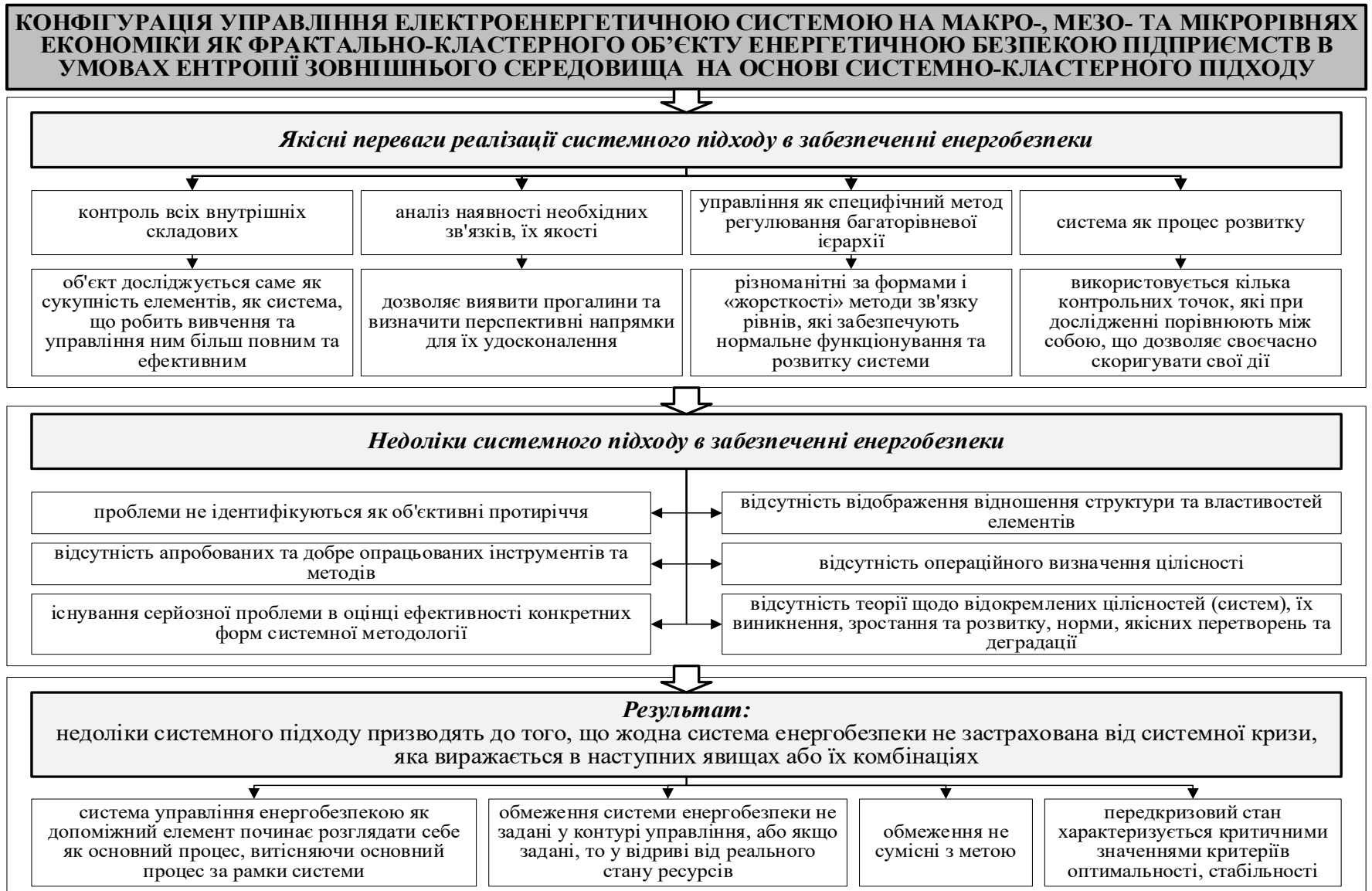


Рис. 1.4. Особливості реалізації системного підходу в управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії зовнішнього середовища як фрактально-кластерного об'єкту (розробка автора)

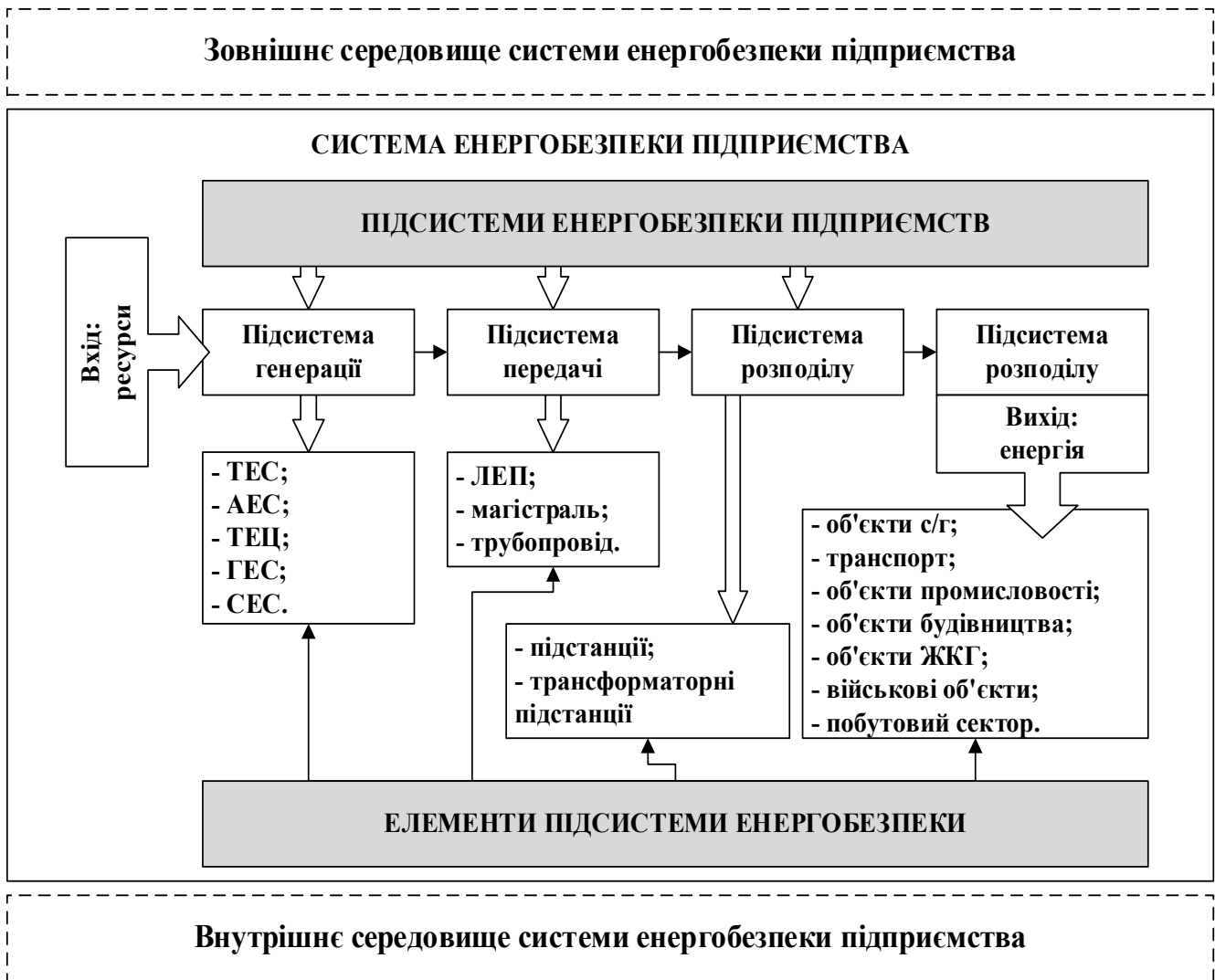


Рис 1.5. Структурна схеми системного підходу для забезпечення управління енергобезпекою підприємств електроенергетичної системи (розробка автора)

Багато дослідників, які дотримувалися системного підходу у вивченні енергобезпеки, аналізували енергобезпеку як систему, що включає політичні, економічні, соціальні та технологічні аспекти, та досліджували взаємозв'язок між ними для розробки комплексних та ефективних стратегій забезпечення енергобезпеки, а також приділяли увагу впливу змін в одній частині системи на інші її компоненти та загалом на загальний рівень енергобезпеки підприємства.

Таким чином, система енергобезпеки підприємства згідно з системним підходом за функціональними ознаками може бути розділена на чотири підсистеми:

генеруючу, передавальну, розподільчу та споживчу. Поділ систем на підсистеми, а підсистем на елементи досить відносно.

Підсумовуючи вищевикладене, необхідно використовувати поняття «рівень декомпозиції», сутність якого слід розуміти як поділ системи на складові елементи та подальше вивчення цих елементів з метою виявлення їх впливу на ефективність функціонування системи енергобезпеки в цілому.

Рівень декомпозиції визначає ту межу, нижче за яку подальший поділ системи енергобезпеки на елементарні частини недоцільно в рамках вирішення поставленого завдання підвищення рівня енергозабезпечення підприємства.

Системний підхід у своїй основі розглядає наявність «входу», «виходу», внутрішнього та зовнішнього середовища. «Вхід» до системи енергобезпеки підприємства є сукупністю вхідних ресурсів, які забезпечують процес функціонування системи енергобезпеки. Ресурси можуть бути матеріальними, фінансовими, трудовими, інтелектуальними, енергетичними та інформаційними. «Вихід» системи енергобезпеки підприємства представляє результат її функціонування (обсяг випуску енергії, енергозабезпеченість технологічних процесів, економічна ефективність енергопідприємства).

Внутрішнє середовище системи енергобезпеки підприємства – це все те, що знаходиться всередині самої системи, а також забезпечує взаємодію між окремими елементами і формує структуру системи ЕБ підприємства.

Зовнішнє середовище системи енергобезпеки підприємства – це все, що перебуває за її межами і є сукупністю інших систем, що впливають на процес функціонування аналізованої системи ЕБ підприємства.

Системний підхід передбачає, що у зовнішньому та внутрішньому середовищі системи ЕБ підприємства можуть виникати негативні фактори у вигляді загроз та ризиків, які впливають на стан енергобезпеки підприємства.

Слід зазначити, що об'єктивною основою виникнення системної кризи є те, що чим гнучкішою має бути система (що виражається в оперативності як наслідки

швидкої чи різкої зміни виходу, параметрів, середовища), тим складнішою має бути система управління енергобезпекою підприємства. Гнучкість викликає зростання процесів управління енергетичною безпекою у порівнянні з основним процесом.

У той же час для усунення недоліків системного підходу може бути застосована комбінація різних підходів, яка дозволить отримати більш глибоке та комплексне розуміння проблеми та розробити відповідні стратегії та рекомендації щодо забезпечення управління енергобезпекою підприємства. Однією з важливих організаційних форм у системі управління електроенергетичною системою в даний час є інноваційні кластери, які сприяють підвищенню конкурентоспроможності у виробництві енергії.

Згідно з визначенням Майкла Портера [101], американського економіста та родоначальника кластерної теорії, кластери – це концентровані за географічною ознакою групи взаємопов'язаних компаній, спеціалізованих постачальників, постачальників послуг, фірм у споріднених галузях, а також пов'язаних з їх діяльністю організацій, у певних областях, що конкурують, але при цьому ведуть спільну роботу (виробництво).

Основу кластера становлять підприємства, що об'єдналися в кластерну структуру та організації, що її обслуговують. Як правило, кластер тематично визначено, що відбивається у його назві, наприклад, енергетичний кластер. Це передбачає, що складові його елементи об'єднані єдиною сферою діяльності, яка включає сукупність близьких видів діяльності чи процесів (процеси генерації, передачі, розподілу та споживання енергії), що входять до єдиного ланцюжка створення доданої вартості; присутній виражений фактор лідируючого (інтегруючого) продукту (електрична та теплова енергія).

Нині формування територіальних кластерів стало однією з основних концепцій як у теорії, так і у практиці регіонального розвитку на мезо- рівні економіки.

В економічну літературу поняття «регіональний кластер» запровадив М.

Енрайт [200], який розвивав ідеї М. Портера [101] про кластери і висунув гіпотезу, що конкурентні переваги країн створюються не так на національному, а на регіональному рівні.

Основна ідея такого кластера полягає у взаємозв'язку між підприємствами супутніми об'єктами під час вироблення економічної політики розвитку регіону. Створення регіонального кластера може дозволити знизити до мінімуму перешкоди розвитку малого бізнесу, підвищити продуктивність з допомогою інновацій і простимулювати створення нових підприємств, що розширюють межі самого кластера.

Регіональний кластер – група географічно сконцентрованих підприємств у певному регіоні із суміжних галузей, що виробляють схожу або взаємодоповнюючу продукцію (наприклад, електрична та теплова енергія), які характеризуються наявністю інформаційного обміну між підприємствами – елементами кластера, за рахунок якого підвищується конкурентоспроможність кластера на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

На думку багатьох вчених саме інноваційна орієнтованість стає головною характеристикою сучасних кластерів, оскільки є ключовим чинником їхньої конкурентоспроможності та одним із факторів підвищення економічної та енергетичної безпеки регіонів. Таким чином, інноваційний кластер - це сукупність підприємств та об'єктів, які здійснюють діяльність (наприклад, виробничі, розподільні та постачальні підприємства), розташованих на одній географічній території, що взаємодіють з метою досягнення економічного зростання за рахунок інновацій та синергетичного ефекту, що характеризується певною стійкістю [75, 97, 101, 136, 172, 200].

У наукових дослідженнях прийнято виділяти два види кластерів: галузеві; територіальні. Галузеві кластери формуються з урахуванням взаємозалежних галузей економіки – кластерні структури. Територіальні кластери – це група взаємозалежних об'єктів, розташованих у одному регіоні – кластерної агрегації.

Ядром кластера здебільшого є кілька потужних, середніх і малих підприємств, які взаємодіють між собою і між якими зберігаються конкурентні відносини [74, 97, 136, 172].

Ключовою особливістю кластерного підходу як одного з типів організаційної структури електроенергетичної системи є створення «сукупного інноваційного продукту» на основі ефективного використання існуючих та нових знань, форм і методів внутрішньокластерної мережевої взаємодії.

Розглянемо особливості застосування кластерної технології для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

Насамперед зазначимо, що кластерний принцип передбачає створення однієї території (регіону), цілого ряду виробництв, близьких за технологією і призначенням. Так, створення теплової електростанції (ТЕС), яка входить до складу електроенергетичної системи, передбачає наявність таких енергооб'єктів як підстанцій, ліній електропередач, магістралей тощо, які забезпечують процеси генерації, передачі, транспортування, розподілу та споживання електричної та теплової енергії.

Енергетичний кластер має межі, у яких він найефективніший. Ця ефективність може визначатися інфраструктурою та факторами виробництва того чи іншого регіону. Зазначимо, що при плануванні кластерної конфігурації електроенергетичної системи, необхідно брати до уваги досить високу диспропорційність розосередження генеруючих потужностей у сукупності з різновіддаленою локалізацією ресурсів енерговиробництва. У зв'язку з цим доцільним є організація міжрегіональних потоків ресурсорозподілу та енергозабезпечення на основі єдиної системи управління енергетичним кластерним конфігурантом.

Формована подібним чином кластерна енергетична структура щодо близько локалізованих кластерних груп (агрегацій), що належать до однієї чи кількох

суміжних галузей, створює потенціал взаємодії між підприємствами з позитивною динамікою, що сприяє синергетичній взаємодії у генерації динамічного розвитку енергетичного благополуччя території. Доречним є умова автономності ведення господарської діяльності елементами кластерної зміни у горизонтальній площині зв'язків (наприклад, у межах регіону – кластерної агрегації). Це обумовлює економічну доцільність розробки структурної схеми системно-кластерного підходу до побудови конфігурації управління електроенергетичною системою на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки як фрактально- кластерного об'єкту енергетичної безпеки підприємств в умовах ентропії зовнішнього середовища (рис. 1.6). В даному випадку – вертикальна взаємодія у форматі інтеграції до кластера, що супроводжуватиметься ефектом певних процесів еволюційного розвитку. Позитивні ефекти виявлятимуться у випереджальному розвитку резидентів кластерної структури проти тотожних підприємств поза кластерного конфігурату.

Застосування системно-кластерного підходу для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях при створенні кластерів на базі підприємств електроенергетики та інших галузей, дозволить отримати певні переваги (рис. 1.7).

Внутрішній взаємозв'язок кластерної структури є передумовою для прояву мультиплікативного ефекту, що проявляється як у внутрішній структурі кластерної геометрії, так і в зовнішньому середовищі кластерної структури.

Стратегічна задача енергетичної кластерної структури електроенергетичної системи на мікрорівні економіки полягає у створенні вивіреної політики енергозабезпечення, що є системою динамічного розвитку балансу генерації та енергоспоживання, що включає ланки промислового потенціалу підприємств та їх об'єктів генерації, передачі, транспортування, розподілу та споживання енергії.

Як інструментальна база досягнення стратегічного балансу у формуванні кластерних форм енергетики, наголосимо на необхідності розробки та реалізації політики комплексної та всебічної протекції впровадження технологій

енергозбереження у функціонал підприємств енергетичної кластерної структури, що, у свою чергу, сприятиме зростанню ресурсної та енергетичної складової розвитку промислового потенціалу території регіону – кластерної агрегації.

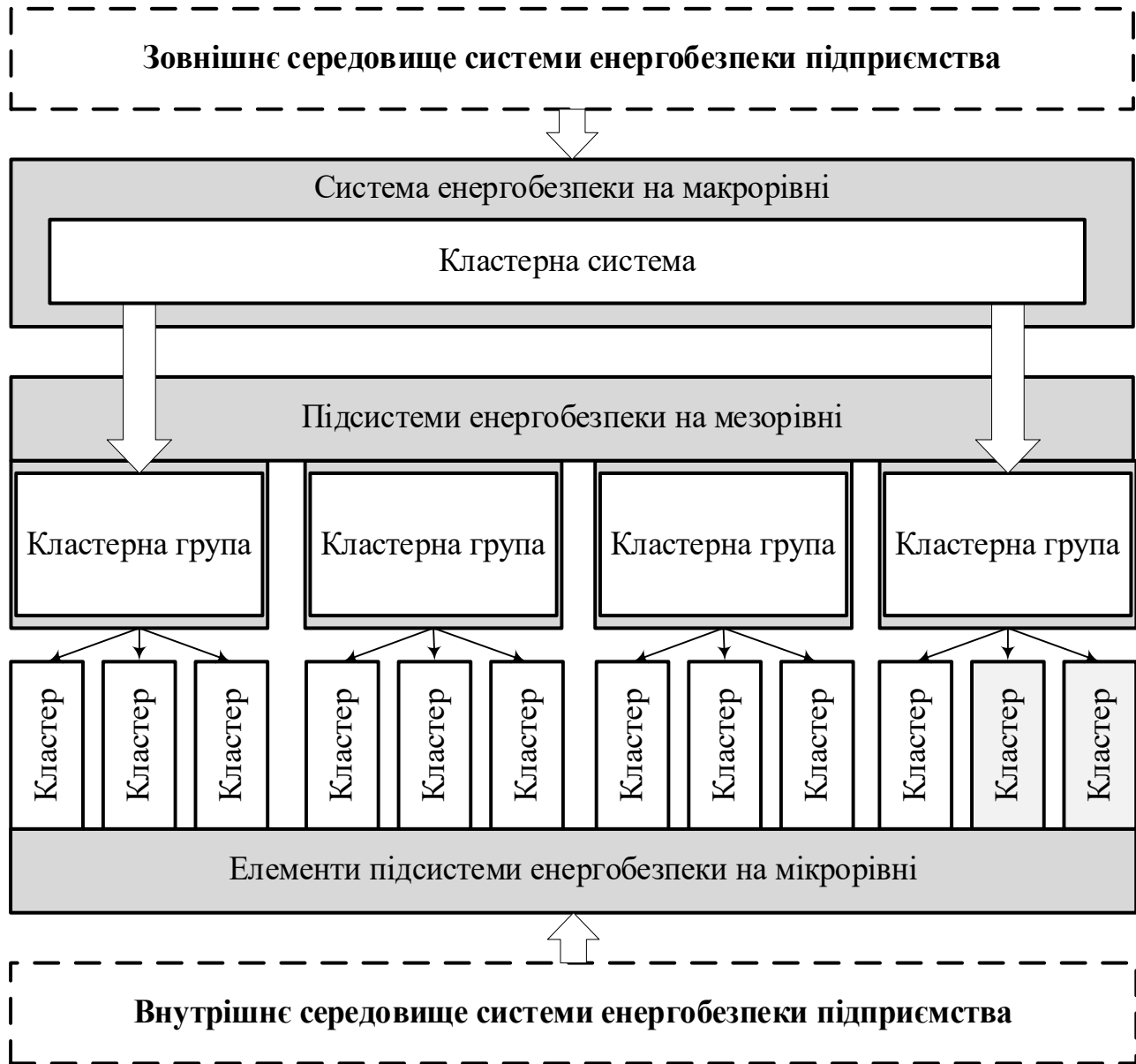


Рис 1.6. Системно-кластерний підхід до забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства (розробка автора)

Одержання цих переваг може бути забезпечено, головним чином, за рахунок організації та проведення безперервного моніторингу негативних факторів

зовнішнього та внутрішнього середовища у вигляді загроз та ризиків енергобезпеки підприємства, а також запровадженням програм енергозбереження та скорочення втрат енергоресурсів.

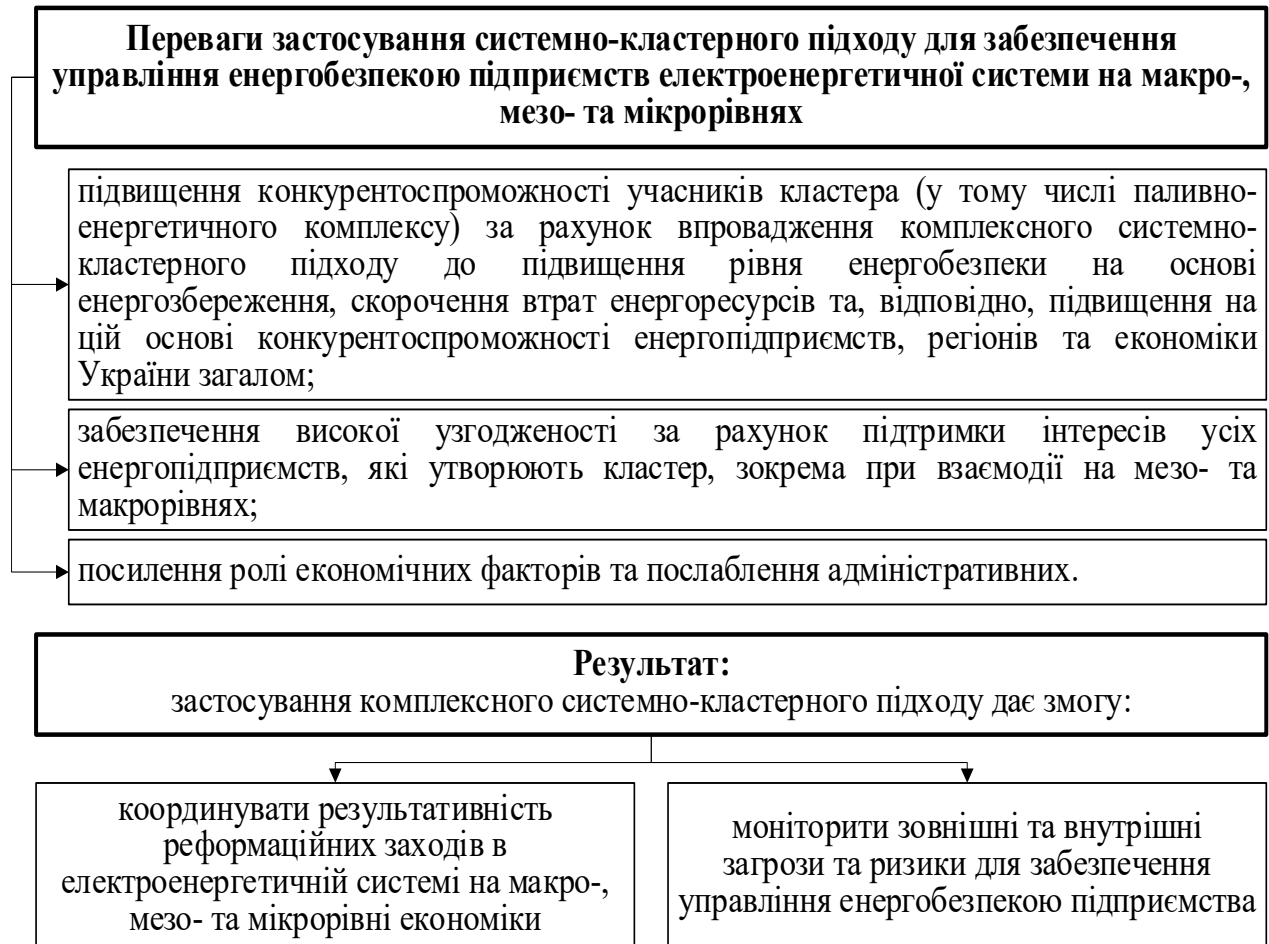


Рис. 1.7. Переваги застосування системно-кластерного підходу для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств (розробка автора)

Системно-кластерний підхід дозволяє забезпечити управління енергобезпекою підприємства на основі: врахування первинної інформації про зміни показників-індикаторів динамічних процесів на таких об'єктах енергопідприємства як: генерації, передачі, транспортування, розподілу та споживання енергії; передачі даних про стан рівня енергобезпеки елементів

(кластерів) підсистеми енергобезпеки на мікрорівні, мезорівні (кластерна група) та макрорівні (кластерна структура) електроенергетичної системи у режимі реального часу.

Таким чином, розглядаючи електроенергетичну систему як енергетичну кластерну структуру, можна, відповідно, застосовувати елементи кластерного підходу до її діяльності та розвитку енергопідприємств, що входять до її складу.

Для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях, проведено дослідження щодо впровадження системно-кластерного підходу, на основі загальнометодологічних принципів, якими можна керуватися на цьому етапі дослідження, та із залученням засобів та методів, які вироблені для цього в рамках методології та логіки системно-кластерного дослідження стану енергобезпеки підприємства.

Застосування системно-кластерного підходу у діяльності та розвитку енергопідприємства може призвести до позитивних результатів щодо підвищення рівня енергобезпеки, враховуючи наявність кластерних характеристик усередині системи управління ЕБ та можливості переглянути ряд її елементів у бік їх удосконалення та розвитку, ґрунтуючись на проведенні безперервного моніторингу негативних факторів зовнішнього та внутрішнього середовища у вигляді загроз та ризиків для енергобезпеки підприємства.

Обґрунтовано, що для забезпечення енергетичної безпеки підприємства, впровадження системно-кластерного підходу є найбільш актуальним, зважаючи на значні внутрішні та зовнішні масштаби економічного розвитку енергопідприємства, широкий розвиток різних напрямків. Це актуально у тому числі й для реалізації процесів забезпечення управління енергетичною безпекою на об'єктах генерації, передачі, розподілу та споживання енергії. Тут, у першу чергу, слід відштовхуватися від ідеї того, що чим більший і масштабніший енергетичний кластер, тим більше необхідний саме системно-кластерний підхід, який комплексно

поєднує в собі безліч інших методологічних конструкцій. Крім того, системно-кластерний підхід допоможе зберегти стабільність та стійкість існуючого механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою як універсального методу та сприяти його подальшому розвитку.

Перспективою подальших досліджень у рамках застосування системно-кластерного підходу слід розглядати не лише статистичну первинну інформацію про показники-індикатори енергобезпеки підприємства, а й оперативну поточну інформацію, що значно підвищить ефективність вироблення управлінських рішень щодо зниження впливу або повної ліквідації загроз та ризиків на енергобезпеку підприємства.

У результаті дослідження розроблено теоретико-прикладні основи системно-кластерного підходу до побудови конфігурації управління енергетичною безпекою підприємств. Цей підхід, що розглядає енергетичну безпеку як фрактально-кластерний об'єкт на різних рівнях економіки (макро-, мезо- та мікрорівнях), базується на комплексному поєднанні організаційних та економічних складових, що створюють єдину систему управлінського процесу. Встановлено, що використання цього підходу дозволяє формалізувати взаємозв'язок внутрішньої структури кластерної геометрії та сприяє досягненню мультиплікативного ефекту, що забезпечує ефективні керуючі впливи для досягнення економічного ефекту і підтримки високої готовності енергосистем до подолання загроз їх стабільному та стійкому функціонуванню в умовах змінного та нестабільного середовища.

Виходячи з аналізу практики функціонування енергопідприємств в умовах невизначеності, необхідно розробити практичні рекомендації щодо прийнятті управлінських рішень при виборі стратегічних напрямів діяльності підприємства з урахуванням усіх особливостей господарського, адміністративного та нормативно-правового середовища, в якому діє енергопідприємство. Актуальність зазначеної проблематики підтверджується і тим, що навіть найуспішніші підприємства знаходяться у своєрідній «зоні ризику», що стримує вихід економіки з кризового

стану.

Отже, функціонування енергопідприємства в умовах впливу зовнішніх факторів постійно наражається на небезпеку зриву або погіршення ситуації через можливе порушення для його діяльності фінансових або матеріально-сировинних потоків, а також ринків збуту. Така ситуація не може не впливати на стан рівня енергобезпеки підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

Підприємство електроенергетичної системи є основною структуротворчою ланкою економіки, оскільки саме в ньому зосереджені для виробництва продукції трудові, матеріальні та фінансові ресурси. Енергопідприємство є основним джерелом задоволення потреб суспільства у товарах та послугах, місцем застосування сил більшості працездатного населення країни. Проте ситуація ускладнюється тим, що періодично повторюються фінансово-економічні кризи, які обумовлені як внутрішніми, так і зовнішніми негативними факторами у вигляді загроз та ризиків енергобезпеці.

Для забезпечення управління енергетичною безпекою промислових підприємств на мікрорівні економіки потрібно розробити та реалізувати сучасні механізми та інструменти, що повинні стратегічно формувати ефективну структури управління енергобезпекою об'єктів енергопідприємств.

1.3. Загрози та ризики в конфігурації забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії

Управління загрозами енергетичної безпеки є комплексним процесом, що вимагає застосування системного підходу до аналізу, оцінки, мінімізації ризиків та реагування на потенційні загрози. Забезпечення рівня енергетичної безпеки промислового підприємства безпосередньо пов'язане з виявленням та

класифікацією загроз енергобезпеці, оцінкою цих загроз та розробкою відповідних заходів зниження або повної ліквідації наслідків після появи зовнішніх і внутрішніх загроз енергобезпеки. в якості класифікаційних ознак використовувати критерії-індикатори, що характеризують сферу діяльності та показники стану енергобезпеки промислового підприємства електроенергетичної системи на мікроекономічному рівні.

Класифікація загроз енергетичної безпеки промислових підприємств є важливим аспектом управління енергетичними ризиками та забезпеченням стабільної і безпечної роботи таких підприємств [1].

Загрози можуть мати різну природу і виникати через численні фактори, тому для їх ефективного подолання та прогнозування ризиків необхідно проводити систематичну їх класифікацію (рис. 1.8.).

У Законі України «Про національну безпеку України» [57] загрозами національній безпеці України визначено «явища, тенденції і чинники, що унеможливають чи ускладнюють або можуть унеможливити чи ускладнити реалізацію національних інтересів та збереження національних цінностей України».

«Загрози енергетичній безпеці» [142] – короткочасні або тривалі, реальні або потенційні обставини, явища, чинники або події, що можуть порушити безпеку та стійкість функціонування енергетичного сектору країни, обмежити або порушити енергозабезпечення споживачів, призвести до аварій та інших негативних наслідків.

Реалізація загрози потенційно може стати причиною кризової ситуації, тобто порушення штатного режиму функціонування енергетичного сектору або критичної інфраструктури енергетичної галузі, що може спричинити припинення енергозабезпечення споживачів, подолання якого й відновлення штатного режиму потребують ужиття (застосування) спеціальних (надзвичайних) заходів.

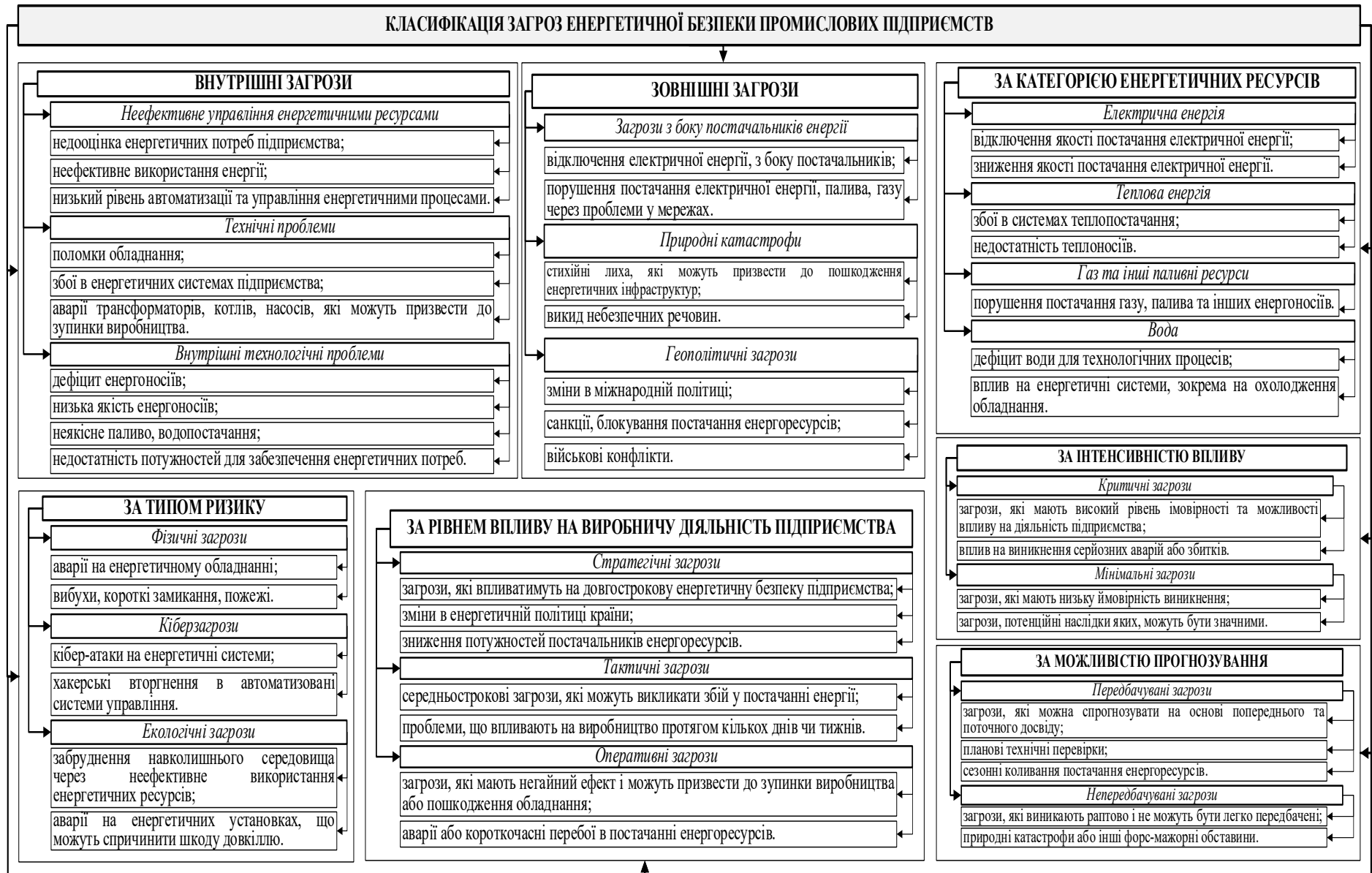


Рис. 1.8. Класифікація загроз енергетичної безпеки промислових підприємств (розробка автора)

Енергетична загроза впливає на об'єкт управління (систему) через його уразливість, тобто чутливість об'єкта управління до впливів, уразливе місце в його захисті від загроз, відсутність «запобіжників» проти них.

У рамках системного підходу уразливість до зовнішніх впливів (на «вході») будь-якого об'єкта, який генерує продукт чи виконує функцію, призводить до погіршення якості (на «виході») чи припинення їх надання.

Щоб оцінити рівень енергетичної безпеки, зазначені негативні зміни можна зафіксувати та розрахувати, порівнюючи фактичні й порогові значення індикаторів енергетичної безпеки, котрі використані в моделюванні оцінювання стану енергетичної безпеки.

Якщо об'єкт є вразливим до впливів, реалізація загрози зазвичай призводить до негативних наслідків, тобто результат впливу загрози на цілі функціонування об'єкта управління, переважно вимірюється через оцінку величини втрат від такого впливу, зокрема заподіяння фізичної шкоди; майнових чи грошових збитків; погіршення рівня енергоефективності ВВП; зростання вартості витрат на оплату житлово-комунальних послуг тощо.

Утім, загроза реалізується не завжди, об'єкти управління вразливі не до всіх загроз і не всі загрози призводять до негативних наслідків (зокрема, через застосування заходів із запобігання реалізації загроз).

Відповідну ймовірність наслідків впливу загрози установлюють, оцінюючи ризики, які є впливом невизначеностей на цілі об'єкта управління, або загальну можливість (імовірність) того, що загроза реалізується, порушить функціонування уразливого об'єкта управління і спричинить негативні наслідки.

Вітчизняні вчені, серед яких Прохорова В. [110], Самборський В. [131], Пудичева Г. [122, 123] та інші, приділили свою увагу дослідженню та вирішенню проблем енергетичної безпеки промислових об'єктів електроенергетичних систем. Питання впливу зовнішніх та внутрішніх загроз на стан енергобезпеки промислових об'єктів також знаходили віддзеркалення у дослідженнях вчених,

таких як: Капітула С. [61], Лозинська Т. [84], Накашидзе Л. [94], Слупський Б. [135], Кузнєцова К. [81] та інші.

Це обумовлює необхідність удосконалення класифікації загроз енергетичної безпеки промислового енергетичного підприємства, на підставі виділення класифікаційних ознак та наслідків впливу загроз на стан рівня енергобезпеки об'єктів енергопідприємства.

Зміст поняття «загрози енергобезпеки» становить негативні фактори, що впливають на об'єкти промислового енергопідприємства і цим можуть призвести до значної матеріальної шкоди та економічних втрат. З цих причин «загрози енергобезпеки» ніколи не виникають поза часом та простором, а отже, необхідно враховувати ці зміни в режимі реального часу.

Загрозами енергетичної безпеки об'єктів електроенергетичних систем є події коротко- або довготривалого характеру, які можуть дестабілізувати роботу об'єктів енергетики, обмежити або порушити енергозабезпечення, призвести до аварій та інших негативних наслідків для електроенергетичної системи.

Загрози енергетичної безпеки – це сукупність внутрішніх економічно-фінансових, соціально-політичних, техногенно-виробничих, природно-екологічних, управлінсько-правових, а також зовнішньополітичних та зовнішньоекономічних умов та факторів, що створюють небезпеку послаблення енергетичної безпеки. Визначення складу потенційно можливих загроз та формування на цій основі сценаріїв збурень для систем енергетики та паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) загалом є одним із завдань дослідження проблем енергетичної безпеки окремого промислового енергопідприємства.

У роботі автором пропонується загрози енергетичній безпеці розділити на такі класи: економіко-фінансові, техногенно-виробничі, соціально-політичні, природно-екологічні, управлінсько-правові та кібер-інформаційні загрози (рис. 1.9) [18]. Слід зазначити, що кожна загроза характеризується класифікаційними ознаками і наслідками.



Рис. 1.9. Загрози енергетичної безпеки промислового підприємства електроенергетичної системи (розробка автора)

В якості класифікаційних ознак використовуються критерії та індикатори, що характеризують сферу діяльності та показники стану енергобезпеки промислового підприємства ЕЕС. Тому загрози ЕБ промислового енергетичного підприємства запропоновано класифікувати, виходячи з критеріїв-індикаторів, класифікаційних

ознак, а також можливих наслідків загроз (дод. Б).

Економічно-фінансові загрози енергетичної безпеки зумовлені станом економічних відносин та економічної політики держави, а також дестабілізуючими факторами та диспропорціями в енергетиці виробничо-економічного характеру. Автором наведено вибір критеріїв-індикаторів для класифікаційних ознак та наслідки економічно-фінансових загроз, техногенно-виробничих загроз, природно-екологічних загроз, соціально-політичних загроз, управлінсько-правових загроз, кіберзагроз (дод. Б).

Техногенно-виробничі загрози енергетичної безпеки підприємства зумовлені виробничою діяльністю у енергетичному секторі, пов'язані з аваріями та призводять до зниження продуктивності енергетичних об'єктів, скорочення енергетичних резервів, тривалих перерв у енергопостачанні.

Крім того, небезпека техносфери для населення та навколишнього середовища, а також для самих процесів сталого та якісного паливо- та енергопостачання споживачів значною мірою обумовлена наявністю в енергетиці небезпечних виробництв та технологій. У всіх енерготехнологіях і технічних системах існує ймовірність виникнення аварій і відмов з різних причин.

Природно-екологічні загрози енергетичної безпеки зумовлені факторами та явищами, несприятливими для нормального функціонування об'єктів ЕЕС.

Кліматичні умови значною мірою накладають свої вимоги до енергетичного комплексу, систем та об'єктів енергетики. Природно-кліматичні умови дуже впливають на теплопостачання. Під час холодних зим спостерігається велика потреба у теплі. Проблема додаткового попиту може погіршитися тим, що за однією холодною зимою може бути друга, третя і т. д. У цьому випадку попит на паливо для опалювальних потреб може збільшитися на 30 ÷ 40 %.

Соціально-політичні загрози енергетичної безпеки зумовлені внутрішніми соціальними і політичними процесами, їх навіть тісно пов'язані з рівнем життя нашого суспільства та можуть загострюватися під впливом інших видів загроз.

Управлінсько-правові загрози енергетичної безпеки промислового підприємства зумовлені неефективністю державного, корпоративного та технологічного управління, неповнотою енергетичного законодавства та ведуть до неефективної енергозберігаючої політики держави.

У сучасних умовах до перелічених груп загроз необхідно додати кіберінформаційні загрози, як найбільш важливу групу загроз, зумовлених широким використанням комп'ютерних систем та Інтернету на різних рівнях управління енергетикою.

Крім того, необхідно зазначити, що різні види загроз можуть бути значною мірою взаємопов'язані одна з одною. Одні загрози можуть бути ініційовані або самі ініціювати інші загрози, часто реалізація одних (техногенно-виробничих або природно-екологічних загроз) викликає виникнення, а іноді й інших (соціально-політичних загроз).

В результаті може бути перетин різних груп загроз. Подібні інциденти загострюють економічну ситуацію і впливають на економічну та енергетичну безпеку промислового підприємства. Будь-яка з розглянутих загроз має наслідки, які також необхідно аналізувати та класифікувати для їх запобігання чи усунення за допомогою відповідних заходів.

На рис. 1.10 представлені основні характеристики роботи промислового підприємства електроенергетичної системи, на які можуть вплинути описані вище загрози при їх реалізації. Ці прояви наслідків пов'язані з різними підсистемами енергопідприємства, що розглядається, такими як виробничо-технічна, матеріально-енергетична, фінансово-економічна та кадрово-управлінська.

Систематизація загроз енергетичної безпеки промислового енергопідприємства є вихідним етапом їхньої ідентифікації, тобто визначення та вивчення потенційних параметрів локації, часу, інтенсивності виникнення конкретної загрози. Це визначається за допомогою системи показників – індикаторів енергетичної безпеки.

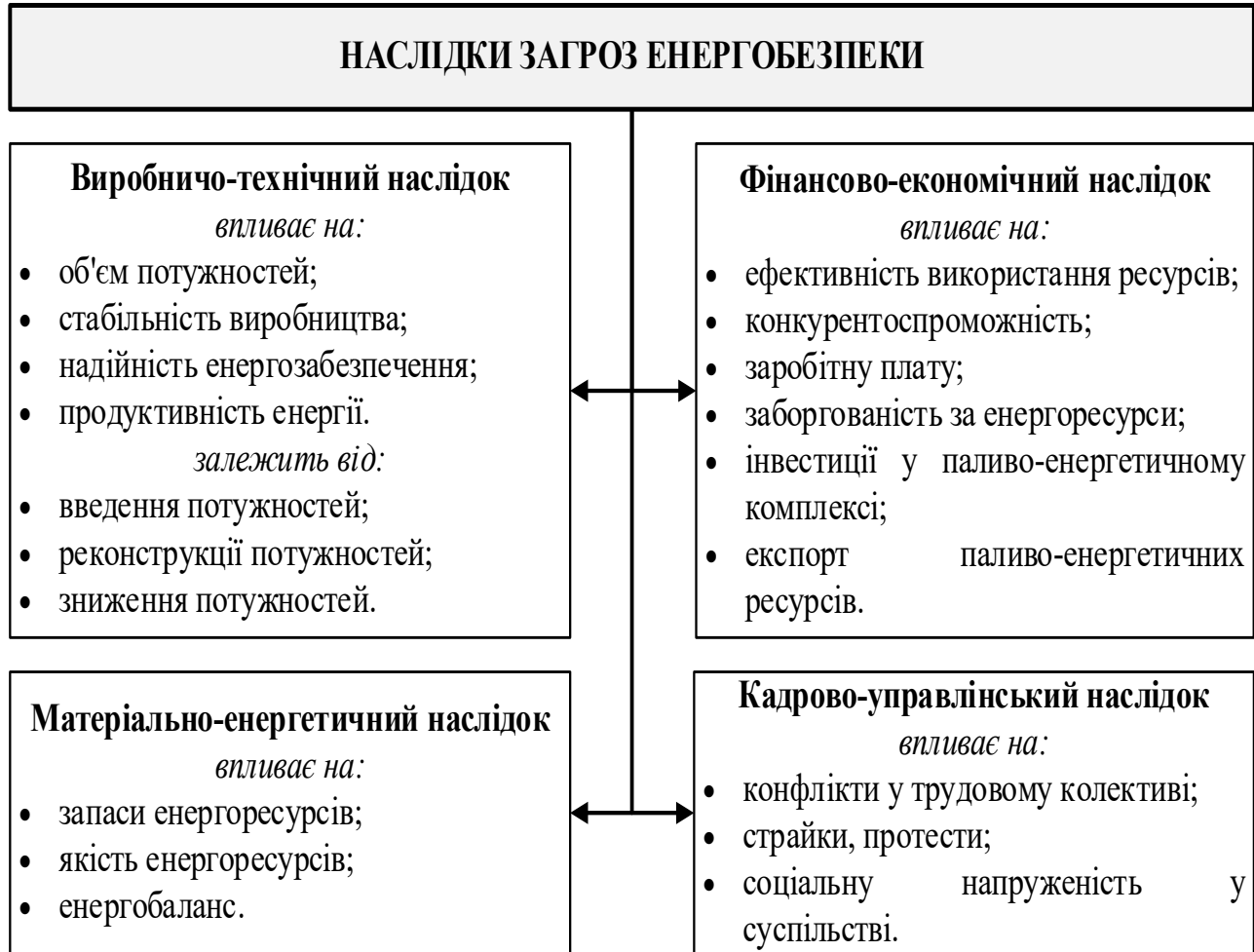


Рис. 1.10. Вплив наслідків загроз енергетичній безпеці на економічні показники промислового енергопідприємства (розробка автора)

Індикативний аналіз базується на оцінці ситуації за допомогою кількісних показників, що характеризують ступінь загроз енергетичній безпеці промислового підприємства. Обчислені індикатори порівнюються з граничними значеннями, а граничні значення поділяють ситуації залежно від рівня критичності на три основні якісні стани (рис. 1.11).

Індикатори відображають три основні групи показників, що характеризують виробничу та ресурсну забезпеченість, надійність паливо- та енергопостачання та

стану основних виробничих фондів. Цей підхід відображає також основні показники роботи промислового підприємства, які беруть участь у обчисленні індикаторів і впливають на стан енергетичної безпеки.

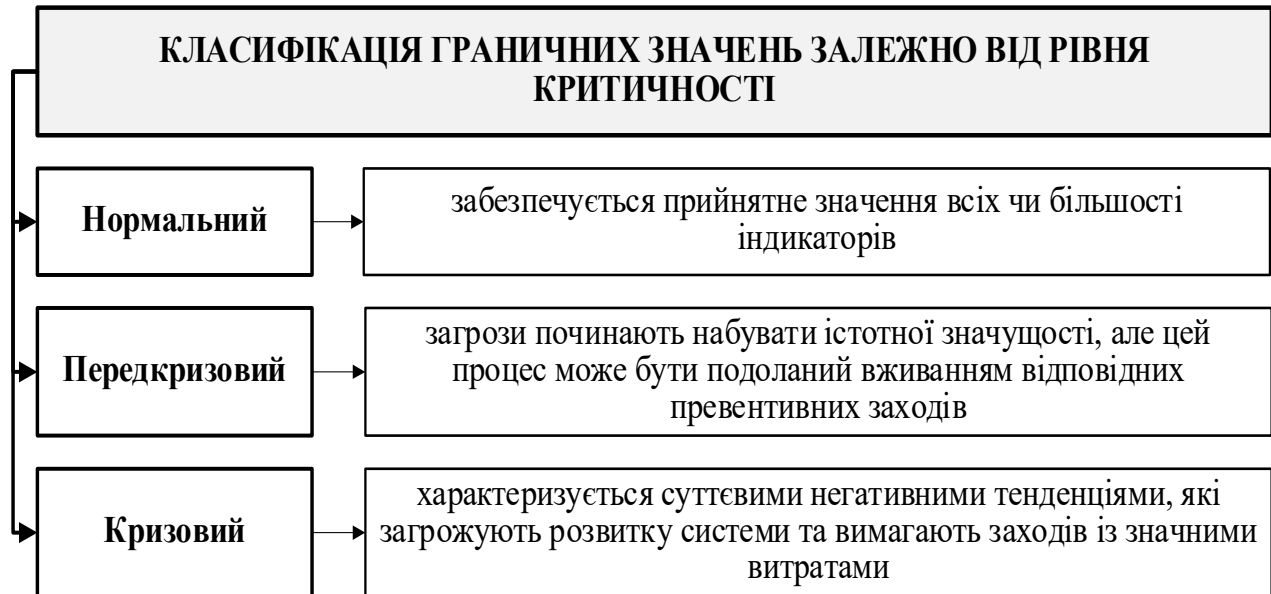


Рис. 1.11. Класифікація граничних значень залежно від рівня критичності
(розробка автора)

Таким чином, запропонована класифікація загроз енергетичної безпеки з виділенням класифікаційних ознак та наслідків загроз дозволяє прогнозувати розвиток несприятливих факторів та ситуацій, а також розраховувати при цьому величину ризику. Забезпечення енергетичної безпеки промислових підприємств електроенергетичної системи на мікрорівні економіки вимагає розробки та реалізації сучасних механізмів та інструментів, що забезпечують формування ефективної структури управління енергобезпекою. При цьому для запобігання загрозам необхідно, щоб дотримувалися такі пріоритети ЕБ об'єктів ЕЕС (рис. 1.12).

Запропонована класифікація ризиків у контексті формування організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою промислових

підприємств з виділенням класифікаційних ознак та наслідків дозволить прогнозувати розвиток несприятливих ситуацій і розраховувати при цьому величину ризику, які виникають на всіх етапах енергетичного циклу: від генерації до передачі, транспортування, розподілу та споживання енергії.



Рис. 1.12. Пріоритети енергетичної безпеки об'єктів електроенергетичної системи (розробка автора)

Це передбачає їх поділ на виробничі, фінансово-економічні та інформаційні, що сприяє детальному аналізу та оцінці їхнього впливу на енергетичну безпеку підприємств.

Такий підхід забезпечує комплексну оцінку стану енергобезпеки підприємств в умовах як внутрішніх, так і зовнішніх факторів. Ефективне управління ризиками

є критично важливим для забезпечення стабільної роботи підприємства, оскільки висока динаміка зовнішнього середовища суттєво підвищує ймовірність виникнення загроз, що можуть мати негативний вплив на виробничі процеси та обґрунтовує необхідність розробки комплексного підходу до мінімізації впливу потенційних загроз, зокрема шляхом упровадження системи раннього виявлення ризиків та оперативного реагування на них.

Одним із найважливіших факторів, який впливає на ефективність підприємства та рівень його енергетичної безпеки, є швидка адаптація до змін у зовнішньому середовищі. Це визначає актуальність розробки методичних питань щодо виходу енергопідприємств із кризових ситуацій, обумовлених, як внутрішніми, так і зовнішніми ризиками, із якими стикаються підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- і мікрорівнях економіки.

В рамках даного дослідження проведено класифікацію існуючих ризиків енергетичної безпеки підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях на основі критеріїв: стадії технологічного процесу енергетичного виробництва (генерація, передача, розподіл та споживання енергії), які залежно від джерел ризику, об'єднані у групи виробничих, фінансово-економічних та інформаційних ризиків. Основою класифікації послужили систематизовані за вищеназваними критеріями результати аналізу, одержання під час аналізу літературних джерел [41, 55, 79, 82, 89, 146, 147].

Цілий ряд сучасних досліджень науковців присвячується різним проблемам впливу ризиків на стан енергетичної безпеки підприємств.

У роботах [82, 89] аналізуються нові підходи до управління попитом на енергію як способу підвищення енергетичної безпеки і стійкості, що включає методи зменшення споживання енергії та інтеграцію відновлювальних джерел в енергетичну мережу для зниження ризиків перебоїв з постачанням. Крім того, розглядаються кібернетичні ризики, які загрожують енергетичному сектору, зокрема атаки на критичну інфраструктуру та дані. При цьому оцінюють вплив

таких загроз на безпеку підприємств і пропонує стратегії для посилення кіберзахисту.

У роботі [147] пропонується методологічний підхід до інтеграції ризиків кліматичних змін в управлінні енергетичною безпекою, що включає приклади з реального життя, які демонструють, як зміни клімату можуть вплинути на енергетичні системи і які стратегії можна застосувати для адаптації.

У роботі [41] проводиться оцінка ризиків енергетичної безпеки в умовах переходу до відновлюваних джерел енергії, а також розглядаються виклики та можливості, пов'язані з переходом на нові технології, та пропонує напрямки для подальших досліджень у цій сфері.

У роботі [79] проводиться дослідження впливу геополітичних ризиків на енергетичну безпеку у країнах, що розвиваються, а також включає аналіз політичних і економічних факторів, які можуть вплинути на стабільність постачання енергії і стратегії адаптації для країн з ринками, що розвиваються.

Огляд теоретичних та практичних аспектів стійкості в контексті енергетичної безпеки, зокрема у промислових підприємствах, розглянути у роботі [146], що включає методи і стратегії для покращення стійкості енергетичних систем до різних видів ризиків.

У роботах [61, 84] аналізуються сучасні методи оцінки ризиків енергетичної безпеки і тенденції розвитку в цій сфері та взаємодію між ринковими структурами і ризиками постачання енергії, а також розглядаються новітні підходи до моделювання і прогнозування ризиків та їх вплив на енергетичні системи для оцінки того, як різні типи ринкових структур можуть впливати на безпеку енергетичних постачань.

У роботі [94] проводиться оцінка ролі технологічних інновацій у зменшенні ризиків енергетичної безпеки, а також розглядається новітні технології, такі як розумні мережі і системи збереження енергії, які можуть покращити стійкість енергетичних систем.

В рамках аналізу останніх досліджень [57, 61, 84, 94, 110, 122, 123, 131, 142] можна відзначити, що існуючі роботи охоплюють різні аспекти енергетичної безпеки: від управління попитом на енергію та інтеграції відновлювальних джерел до кібернетичних ризиків і впливу кліматичних змін. Однак, недостатньо досліджено питання інтеграції цих аспектів у єдину систему управління ризиками, що ускладнює практичне застосування теоретичних напрацювань.

З метою удосконалення управління енергобезпекою підприємств необхідно уточнити класифікацію ризиків та запропонувати потенційні рішення для їх уникнення. Це дозволить не лише підвищити стійкість енергетичних систем до різноманітних ризиків, але й сприятиме стабільному функціонуванню енергетичних підприємств в умовах зовнішніх і внутрішніх викликів.

Незважаючи на потужні наукові дослідження, існують кілька невирішених аспектів проблеми. По-перше, недостатньо уваги приділено розробці практичних рекомендацій для управління енергетичними підприємствами в умовах невизначеності, що включає формування стратегічних напрямів діяльності з урахуванням особливостей господарського, адміністративного та нормативно-правового середовища. По-друге, існує потреба в удосконаленні класифікації ризиків, що дозволить краще адаптувати управлінські рішення до специфічних умов енергетичних підприємств.

Для вдосконалення організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств необхідно уточнити класифікації ризиків в аспекті розробки потенційних рішень для їх уникнення. Це сприятиме не тільки підвищенню стійкості енергетичних систем до різних загроз, але й забезпечить стабільну роботу енергетичних підприємств в умовах зовнішніх та внутрішніх викликів.

Виходячи з поставленої мети дослідження, можна виділити кілька ключових завдань, які слід вирішити: аналіз сучасних підходів до управління ризиками в енергетичній безпеці: розробка вдосконаленої класифікації ризиків для

енергетичних підприємств. Ці завдання спрямовані на розв'язання проблем у сфері енергетичної безпеки, покращення управління ризиками та забезпечення стійкості енергетичних систем в умовах сучасних викликів.

Методика проведення дослідження включає:

- огляд існуючих досліджень (вивчити сучасні підходи до управління ризиками в енергетичній безпеці, виявити вже існуючі методики та їхні недоліки та зібрати і проаналізувати наукові роботи, статті, звіти та інші джерела інформації, що стосуються теми дослідження);

- аналіз існуючих підходів та виявлення проблем (оцінити ефективність існуючих методик управління ризиками і виявити їхні слабкі місця та провести порівняльний аналіз методів управління ризиками, виявити їхні недоліки та обмеження, а також визначити, які аспекти енергетичної безпеки не отримали достатньої уваги);

- розробку удосконаленої класифікації ризиків (уточнити класифікацію ризиків, що стосуються енергетичних підприємств та розробити нову або вдосконалену класифікацію ризиків, яка відображає специфіку діяльності енергетичних підприємств та визначити критерії класифікації та розподілити ризики за категоріями (фінансові, технологічні, геополітичні, тощо);

- розробку практичних рекомендацій (сформулювати практичні рекомендації для управлінських рішень у контексті управління ризиками та розробити рекомендації щодо стратегічного планування, управління фінансовими та матеріально-сировинними потоками та урахувати специфіку господарського, адміністративного та нормативно-правового середовища);

- оцінку впливу ризиків на енергетичну безпеку (визначити, як різні типи ризиків впливають на енергетичну безпеку підприємств та провести аналіз впливу внутрішніх і зовнішніх ризиків на енергетичну безпеку, а також оцінити потенційні сценарії кризових ситуацій і їх наслідки).

Ця методика дозволяє систематично підходити до розв'язання проблем

енергетичної безпеки, забезпечуючи детальний аналіз існуючих підходів, розробку нових класифікацій ризиків, а також перевірку їх практичної ефективності.

Забезпечення енергетичної безпеки промислового підприємства є важливим фактором розвитку електроенергетичної системи та особливо значуще як складова її економічної безпеки на макро-, мезо- та мікрорівні економіки України [135].

Процес дослідження проблеми управління енергетичною безпекою тісно пов'язаний з попереднім визначенням та класифікацією загроз енергобезпеці та їх оцінкою за допомогою окремих показників та інтегральних індексів, де загрози згруповані в блоки енергетичної самостійності, диверсифікації видів та надійності постачання енергоресурсів, а також енергетичної ефективності їх кінцевого споживання [81].

Слід зазначити, що різні загрози є основою ризиків енергетичної безпеки [18], та з урахуванням особливостей виявлених основних ризиків пропонується класифікувати їх на ризики виробничого, фінансово-економічного та інформаційного характеру на всіх етапах енергетичного виробництва: генерації, передачі (транспортування), розподілу та споживання енергії.

Розглянемо підхід до класифікації ризиків енергобезпеки підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

З метою ефективно розробки напрямів щодо формування стратегії енергетичної безпеки підприємства пропонується розглянути загрози та ризики енергобезпеки з урахуванням їхньої значущості на всіх етапах енергетичного виробництва з оцінкою їх впливу на стійкий економічний розвиток електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

Для реалізації цієї мети була виконана класифікація існуючих ризиків енергетичної безпеки підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки України за двома критеріями: стадії енергетичного виробництва та джерела ризиків, де джерела ризиків на кожній стадії енергетичного виробництва (генерація, передача, розподіл, споживання енергії) були об'єднані

до групи (види): виробничі ризики; фінансово-економічні ризики; ризики використання інформаційних технологій (інформаційні ризики).

Слід зазначити, що різні джерела ризиків (технологічний процес, фінансово-економічна діяльність, застосування інформаційних технологій) кожної стадії енерговиробництва призводять до різних ризиків.

Аналіз наукових праць досліджень [57, 61, 84, 94, 110, 122, 123, 131, 142] дозволив автору всі ризики систематизувати з урахуванням бачення наступних основних критеріїв:

1. Ризики енергетичної безпеки підприємства електроенергетичної системи на стадії технологічного процесу «Генерація енергії». Основним етапом енергетичного виробництва є виробництво електричної та теплової енергії, шляхом перетворення її з інших видів енергії як традиційними, так і альтернативними генеруючими технічними пристроями.

У зв'язку з цим доцільно запропонувати класифікацію ризиків енергетичної безпеки підприємства за джерелами їх походження на стадії технологічного процесу «Генерація енергії» (дод. В, табл. В.1).

Це дозволяє зробити висновок, що найважливішими на стадії «Генерація енергії» для енергопідприємств більшості регіональних (обласних) енергосистем, є виробничі ризики енергобезпеки підприємства. Особливо значущими є ризик підвищеного зносу основних виробничих засобів і зниження завантаження власних генеруючих потужностей (наприклад, у зв'язку з виведенням з експлуатації ЗАЕС), де в першому випадку при збільшенні зносу вище 45% даний ризик негативно впливає на надійність поставок електричної та теплової енергії споживачам енергії, а в другому випадку можуть збільшитися питомі витрати палива на виробництво теплової та електричної енергії через неоптимальний режим роботи генеруючого обладнання. До найменш важливих виробничих ризиків можна віднести низький коефіцієнт використання встановленої потужності з енергооб'єктів на мезорівні, зважаючи на скорочення промислових споживачів електричної та теплової енергії

та створення децентралізованих джерел електро- та теплопостачання, обумовлених трансформацією української енергосистеми.

Результат аналізу значимості фінансових ризиків на даній стадії енерговиробництва показав, що цьому виду ризиків особливе значення надають підприємства електроенергетичної системи на макро- та мезорівнях, а найбільш важливими ризиками для всіх енергетичних об'єктів енергосистем є зростання вартості основних паливно-енергетичних ресурсів, які становлять 70-80% у витратах на паливо, що може призвести до підвищення тарифів для реального сектору економіки та не конкурентоспроможності енергоємних підприємств ЕЕС, а також провокувати появу виробничого ризику щодо створення споживачами власної генерації. Також до найважливіших ризиків, необхідно віднести, зниження прибутковості об'єктів ЕЕС, зважаючи на зменшення завантаження власних генеруючих потужностей (наприклад, у зв'язку з виведенням з експлуатації ЗАЕС). Незначними фінансовими ризиками визнано високі витрати на утримання допоміжних ремонтних цехів та різних об'єктів спецобладнання та механізмів.

До групи ризиків, пов'язаних із використанням інформаційних технологій, відносяться відмови та збої в роботі систем, які управляють технологічним обладнанням. Особливу значущість мають проблеми з обладнанням електростанцій, яке відповідає за генерацію та розподіл електричної енергії. Такі збої можуть призвести до недостатнього постачання енергії споживачам.

До незначних інформаційних ризиків віднесено відмови або збої в роботі об'єктів інформатизації, які безпосередньо керують технологічним обладнанням контролю шкідливих викидів в атмосферу.

Розглянемо ризики енергетичної безпеки підприємств електроенергетичної системи на стадії технологічного процесу «Передача енергії». Важливою стадією енергетичного виробництва є передача (транспортування) енергії через лінії електропередачі високої напруги. Класифікація передбачуваних ризиків енергетичної безпеки підприємства електроенергетичної системи на стадії

технологічного процесу «Передача енергії» представлена у дод. В (табл. В. 2).

Це дозволяє зробити висновок, що найбільш важливими ризиками енергобезпеки підприємства на стадії «Передача енергії» для електроенергетичної системи на макро- та мезорівнях є виробничі ризики, з яких найважливіший ризик – знос основних засобів технологічного обладнання. Для чого особливо важливим необхідно вважати додаткове електромережеве будівництво міжсистемних зв'язків на макро- та мезорівнях електроенергетичної системи.

Інформаційними ризиками високого рівня на стадії «Передача енергії» можуть бути визначені відмови або збої в роботі об'єктів інформатизації, які безпосередньо керують технологічним обладнанням підстанцій, а також у системах управління енергооб'єктами центральної диспетчерської служби. До найменш важливих інформаційних ризиків належать різноманітність використання програмних та апаратних засобів в автоматизованих системах управління технологічними процесами (АСУ ТП) енергопідприємств та автоматизованих систем контролю та обліку енергії (АСКОЕ), а також невідповідність засобів інформаційної безпеки впровадженим інформаційним управлінським рішенням.

Розглянемо ризики енергетичної безпеки підприємства електроенергетичної системи на стадії технологічного процесу «Розподіл та споживання енергії».

Значною стадією енергетичного виробництва є доведення електричної та теплової енергії до кінцевого споживача через розподільні електричні та теплові мережі із забезпеченням достовірного обліку споживаної енергії та встановлення самоокупних тарифів на електричну та теплову енергію.

Класифікація виявлених ризиків енергетичної безпеки підприємства електроенергетичної системи на стадії технологічного процесу «Розподіл та споживання енергії» представлена у дод. В (табл. В. 3).

Розглянемо результати аналізу значущості ризиків енергетичної безпеки для енергопідприємств ЕЕС на стадії технологічного процесу «Розподіл та споживання енергії». На стадії технологічного процесу «Розподіл та споживання енергії» макро-

та мезорівня, найбільш важливими виробничими ризиками енергобезпеки підприємства, є відключення, які призводять до порушення функціонування об'єктів забезпечення життєдіяльності населення (водо-, газо-, тепло-, електропостачання, водовідведення) – соціальний аспект ризику, а також ризик зносу основних засобів, який визнаний значним ризиком на попередніх етапах енерговиробництва. Відключення, що призводять до порушення функціонування об'єктів забезпечення життєдіяльності населення, можуть призвести до порушення електропостачання промислових споживачів, до значних економічних, соціальних та виробничих збитків, відсутності у населення основних житлово-комунальних послуг та, відповідно, соціальних благ.

У сучасних умовах дуже важливим ризиком необхідно вважати ризик – диверсії та терористичні акти (наприклад, захоплення російськими військами території ЗАЕС). Ризик «диверсії та терористичні акти» проявляється досить серйозно у разі його реалізації, оскільки об'єкти енергетичної галузі як базові інфраструктурні об'єкти життєдіяльності держави є пріоритетними цілями для виведення з ладу. Зниження (нівелювання) даного ризику може бути здійснено тільки за рахунок додаткового захисту даних об'єктів. До найменш важливих виробничих ризиків, необхідно віднести ризики яких відноситься: відсутність 100% покриття електронними приладами обліку споживачів; високий рівень витрат за обслуговування розподільчої мережі.

В аспекті фінансово-економічних ризиків експертів енергосистеми найбільше може турбувати дефіцит оборотних засобів та інвестицій (у тому числі зовнішніх) на модернізацію об'єктів розподільчої електромережевої інфраструктури, зниження платоспроможності споживачів у регіоні, надання значної кількості суб'єктів господарювання знижок тарифів. Відсутність впливу регіональних (обласних) енергосистем на рівень встановлених тарифів надає цьому ризику мінімального значення. До найменш важливих фінансово-економічних ризиків також віднесено високі витрати на утримання об'єктів транспорту та спецмеханізмів з відносно

низькими коефіцієнтами випуску та сезонності використання деяких груп рухомого складу та високі витрати на утримання допоміжних ремонтних цехів при моральному та фізичному старінні їх виробничих потужностей та застосовуваних технологій.

До найбільш важливих ризиків, пов'язаних із застосуванням інформаційних технологій, на стадії процесу «Розподіл та споживання енергії» в електроенергосистемі на макро- та мезорівнях віднесено відмови або збої в роботі об'єктів інформатизації, які безпосередньо керують обладнанням підстанцій. Важливими інформаційними ризиками є несанкціоновані дії та хакерські кібератаки (злом, впровадження шкідливих програм-шифрувальників і блокувань, шантаж), неякісне виконання проекту з первинної розробки алгоритму управління технологічним процесом з подальшою ув'язкою з програмно-технічним комплексом та АСКОЕ). Крім того, важливим інформаційним ризиком є недостатній рівень кваліфікації оперативного персоналу, відсутність його зацікавленості у впровадженні інформаційних технологій, які призводять до відмов, помилок та збоїв у роботі технологічного обладнання з вини оперативного персоналу (наприклад, помилка оператора АСУ ТП чи АСКОЕ у прийнятті управлінського рішення на зниження впливу чи повну ліквідацію загроз ЕБ підприємства).

Найменш важливим інформаційним ризиком на макро- та мезорівні ЕЕС потрібна цифрова залежність від технологій (особливо іноземних) та від постачальників цих інформаційних технологій (відмови в роботі технологічного обладнання у зв'язку з ненаданням постачальником програмно-технічного комплексу (ПТК) відповідних паролів для доступу до програмного забезпечення) (ПЗ), можливість віддаленого контролю та впливу на роботу технологічного обладнання, зняття даних постачальником, промислове шпигунство та ін.). Слід звернути увагу на високий рейтинг інформаційного ризику – відсутність на енергопідприємствах автоматизованого робочого місця оператора (АРМо), який

має відповідати за інформаційну складову енергобезпеки підприємства.

Таким чином, слід зазначити, що підходи щодо визначення значущості груп ризиків схожі, а оцінки значимості конкретних ризиків у групах можуть відрізнятися з урахуванням особливостей функціонування підприємств електроенергетичних систем на макро-, мезо- та мікрорівні економіки України.

Крім цього, необхідно відзначити основну особливість ризику – ризик має властивість зменшуватися зі збільшенням передбачуваності події, що ризикує, під яким розуміється та подія, від вчинення або не вчинення якої залежить відповідно успіх або невдача передбачуваного підприємства. І оскільки ризик у такому разі виражається відсотковою (або кількісною) можливістю не здійснення сприятливої події, то чим більше можливостей передбачити, чи відбудеться ця подія, тим менше значення ризику.

Ризик - це ситуація, яка пов'язана з наявністю вибору з передбачуваних альтернатив шляхом оцінки ймовірності настання події, які містить ризик, що тягне як позитивні, так і негативні наслідки. Таким чином, ризик не можна визначити як подію. Подія в цьому випадку, це умова виникнення ризикової ситуації.

Запропонована класифікація загроз та ранжування ризиків енергетичної безпеки з урахуванням їхньої значущості на всіх етапах енергетичного виробництва можуть бути використані для формування системи управління ризиками підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівні економіки України. В результаті реалізації розглянутих заходів щодо зниження негативних впливів ризиків повинна бути досягнута економічна ефективність підприємства як наслідок провадження діяльності відповідно до цілей, поставлених у стратегії його розвитку, що виражається відношенням ефекту (результату) до витрачених ресурсів на його досягнення при оптимізації вартості.

Пропонований підхід до визначення видів та факторів ризиків підприємств, їх теоретичне та практичне узагальнення, на основі якого сформовані заходи щодо їх оптимізації, можуть бути використані при прийнятті управлінських рішень.

Подальший розвиток досліджень у напрямку класифікації ризиків в рамках формування організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств полягає в розробці більш глибоких та комплексних моделей управління ризиками з урахуванням макро-, мезо- та мікрорівнів економіки. В рамках подальших досліджень необхідно уточнити та розширити класифікацію ризиків, адаптуючи її до змін у зовнішньому та внутрішньому середовищі, особливо в умовах підвищеної економічної та політичної нестабільності.

1.4. Оптимізація ризиків в системі організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств

В умовах глобальної економічної інтеграції та зростаючого впливу зовнішніх факторів на енергетичну безпеку підприємств управління ризиками стає критично важливим аспектом забезпечення стабільності та ефективності їхньої діяльності. Внутрішні та зовнішні ризики, такі як коливання глобальних енергетичних ринків, економічна політика держави, кліматичні зміни та внутрішня модернізація інфраструктури, суттєво впливають на енергетичну безпеку підприємств. Однак, існуючі підходи до управління ризиками часто не враховують всі аспекти цього складного процесу, що призводить до неадекватної оцінки та недостатнього реагування на потенційні загрози енергобезпеки підприємств.

Проблема полягає в недостатній систематизації та інтеграції методів управління ризиками на різних рівнях – макро-, мезо- та мікрорівнях, а також у відсутності комплексного підходу до збору та обробки інформації, що є основою для ефективного управління ризиками. Наявні методи управління ризиками часто не включають безперервний моніторинг у реальному часі та не забезпечують детального аналізу як якісних, так і кількісних аспектів ризиків.

Тому існує потреба в удосконаленні існуючих методів управління ризиками

енергетичної безпеки підприємств, шляхом розробки нових підходів та алгоритмів, які забезпечать комплексний аналіз та управління ризиками на всіх рівнях функціонування підприємств; в розробці та впровадженні удосконаленого алгоритму процесу управління ризиками, який включає комплексний підхід до збору та обробки інформації, а також детальний аналіз як якісних, так і кількісних аспектів ризиків. Цей підхід повинен враховувати як внутрішні, так і зовнішні фактори ризиків, а також забезпечити системну співпрацю між державою, підприємствами та науковими установами для більш ефективного прогнозування ризиків та зменшення їхнього впливу на діяльність підприємств.

Сучасні дослідження процесів управління ризиками в системі організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств підкреслюють важливість інтегрованого підходу до управління ризиками, враховуючи комплексність і динамічність сучасних енергетичних ринків. Значна увага приділяється розвитку адаптивних стратегій, які можуть швидко реагувати на зміну умов зовнішнього середовища, таких як коливання цін на енергоносії, зміни в регуляторних вимогах, та вплив кліматичних змін.

Проблему управління ризиками енергетичної безпеки підприємства у своїх наукових працях досліджували такі українські вчені, як: Лазаренко Д. [82]; Матійчук [89]; Суходоля О.М. [146, 147]; Губарева І. О. [41]; Хаустов М. М. [41]; Кривомаз Т. [79]; Гамоцький. Р. [79]; Бобро Д.Б. [146]; Сменковський А.Ю. [146]; Завгородня С.П. [146]; Жигір А. А. [55].

Публікації [41,55,79,82.89,146] рекомендують інтеграцію управлінських та технічних засобів для зменшення ризиків і підвищення стійкості підприємств, висвітлюють реальні методологічні підходи, які можуть оптимізувати ризики в системі організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств та алгоритму процесу управління ризиком на макро-, мезо- та мікрорівнях.

У цих методологічних підходах відзначається зростання використання

методів моніторингу в режиму реального часу та цифрових технологій для підвищення точності прогнозування ризиків, аналізується застосування великих даних та штучного інтелекту для оцінки та моделювання ризиків. Практичні рішення вказується на необхідність системного підходу, що включає як фінансові, так і нефінансові аспекти ризиків.

Новітні дослідження фокусуються на розробці алгоритмів, які забезпечують всебічний аналіз ризиків, включаючи якісний та кількісний аналіз та акцентують на важливості етапів збору інформації, її обробки та постійного моніторингу як критичних складових процесу управління ризиками.

Зарубіжні вчені також у своїх дослідженнях приділяють увагу процесу управління ризиками. Так у роботі [202] розглядається різні підходи до управління ризиками в енергетичному секторі, включаючи адаптивні стратегії і методи оцінки ризиків на основі великих даних і штучного інтелекту.

У роботі [256] розглядається підходи управління ризиками в енергетичному секторі, зокрема про вплив глобальних ринків і технологічних інновацій на енергетичну безпеку. Використання великих даних і штучного інтелекту для поліпшення процесів управління ризиками в енергетичному секторі, досліджується у роботі [247],

Розробка алгоритмів для управління ризиками в енергетичному секторі, включаючи якісний і кількісний аналіз ризиків, розглядається у роботі [242].

У роботі [229] проведено огляд новітніх інновацій у створенні ефективних алгоритмів для управління ризиками, зокрема використання технологій блокчейн і штучного інтелекту. У роботі [206], розглядається дослідження методів реального моніторингу і управління ризиками, що дозволяють своєчасно реагувати на зміни в енергетичному середовищі.

Роботи [202, 206, 229, 242, 247, 256] надають загальне уявлення про сучасний стан досліджень у процесі управління ризиками в енергетичній безпеці та алгоритмів управління ризиками.

Таким чином, останні дослідження показують значний прогрес у розвитку методів управління ризиками в енергетичній безпеці, зокрема в аспекті інтеграції нових технологій і системного підходу. Розробка ефективних алгоритмів, що включають всебічний аналіз процесів управління ризиками та постійний моніторинг, є критично важливою для управління ризиками в системі організаційно-економічного забезпечення управління енергетичної безпекою підприємств та алгоритму процесу управління ризиком. Інноваційні технології та методи прогнозування стають невід'ємною частиною сучасного процесу управління ризиками.

Розробка і впровадження удосконаленого алгоритму процесу управління ризиками в організаційно-економічне забезпечення управління енергетичної безпекою підприємств забезпечить комплексний підхід до збору, обробки і аналізу інформації з урахуванням як якісних, так і кількісних аспектів ризиків.

Основні завдання в означеному контексті дослідження:

- аналіз існуючих методів управління ризиками в контексті організаційно-економічного забезпечення управління енергетичної безпекою підприємств, з акцентом на інтеграцію внутрішніх і зовнішніх факторів ризиків;
- розробка удосконаленого алгоритму процесу управління ризиками, що включає безперервний моніторинг у реальному часі, систематизацію і інтеграцію підходів до аналізу ризиків, а також врахування специфічних умов функціонування підприємств на макро-, мезо- та мікрорівнях.

Процес управління ризиком доцільно розглядати тільки в системі відносин між суб'єктами та об'єктами управління ризиком, тобто у певній системі. Процес управління ризиками є складним механізмом впливу керуючої системи на керовану з метою отримання бажаного результату (наприклад, нормальний рівень енергобезпеки підприємства).

Процес управління ризиками складається з двох частин: керована частина процесу (об'єкт управління); частина процесу, що управляє (суб'єкт управління). У

процесі управління ризиком об'єктом управління є: ризик; ризикові вкладення капіталу; економічні відносини між господарюючими підрозділами у реалізації ризику.

У процесі управління ризиком суб'єктом управління є спеціальна група людей (підприємець, керівник, фінансовий менеджер, менеджер з ризику та ін.), яка за допомогою різних прийомів та способів управління здійснює цілеспрямований вплив на об'єкт управління.

Слід зазначити, що з погляду дослідження операцій, під поняттям «процес управління ризиком», перш за все, йдеться про процес підтримки прийняття рішення того чи іншого суб'єкта, головне завдання якої максимально знизити невизначеність (ентропію), що має місце при прийнятті рішень суб'єктом. Таке трактування процесу управління ризиком розкриває його призначення, а саме включає не тільки процес прийняття рішень, а також передбачає проведення моніторингу ризикових позицій, їх страхування (хеджування), порядок взаємодії об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії в процесі контролю над прийнятими ризиками [30].

При аналізі процесу управління ризиками доцільно використовувати, як основний методологічний інструмент: системний підхід, який є всебічним підходом, який фокусує увагу, як на підприємстві та її об'єктах, так і у навколишньому середовищі. Центральним поняттям системного підходу є поняття «система», яке відображає тезу про те, що різні елементи, поєднуючись, набувають нової якості, яка відсутня у кожного з них окремо. Нова якість виникає завдяки наявності зв'язків у системі, які здійснюють перенесення властивостей кожного елемента системи до решти елементів системи. Такі зв'язки називаються інтегральними чи системними. Ефективність функціонування системного підходу до управління ризиком, визначається ефективною взаємодією між частинами процесу управління ризиками [114].

Таким чином, процес управління ризиками є сукупністю взаємопов'язаних та

взаємозалежних елементів, кінцевою метою існування яких є мінімізація ризиків енергобезпеки підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівні економіки. Звідки випливає, що процес управління ризиком, можна охарактеризувати як сукупність методів, прийомів і заходів, які дозволяють певною мірою прогнозувати настання ризикових подій і вживати заходів до виключення або зниження негативних наслідків настання таких подій.

При цьому на процес управління ризиком впливають як внутрішні, так і зовнішні фактори у вигляді загроз енергобезпеці підприємства. Системний підхід наказує шукати витoki проблем, що виникають у роботі, насамперед, у зовнішньому середовищі.

Зовнішніми факторами процесу управління ризиком є такі: нормативна база у сфері регулювання ризику (нормативи, методики, рекомендації, стандарти бухгалтерського обліку тощо); макроекономічні чинники; зарубіжний досвід керування ризиком.

Найбільш характерними рисами зовнішнього середовища є динамічність, різноманіття та інтегрованість. Динамічність передбачає швидку мінливість середовища. Завдання – створювати адаптивне управління ризиком, які не опираються на зміни зовнішнього середовища, а змінюються разом із ним. Наступна характерна риса зовнішнього середовища – різноманіття. Сучасне промислове підприємство взаємодіє з великою кількістю різних об'єктів: банком, органами влади, конкурентами тощо. Все це різноманіття посилюється ще й тим, що всі об'єкти пов'язані між собою безліччю ниток – економічних, інформаційних, політичних, адміністративних, які постійно впливають один на одного, тобто зовнішнє середовище інтегроване. Отже, зміна взаємодії підприємства з будь-яким із цих об'єктів, тягне за собою зміну відносин і з іншими підприємствами.

Для побудови моделі процесу управління ризиками необхідно розробити структуровану та деталізовану модель, яка включає всі ключові елементи управління ризиками, а також враховує аспект організаційно-економічного

забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства.

Мета побудови моделі полягає у забезпеченні комплексного управління ризиками для захисту енергетичної безпеки підприємства, а також оптимізації використання ресурсів та підвищення стійкості до можливих загроз.

Процес управління ризиком доцільно розглядати тільки в системі відносин між суб'єктами та об'єктами управління ризиком, тобто у певній системі. Процес управління ризиками є складним механізмом впливу керуючої системи на керовану з метою отримання бажаного результату (наприклад, нормальний рівень енергобезпеки підприємства).

У процесі управління ризиком об'єктом управління є: ризик, ризикові вкладення капіталу, економічні відносини між господарюючими підрозділами у реалізації ризику, а суб'єктом виступає спеціальна група людей (підприємець, керівник, фінансовий менеджер, менеджер з ризику та ін.), яка за допомогою різних прийомів та способів управління здійснює цілеспрямований вплив на об'єкт управління.

Ефективність функціонування системного підходу до управління ризиком, визначається ефективною взаємодією між частинами процесу управління ризиками.

Процес управління ризиками є сукупністю взаємопов'язаних та взаємозалежних елементів, кінцевою метою існування яких є мінімізація ризиків енергобезпеки підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівні економіки. Звідки випливає, що процес управління ризиком, можна охарактеризувати як сукупність методів, прийомів і заходів, які дозволяють певною мірою прогнозувати настання ризикових подій і вживати заходів до виключення або зниження негативних наслідків настання таких подій. На процес управління ризиком впливають як внутрішні, так і зовнішні фактори у вигляді загроз енергобезпеці підприємства.

Зовнішніми факторами процесу управління ризиком є такі: нормативна база у сфері регулювання ризику (нормативи, методики, рекомендації, стандарти

бухгалтерського обліку тощо); макроекономічні чинники; зарубіжний досвід керування ризиком. Найбільш характерними рисами зовнішнього середовища є динамічність, різноманіття та інтегрованість. Динамічність передбачає швидку мінливість середовища. Завдання – створювати адаптивне управління ризиком, яке не опирається на зміни зовнішнього середовища, а змінюється разом із ним.

Наступна характерна риса зовнішнього середовища – різноманіття. Сучасне промислове підприємство взаємодіє з великою кількістю різних об'єктів: банком, органами влади, конкурентами тощо.

Все це різноманіття посилюється ще й тим, що всі об'єкти пов'язані між собою безліччю ниток – економічних, інформаційних, політичних, адміністративних, які постійно впливають один на одного, тобто зовнішнє середовище інтегроване. Отже, зміна взаємодії підприємства з будь-яким із цих об'єктів, тягне за собою зміну відносин і з іншими підприємствами.

Розглянемо етапи побудови моделі процесу управління ризиками (рис. 1.13). Ця модель забезпечує системний підхід до управління ризиками, інтегруючи організаційні та економічні аспекти, а також технології моніторингу та аналізу даних для підвищення енергетичної безпеки підприємства.

Внутрішні фактори процесу управління ризиком включають: специфіку діяльності підприємства, його стратегію та тактику; організаційну структуру; кваліфікацію оперативного персоналу. Основними рисами внутрішнього середовища є: прагнення виживання; постійна зміна, розвиток, спрямований на пристосування до зовнішнього середовища; вдосконалення, наявність цілісності, єдиного призначення всім елементів процесу управління ризиками.

Як процес управління, управління ризиком передбачає здійснення низки процесів та дій, які є елементами процесу управління ризиком. До них можна віднести: ідентифікацію та локалізацію ризику; аналіз та оцінку ризику; способи мінімізації та запобігання ризику; моніторинг ризикових позицій.

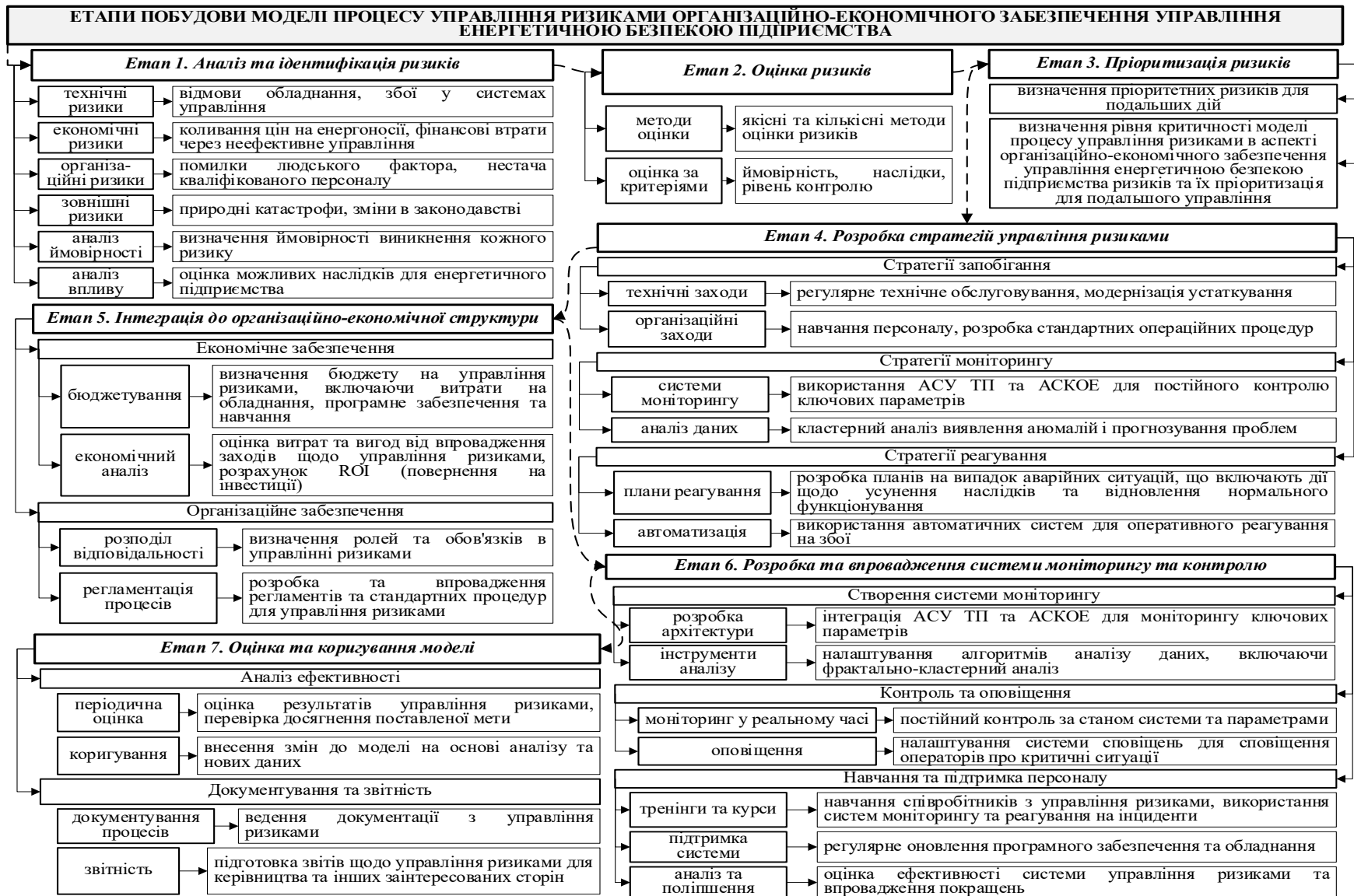


Рис. 1.13. Етапи побудови моделі процесу управління ризиками організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства (розробка автора)

Процес управління ризиком можна спрощено подати у вигляді наступної блок-схеми алгоритму (рис. 1.14), що є економічно доцільним та необхідним в аспекті формування організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. Слід зазначити, що збирання та обробка інформації є важливим етапом процесу управління ризиком незалежно від його конкретного змісту. У процесі управління ризиком до повноти та якості інформації пред'являються особливі вимоги, оскільки відсутність повної інформації є одним із суттєвих факторів ризику, і прийняття рішення в умовах неповної інформації служить джерелом додаткових фінансово-економічних втрат. Для спрощення блок-схеми, збір та обробка первинної інформації про зовнішні та внутрішні загрози, що породжують ризики, за аспектами ризику представлені як перший етап. На цьому етапі проводиться безперервний моніторинг в автоматизованому режимі реального часу протягом усього процесу прийняття рішення. У міру переходу від одного етапу до іншого при необхідності може уточнювати потребу у додатковій інформації, здійснюватися її збір та обробка.

Особливу роль відіграє інформація у процесі якісного та кількісного аналізу ризику. Розглянемо підходи до аналізу процесу управління ризиком та його застосування для забезпечення управління енергобезпекою підприємства. Аналіз ризику може включати безліч підходів, пов'язаних з визначенням, оцінкою, контролем і управлінням ризиком. Іншими словами, аналіз ризику має бути пов'язаний з розумінням того, що може статися і що за ним буде.

Мета аналізу ризику - це надання необхідних відомостей для прийняття управлінських рішень щодо доцільності тих чи інших дій залежно від виявлених зовнішніх та внутрішніх загроз.

Процес аналізу ризиків полягає в реалізації процедури виявлення факторів ризиків та оцінки їхньої значущості, по суті, аналіз ймовірності того, що відбудуться певні небажані події, які негативно вплинуть на досягнення цілей забезпечення допустимого рівня енергобезпеки підприємства.

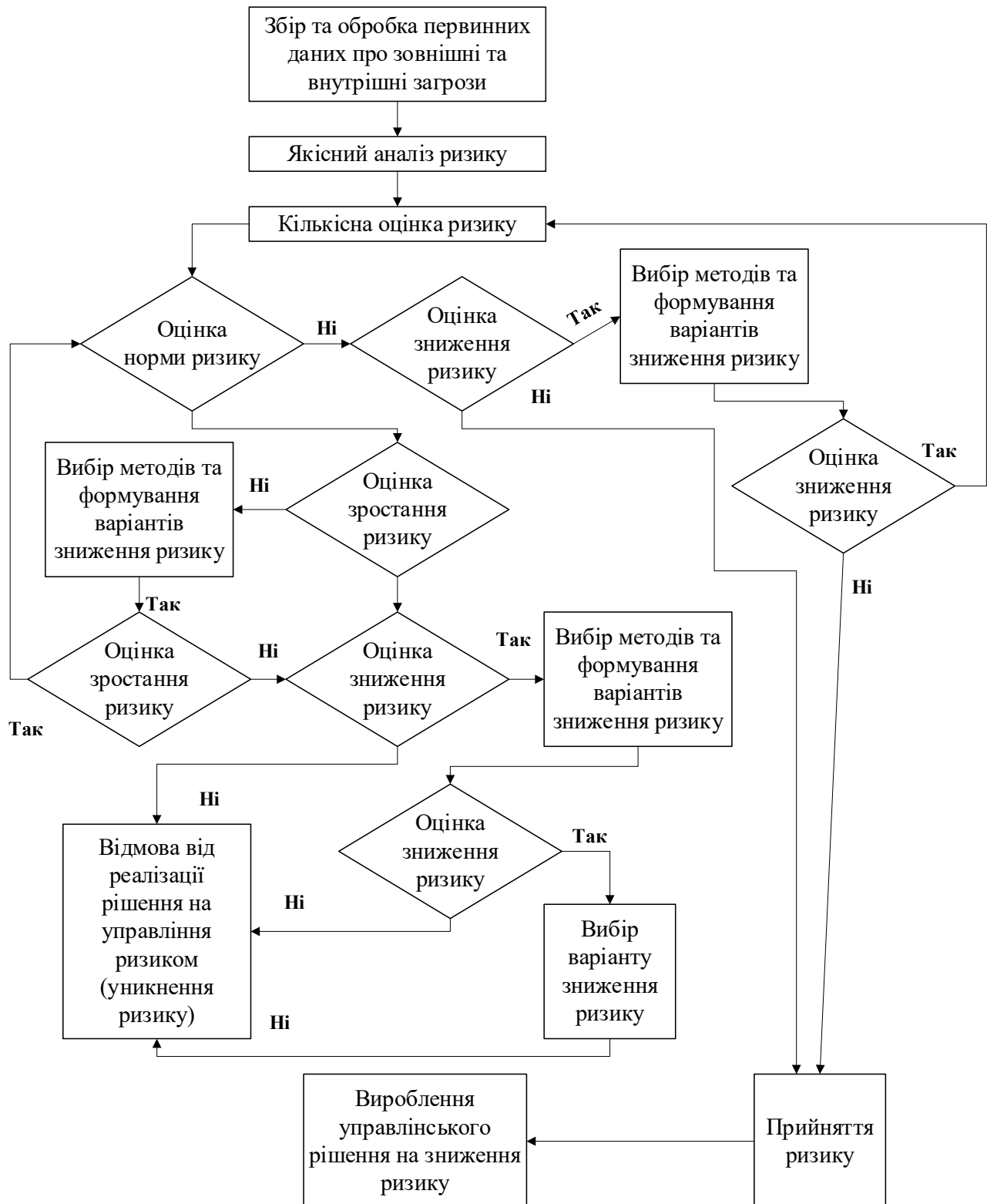


Рис. 1.14. Алгоритм процесу управління ризиком в аспекті формування організаційно-економічного забезпечення управління енергетичної безпеки підприємства (розробка автора)

Аналіз ризиків включає оцінку ризиків, методи зниження ризиків або зменшення пов'язаних з ним несприятливих наслідків, які спричинені зовнішніми та внутрішніми загрозами. На першому етапі проводиться виявлення відповідних негативних факторів у вигляді зовнішніх та внутрішніх загроз ЕБ та оцінка їхньої значущості. Призначення аналізу ризиків, це дати необхідні первинні дані для прийняття рішень щодо доцільності участі в процесі управління ризиками та вироблення заходів щодо захисту від можливої матеріальної шкоди та фінансово-економічних втрат.

Аналіз ризиків можна поділити на два взаємодоповнюючих один одного виду: якісний та кількісний. Якісний аналіз має на меті визначити (ідентифікувати) фактори, галузі та види ризиків. Кількісний аналіз ризиків має дати можливість чисельно визначити розміри окремих ризиків та ризику ЕБ підприємства загалом.

Оцінка ризиків – це визначення кількісним чи якісним способом величини (ступеня) ризиків. Слід розрізняти якісну та кількісну оцінку ризику виробничої діяльності енергопідприємства.

Якісна оцінка може бути порівняно проста, її головне завдання – визначити можливі види ризиків, а також фактори, що впливають на рівень ризиків під час виконання певного виду виробничої діяльності енергопідприємства.

Кількісна оцінка ризиків визначається через: ймовірність того, що отриманий результат виявиться меншим за необхідне значення (намічене, плановане, прогнозоване); добуток очікуваної шкоди на ймовірність того, що ця шкода відбудеться.

Ступінь ризику – це ймовірність настання ризикової події. Чим більша невизначеність господарської ситуації при ухваленні рішення, тим більший і рівень ризику. Чинники, що впливають на величину ступеня ризику, можна розділити на об'єктивні і суб'єктивні.

До об'єктивних чинників відносяться чинники, що у зовнішньому середовищі підприємства, тобто незалежні безпосередньо від діяльності енергопідприємства

(політичні та економічні, екологічні кризи, митна, податкова, бюджетна політики держави).

Суб'єктивні чинники пов'язані безпосередньо з внутрішнім середовищем фірми та характеризують її діяльність: рівень продуктивності праці, рівень технічного та технологічного оснащення, виробничий потенціал, система управління, організація праці, маркетингова, цінова, інвестиційна політики підприємства.

Функціонуванню та розвитку багатьох економічних процесів притаманні елементи невизначеності (ентропії). Це зумовлює появу ситуацій, які не мають однозначного результату. Поняття «ситуація ризику» можна визначити, як поєднання, сукупність різних обставин та умов, що створюють певну обстановку для того чи іншого виду діяльності енергопідприємства. Якщо існує можливість кількісно і якісно визначити ступінь ймовірності того чи іншого варіанту, то це і буде ситуація ризику.

Ситуацію ризику супроводжують три умови: наявність невизначеності (ентропії); необхідність вибору альтернативи (зокрема відмова від вибору); можливість оцінити ймовірність здійснення обраних альтернатив.

Ситуацію ризику слід відрізнити від ситуації невизначеності (ентропії), яка характеризується тим, що ймовірність настання результатів рішень чи подій у принципі не встановлюється.

Ситуацію ж ризику можна охарактеризувати як різновид невизначеності, коли настання подій імовірно може бути визначено, тобто об'єктивно існує можливість оцінити ймовірність подій, які, ймовірно, виникають в результаті здійснення господарської діяльності енергопідприємства. Прагнучі зняти ризиковану ситуацію, суб'єкт робить вибір та прагне реалізувати його. Тим самим ризик постає моделлю зняття суб'єктом невизначеності, способом практичного вирішення протиріччя за неясного (альтернативного) розвитку протилежних тенденцій у конкретних обставинах. Розуміння того, що суб'єкт зіткнувся з

«ситуацією ризику» і він має вибрати кілька альтернативних варіантів поведінки, називається «усвідомленням ризику». Крім того, при розгляді сутності ризику треба враховувати, що це поняття включає не тільки наявність ризикової ситуації та її усвідомлення, а й прийняття рішення, зробленого на основі кількісного та якісного аналізу ризику.

Отже, ризик як ситуація, що з наявністю вибору з передбачуваних альтернатив, має важливу властивість – ймовірність. Ймовірність – математична ознака, що означає можливість розрахувати частоту настання події за наявності достатньої кількості статистичних даних. Ось чому ризик не можна визначати через ймовірність (ймовірність – ознака ризику) і тим більше невизначеність (відсутню можливість визначити ймовірність результату події).

Отже, доцільно відзначити, що актуальним є удосконалення науково-практичних підходів до процесу управління ризиками енергетичної безпеки підприємств, розробка комплексного алгоритму управління ризиками енергетичної безпеки підприємств, що включає інтеграцію безперервного моніторингу інформації як якісних, так і кількісних аспектів ризиків та її постійного уточнення протягом процесу прийняття рішень, враховуючи як внутрішні, так і зовнішні чинники.

Методологія дослідження включає комплексний підхід з використанням системного та порівняльного методів. Підкреслюється важливість використання інноваційних підходів, таких як цифровізація управлінських процесів та впровадження сучасних технологій. Особливу увагу приділено систематизації підходів на різних рівнях (макро-, мезо- та мікрорівнях) для забезпечення стабільного стану енергетичної безпеки підприємств. Такий підхід дозволяє у оперативному режимі реального часу, оцінювати ризики та їх потенційний вплив.

Практична значущість алгоритму процесу управління ризиками енергетичної безпеки полягає в тому, що цей алгоритм управління ризиками дозволить підприємствам не лише реагувати на кризові ситуації, але й передбачати їх,

знижуючи потенційні фінансові та економічні втрати.

Крім того, процес управління ризиками має враховувати постійний моніторинг ризикових позицій у реальному часі з акцентом на збирання та обробку інформації. Це є необхідним для прийняття своєчасних управлінських рішень щодо адаптації до динамічних змін зовнішнього середовища. Моніторинг і аналіз ризиків на всіх рівнях економіки — макро-, мезо- та мікро — дозволяє знизити невизначеність і забезпечити енергетичну безпеку підприємства.

Для ефективного управління ризиками необхідно проводити якісний та кількісний аналіз ризиків. Якісний аналіз дозволяє ідентифікувати основні ризикові фактори, а кількісний дає змогу оцінити ступінь їх впливу. Такий підхід забезпечує комплексну оцінку ризиків, яка включає імовірність настання ризикових подій та очікувані фінансові втрати. У сукупності ці фактори підкреслюють важливість системного та інтегрованого підходу до управління ризиками на енергопідприємствах для забезпечення стабільної та ефективної роботи, навіть у мінливих зовнішніх умовах.

Таким чином, необхідно розробляти та використовувати сучасні аналітичні інструменти і механізми для покращення процесу управління ризиками в енергетичній безпеці підприємств з особливим акцентом на інноваційні методи збору, аналізу інформації та прогнозування ризиків.

Запропонована класифікація загроз і ранжування ризиків енергобезпеки з урахуванням їхньої значущості на всіх етапах енергетичного виробництва можуть бути використані для формування системи управління ризиками підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки України. Пропонований підхід до визначення видів та факторів ризиків підприємств, їх теоретичне та практичне узагальнення, на основі якого сформовано заходи щодо їх компенсації, можуть бути використані при прийнятті управлінських рішень.

Подальший розвиток досліджень у напрямку класифікації ризиків для організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою

підприємств полягає в розробці більш глибоких і комплексних моделей управління ризиками з урахуванням макро-, мезо- та мікрорівнів економіки.

У рамках подальших досліджень необхідно уточнити та розширити класифікацію ризиків, адаптуючи її до змін у зовнішньому та внутрішньому середовищі, особливо в умовах підвищеної економічної та політичної нестабільності. У результаті реалізації розглянутих заходів щодо зниження негативних впливів ризиків має бути досягнута економічна ефективність підприємства як результат провадження діяльності відповідно до цілей, поставлених у стратегії його розвитку, що виражається відношенням ефекту (результату) до витрачених ресурсів на його досягнення за оптимізації вартості.

Методологія дослідження ґрунтується на комплексному підході, що включає використання низки методів для забезпечення об'єктивності та достовірності результатів. Метод абстракції застосовано для формулювання поняття «управління ризиками» у контексті організаційно-економічного забезпечення управління енергетичної безпеки підприємств.

Методологія дослідження також ґрунтується на інтегрованому підході, що відповідає актуальним викликам енергетичної безпеки підприємств в умовах впливу зовнішніх і внутрішніх загроз. Для забезпечення достовірності та об'єктивності результатів дослідження використано поєднання кількісних та якісних методів аналізу ризиків. Такий методологічний підхід враховує потребу в інтеграції та систематизації різнорівневих стратегій управління ризиками, включаючи макро-, мезо- та мікрорівні. Це дозволяє формувати ефективні організаційно-економічні механізми забезпечення управління енергобезпекою підприємства в умовах ентропії

Результати дослідження процесу управління ризиками в системі організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств ґрунтуються на розробленому алгоритмі означеного процесу, що дозволило виявити значні відмінності в підходах до управління ризиками, які

зумовлені рівнем інтеграції підприємства у залежності від зовнішніх енергоресурсів та рівнем їх економічної стійкості. Згідно з алгоритмом, управління ризиками є складним багатофакторним процесом, що вимагає комплексного аналізу та безперервного моніторингу внутрішніх і зовнішніх загроз для підвищення рівня енергетичної безпеки підприємств і мінімізації потенційних ризиків.

Цей алгоритм інтегрує системний підхід до збору, обробки та безперервного моніторингу інформації у реальному часі, що дозволяє підвищити оперативність прогнозування ризиків та ефективність прийняття управлінських рішень. Запропонований підхід включає детальний порівняльний аналіз методів управління ризиками на макро-, мезо- та мікрорівнях з урахуванням специфічних умов кожного рівня, що дозволяє оцінювати потенційні загрози та ступінь їхнього впливу на процес управління ризиками енергетичної безпеки підприємства.

В практичному аспекті впровадження алгоритму в рамках формування організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою дозволить підприємствам не просто реагувати на кризові ситуації, але й передбачати їх. Важливим є впровадження системного підходу, який включає постійний збір та аналіз інформації, завдяки безперервному моніторингу та обробці даних у реальному часі, що дозволяє підприємствам оцінювати як внутрішні, так і зовнішні фактори ризиків.

Висновки до розділу 1

Результатом виконаних досліджень у першому розділу дисертаційній роботі є вирішення актуального завдання, що полягає в поглибленні теоретичного базису шляхом уточнення теоретико-методичних положень та розробленні практичних рекомендацій, спрямованих на удосконалення організаційно-економічного

забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії.

У сучасних мінливих умовах організаційно-економічне забезпечення управління енергетичною безпекою є ключовим елементом стабільного функціонування та сталого розвитку підприємств.

Аналіз теоретичних підходів до визначення складових організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств підтвердив багатогранність і комплексність цієї проблематики. Інтеграція зазначених складових сприяє ефективній адаптації підприємств до динамічних змін зовнішнього середовища та мінімізації ризиків енергетичної залежності.

Обґрунтовано, що гармонійне поєднання організаційних та економічних механізмів у системі управління енергетичною безпекою є важливими. Показано, що організаційне забезпечення створює структурну упорядкованість і сприяє координації діяльності, тоді як економічне забезпечення формує фінансову основу для реалізації заходів з енергетичної безпеки. Таке поєднання є базою для впровадження сучасних управлінських підходів, що враховують інноваційні технології та методи енергоефективності.

Розвинуто понятійний апарат, що дозволяє глибше зрозуміти та визначити економічну сутність організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств як економічної системи. Завдяки уточненню та встановленню логічних зв'язків між основними поняттями, таким як «організаційне забезпечення», «економічне забезпечення», «управління», «енергетична безпека», а також «управління енергетичною безпекою», було сформовано теоретичний базис, що забезпечує наукову обґрунтованість і доказовість дослідження, а також дозволяє комплексно вирішувати питання управління енергетичною безпекою підприємств в умовах нестабільності.

Обґрунтовано, що застосування системно-кластерного підходу для управління енергетичною безпекою підприємства дає змогу покращити ефективність управління, сприяє оптимізації внутрішніх процесів і підвищенню рівня безпеки.

Такий підхід дозволяє інтегрувати кластерні характеристики для удосконалення елементів системи управління та адаптації до змінних умов зовнішнього і внутрішнього середовища. Системно-кластерний підхід є особливо важливим для великих енергетичних підприємств, оскільки він допомагає зберегти стабільність і стійкість у їх організаційно-економічних механізмах.

Доведено, що системно-кластерний підхід дозволяє комплексно вирішувати завдання управління енергетичною безпекою на об'єктах генерації, передачі, розподілу та споживання енергії. Впровадження системно-кластерного підходу та використання інноваційних методів управління ризиками є ключовими для забезпечення стійкої та ефективної енергетичної безпеки підприємств на всіх рівнях економіки. Ця класифікація загроз енергетичної безпеки дозволяє прогнозувати та оцінювати ризики, ефективно планувати заходи щодо їх мінімізації. Для забезпечення енергетичної безпеки підприємств важливо враховувати пріоритети, такі як ефективне використання енергетичних ресурсів, фінансову стійкість і зниження екологічного впливу.

У результаті дослідження розроблено теоретико-прикладні основи системно-кластерного підходу до побудови конфігурації управління енергетичною безпекою підприємств. Цей підхід, що розглядає енергетичну безпеку як фрактально-кластерний об'єкт на різних рівнях економіки (макро-, мезо- та мікрорівнях), базується на комплексному поєднанні організаційних та економічних складових, що створюють єдину систему управлінського процесу.

Обґрунтовано, що для ефективного управління ризиками необхідно здійснювати безперервний моніторинг і аналіз ризиків на всіх рівнях, що дозволяє оперативно приймати рішення та адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі. Для удосконалення процесу управління ризиками важливо застосовувати інноваційні методи, такі як цифровізація управлінських процесів та новітні технології збору і аналізу інформації, що дозволить створити ефективну систему моніторингу та прогнозування ризиків для забезпечення стабільності енергетичної

безпеки підприємства в умовах динамічних змін. Запропонований алгоритм управління ризиками дозволяє підприємствам не лише реагувати на кризові ситуації, а й прогнозувати їх, що знижує фінансові та економічні втрати.

Доведено, що використання запропонованого підходу дозволяє формалізувати взаємозв'язок внутрішньої структури кластерної геометрії, сприяє досягненню мультиплікативного ефекту, що забезпечує ефективні керуючі впливи для досягнення економічного ефекту і підтримки високої готовності енергосистем до подолання загроз їх стабільному та стійкому функціонуванню в умовах змінного та нестабільного середовища.

Основні наукові положення, які подано у даному розділі роботи, відображено в наукових працях автора за списком використаної літератури [18, 19, 21, 27-33, 112, 114, 185].

РОЗДІЛ 2

АНАЛІТИЧНО-ДІАГНОСТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ

2.1. Ентропія як міра невизначеності стану енергетичних ресурсів для оцінки енергетичної безпеки підприємств

У сучасному світі питання управління енергетичною безпекою підприємств стає дедалі важливішим в умовах глобальних змін клімату, політичної нестабільності та зростаючого попиту на енергетичні ресурси, особливо в умовах воєнного стану. Ентропія, як показник хаосу та невизначеності в електроенергетичних системах на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки, може мати суттєвий вплив на управління енергетичною безпекою підприємств.

Актуальність дослідження впливу ентропії на управління енергетичною безпекою підприємств зумовлена комплексністю сучасних підприємств електроенергетичних систем, які функціонують у контексті екологічних, економічних і соціально-політичних викликів в умовах воєнного стану. Ентропія, що відображає рівень хаосу та невизначеності, виявляється критично важливим фактором, що впливає на здатність підприємств адаптуватися до динамічних умов воєнного стану.

З теоретичної точки зору дослідження означеної проблематики сприяє розширенню знань у галузі управління ризиками та стійкості енергопідприємств, формуючи нові підходи до моделювання управлінських стратегій відносно енергетичної безпеки. З практичної точки зору усвідомлення впливу ентропії дозволяє енергопідприємствам оптимізувати управлінські рішення, прогнозувати потенційні загрози та зменшувати негативні наслідки зовнішніх і внутрішніх ризиків [116].

Таким чином, наукові дослідження за даною тематикою, яка присвячена впливу ентропії на управління енергетичною безпекою підприємств, є надзвичайно актуальними і потребують детального дослідження з огляду на її багатогранність та важливість для практичного значення сталого розвитку підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

Управління енергетичною безпекою підприємств є складним завданням, і врахування ентропії в цьому контексті супроводжується кількома проблемами (рис. 2.1). Проведено аналіз публікацій щодо дослідження визначення та розрахування показників ентропії складних об'єктів. У роботі [183] запропоновані вдосконалені алгоритми для моделей розрахунку типової ентропії, однак покращення обчислювального часу для розрахунку показників ентропії не було досягнуто. У роботі [199] запропоновані нові підходи до визначення ентропії на основі стохастичного моделювання, однак як недолік зазначається врахування лише середніх значень показників ентропії. У роботі [194] пропонується вимірювання ентропії проводити кількома методами з подальшим порівнянням отриманих результатів. Недоліком є складність обчислень показників ентропії та їхнє усереднення. У роботі [197] додатково розглянуто методи для обчислення конфігураційної ентропії у складних структурах, однак не використовуються всі рівні ентропії.

У роботі [177] розглянуто числове моделювання ентропії. Недоліком є те, що моделюються лише загальні показники ентропії. У роботі [196] запропоновано програмне забезпечення для кодування та декодування ентропії. Це ускладнює ідентифікацію показників ентропії. У роботах [207, 251] проведено дослідження ентропії від часу у складних нелінійних системах. Недоліком є складна залежність показників ентропії від часу. У роботі [245] показано застосування ентропійних методів для дослідження екологічних систем. Існують великі труднощі в розрахунках показників ентропії залежно від показників екологічної системи.

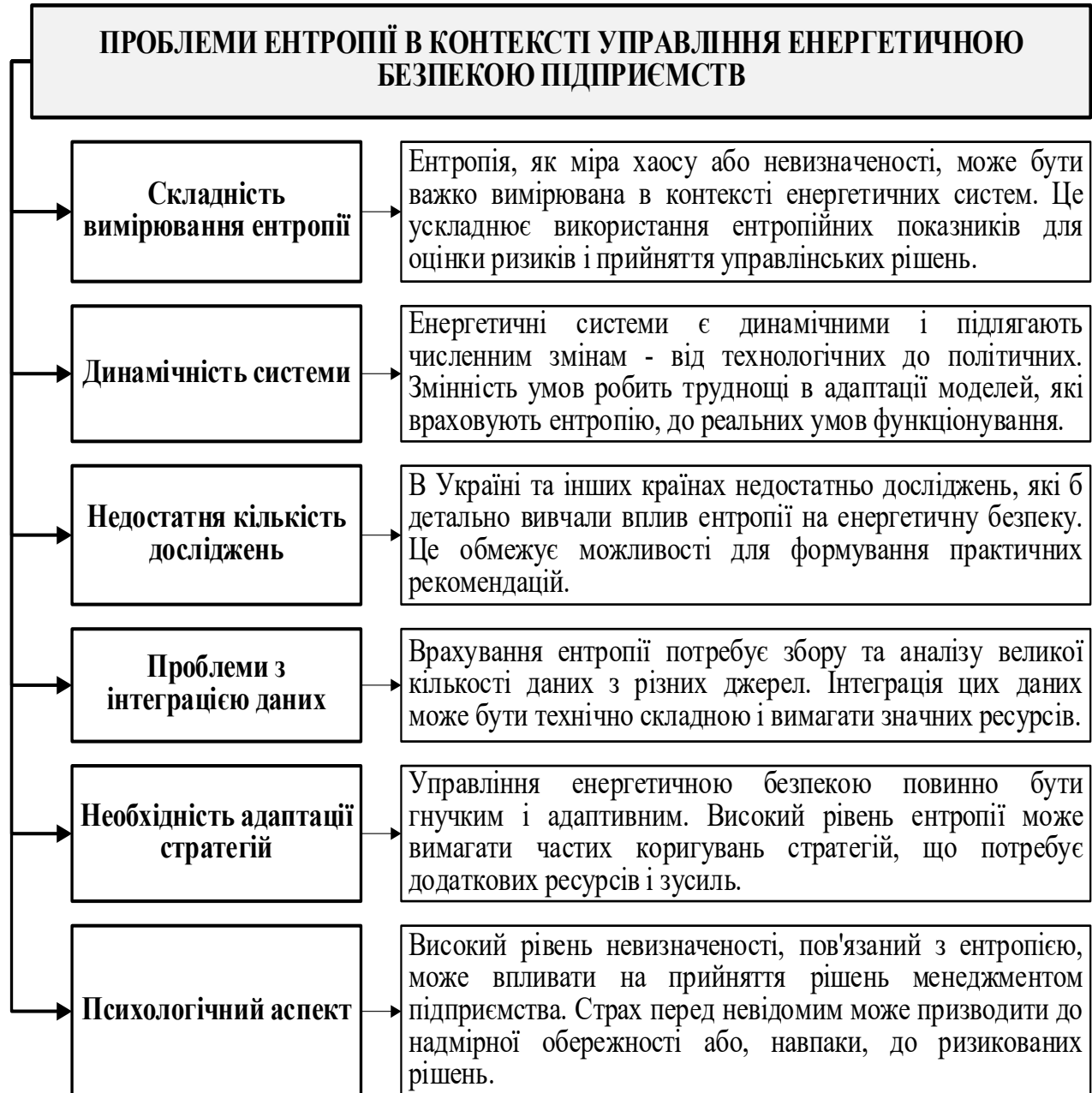


Рис. 2.1. Проблеми ентропії в контексті управління енергетичною безпекою підприємств (розробка автора)

Аналіз робіт [177, 183, 194, 196, 197, 199, 207, 245, 251] показав, що існує ряд серйозних проблем при обчисленні показників ентропії у складних системах, якими в нашому дослідженні є підприємства енергетичної системи на макро-, мезо- і мікрорівнях економіки.

Ці проблеми вимагають комплексного підходу до вивчення та впровадження моделей, які б враховували ентропію в управлінні енергетичною безпекою.

Виходячи з цього, відмітимо основні фактори впливу ентропії на управління енергетичною безпекою підприємств (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Фактори впливу ентропії на управління енергетичною безпекою підприємств (розробка автора)

Дослідження ентропії, як показника хаосу та невизначеності в енергетичних системах з акцентом щодо її впливу на стан енергетичної безпеки підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- і мікрорівнях, а також виявлення основних проблем вимірювання та аналізу ентропії у контексті забезпечення

управління енергетичної безпеки, є дуже актуальним в сучасних економічних умовах.

Ентропія в управлінні енергетичною безпекою підприємств є важливою концепцією, яка дозволяє оцінювати рівень невизначеності в енергетичних процесах на підприємствах. Визначення рівня ентропії через просторо-динамічний моніторинг, забезпечує підприємству можливість адаптувати свої стратегії, покращуючи ефективність управління енергетичними ресурсами і зменшуючи ризики, пов'язані з нестабільністю управління енергобезпекою підприємства. Систематичний підхід до моніторингу і аналізу даних, дозволяє підприємствам досягати вищої стійкості та енергобезпеки в умовах постійних змін, які властиві ентропії [177, 196].

Виходячи з цього, об'єктом дослідження є ентропія, як міра невизначеності та хаосу в енергетичних системах, яка впливає на управління енергетичною безпекою підприємств. У межах цього дослідження аналізується, яким чином рівень ентропії в постачанні енергетичних ресурсів (зокрема, вугілля, електроенергії та альтернативних джерел) впливає на стабільність, стійкість та адаптивність управлінських стратегій, спрямованих на забезпечення управління енергобезпекою.

Розглянемо основні напрямки дослідження ентропії як об'єкта дослідження (рис. 2.3). Дослідження ентропії в контексті управління енергетичною безпекою має важливе теоретичне і практичне значення, оскільки воно сприяє формуванню більш гнучких і стійких систем управління, здатних ефективно реагувати на виклики сучасності [116].

Конкретними завданнями дослідження ентропії є кількісна оцінка рівня ентропії в енергетичних системах для виявлення факторів, що сприяють невизначеності для забезпечення управління енергобезпекою підприємства. Дослідження ентропії має на меті забезпечити підприємства знаннями та інструментами для більш ефективного управління енергетичною безпекою, що в свою чергу, сприятиме стабільному розвитку в умовах невизначеності.

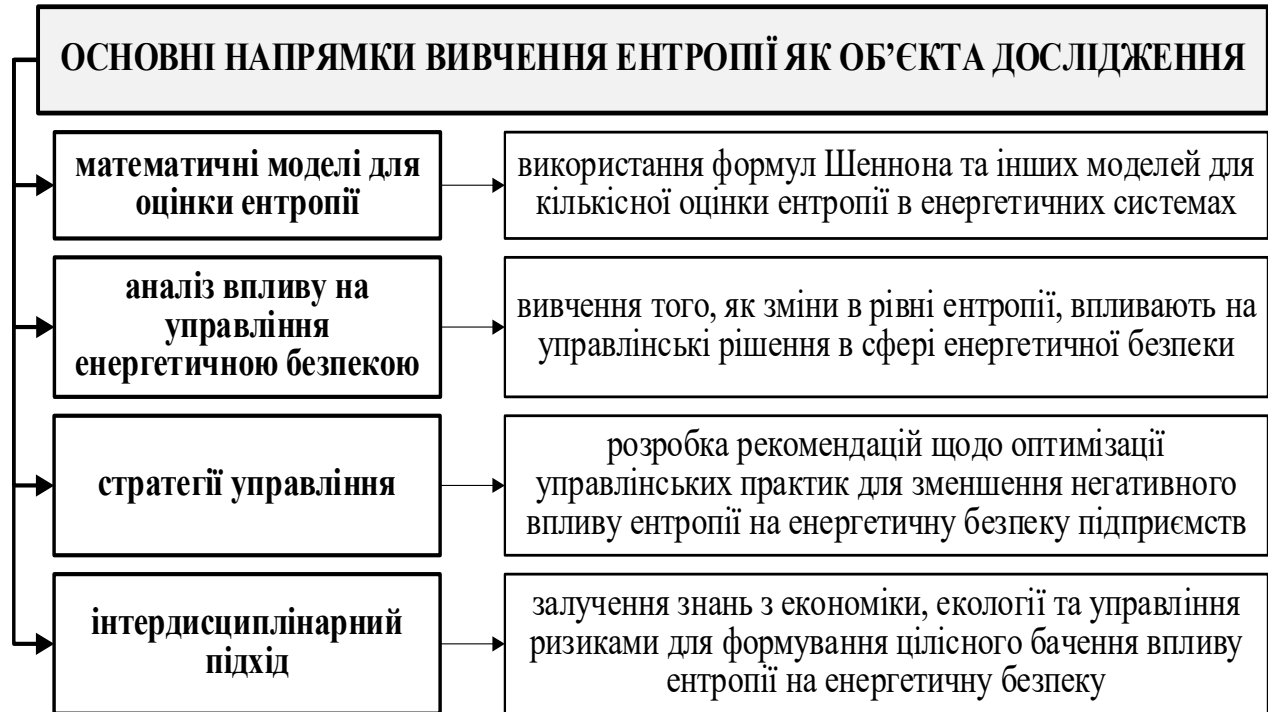


Рис. 2.3. Основні напрямки вивчення ентропії як об'єкта дослідження

(розробка автора)

Напрямок дослідження є комплекс управлінських рішень, спрямованих на забезпечення енергетичної безпеки підприємств в умовах зростаючої ентропії, яка відображає рівень хаосу та невизначеності на підприємствах в електроенергетичних системах. У сучасних умовах, зокрема в умовах воєнного стану та глобальних викликів, таких як зміни клімату і політичні нестабільності, управління енергетичною безпекою стає складним і багатограним процесом.

Основною метою управлінських рішень є адаптація підприємств до динамічних умов, що виникають внаслідок підвищеної ентропії. Це включає в себе прогнозування можливих ризиків і розробку стратегій для їх нейтралізації.

Розглянемо компоненти об'єкта дослідження (рис. 2.4). Існує кілька методів обчислення ентропії, які запропоновано використовувати для оцінки рівня невизначеності в різних системах, включаючи енергетичну безпеку.

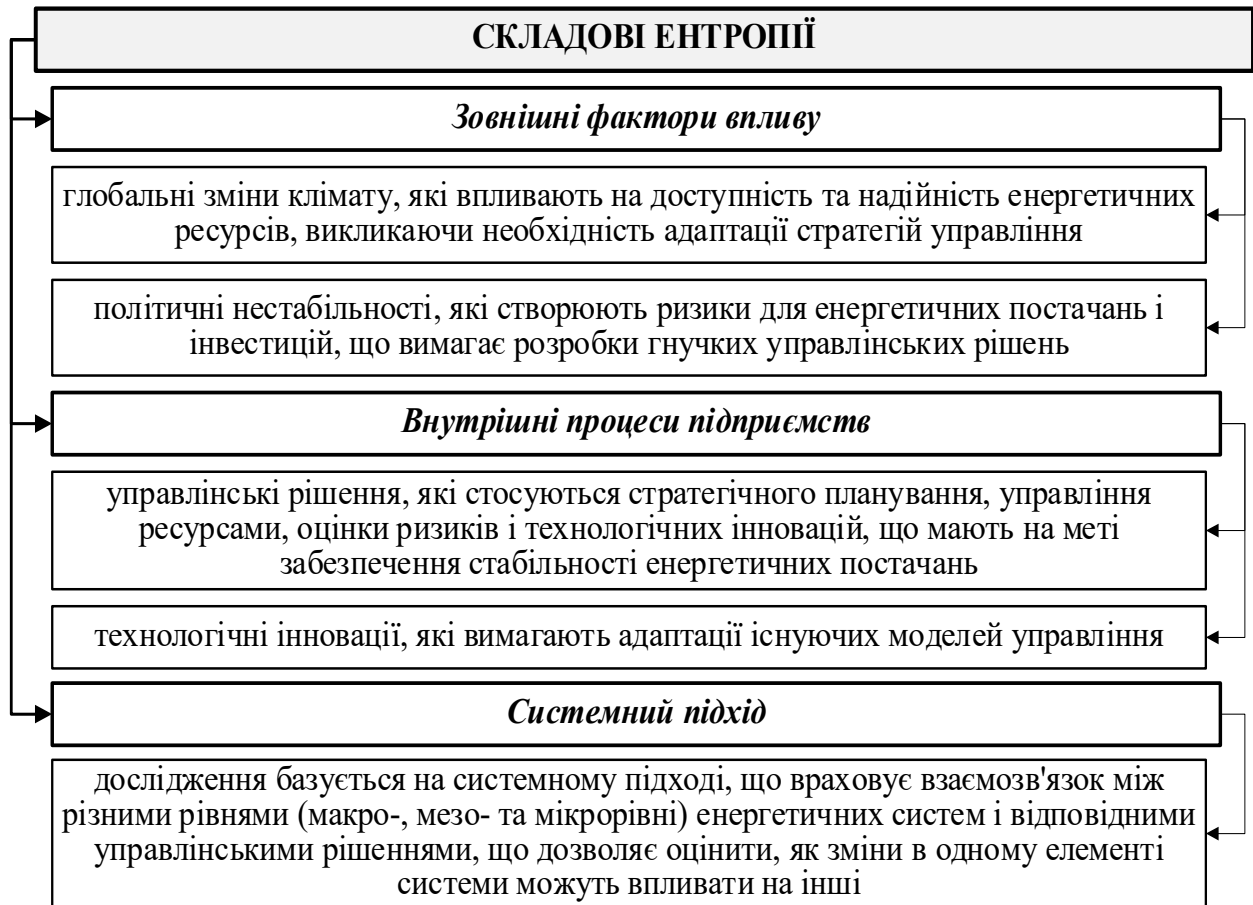


Рис. 2.4. Складові ентропії (розробка автора)

Основними з них:

1. Класичний метод Шеннона, який дозволяє прогнозувати потенційні ризики, пов'язані з постачанням енергоресурсів (наприклад, якщо ентропія вказує на високу ймовірність змін у постачанні, підприємства можуть вжити заходів для диверсифікації джерел постачання).

Ентропія, згідно з теорією інформації Шеннона, є мірою невизначеності або хаосу в системі. Вона використовується для оцінки кількості інформації, яка міститься в ймовірнісному розподілі подій. У контексті енергетичних систем, ентропія може відображати рівень невизначеності, пов'язаний з постачанням енергії, ціновими коливаннями та іншими чинниками, що впливають на енергетичну безпеку. Ентропія вимірює, скільки інформації потрібно, щоб описати

систему, враховуючи всі можливі події та їх ймовірності. Чим вища ентропія, тим більше невизначеності в системі.

Знання рівня ентропії може допомогти у визначенні оптимальних управлінських рішень (наприклад, при високій ентропії підприємства можуть інвестувати в технології зберігання енергії або відновлювальні джерела енергії). Використовуючи ентропію, можна оцінити, наскільки ринок енергетичних ресурсів є конкурентоспроможним, що дозволяє підприємствам адаптувати свої стратегії відповідно до змін у ринковій ситуації. У систем з високим рівнем ентропії підприємства стикаються з більшими ризиками. Знаючи рівень ентропії, можна розробити адаптивні стратегії управління, які зменшують ці ризики.

Таким чином, класичний метод Шеннона є потужним інструментом для оцінки рівня невизначеності в енергетичних системах. Використовуючи цей метод, підприємства можуть розробляти більш ефективні стратегії управління енергетичною безпекою, що дозволяє їм адаптуватися до динамічних умов ринку та зменшувати ризики, пов'язані з енергетичними ресурсами.

Ентропія $H(X)$ для дискретного випадкової змінної X з n можливими результатами визначається за формулою (2.1):

$$H(X) = -\sum_{i=1}^n p(x_i) \log p(x_i) \quad (2.1)$$

де $H(X)$ - ентропія випадкової величини (X);

$p(x_i)$ - ймовірність події (x_i);

n - кількість можливих подій.

2. Метод визначення ентропії Рене, є статистичним інструментом для узагальнення класичної ентропії Шеннона, який дозволяє враховувати більш

складні ймовірнісні розподіли та оцінювати невизначеність або різноманітність системи, зокрема в контексті енергетичної безпеки. Цей метод базується на теорії інформації і може використовуватися для аналізу складних систем, які мають багато різних складових.

Метод визначення ентропії Рене запропоновано застосувати в енергетичній безпеці для аналізу ймовірності різних сценаріїв в енергетичній системі (наприклад, при оцінці ризиків збоїв у постачанні, вартості енергії або впливу на навколишнє середовище).

Використання цього методу дозволяє:

- оцінити ризики та невизначеність в енергетичних системах.
- визначити критичні точки та вразливості, які потребують уваги;
- оптимізувати управлінські рішення, враховуючи різноманітність джерел енергії та їх вплив на загальну безпеку.

Переваги методу ентропії Рене:

- гнучкість, що дає можливість варіювати параметр (α) та аналізувати системи з різними характеристиками і забезпечувати адаптацію до конкретних умов;
- комплексність, що дає здатність обробляти різноманітні дані та ймовірності, робить його ефективним для багатофакторного аналізу.

Таким чином, метод ентропії Рене є потужним інструментом для управління енергетичною безпекою, оскільки дозволяє не лише оцінити ризики, а й зосередитися на оптимізації управлінських стратегій. Це важливо для забезпечення стабільності та надійності енергетичних систем у умовах невизначеності.

Ентропія Рене розраховується за формулою (2.2):

$$H_{\alpha}(X) = \frac{1}{1-\alpha} \cdot \log\left(\sum_i p_i^{\alpha}\right) = \frac{1}{1-\alpha} \cdot \log(p_i^{\alpha-1}) \quad (2.2)$$

де $H_\alpha(X)$ - ентропія Рене;

p_i - ймовірність подій;

α – параметр, що визначає порядок ентропії (для $\alpha = 1$) формула переходить в ентропію Шеннона).

3. Метод визначення ентропії Кульбака-Лейблера (KLD) є важливим інструментом в теорії інформації, який використовується для вимірювання відстані між двома ймовірнісними розподілами. Цей метод запропоновано використовувати для аналізу та управління енергетичною безпекою та застосування в енергетичній безпеці.

Метод Кульбака-Лейблера може використовуватися для:

- аналізу ризиків та оцінки різниці між фактичними і прогнозованими ймовірнісними розподілами подій (наприклад, постачання енергії, попит на енергію);

- оптимізації управлінських рішень та ідентифікації відхилень у системах, що може допомогти в розробці стратегій для зменшення ризиків та покращення стійкості;

- моніторингу та прогнозування, для вимірювання зміни в розподілі ресурсів енергії в часі та просторово.

Таким чином, метод ентропії Кульбака-Лейблера є потужним інструментом для аналізу та управління енергетичною безпекою, оскільки він дозволяє оцінити відмінності між очікуваними та фактичними умовами в енергетичних системах. Це може сприяти прийняттю обґрунтованих рішень для забезпечення стабільності та надійності енергетичних ресурсів у складних умовах.

Метод ентропії Кульбака-Лейблера, розраховується за формулою (2.3):

$$D_{KL}(P \parallel Q) = \sum_i p_i \log \left(\frac{p_i}{q_i} \right) \quad (2.3)$$

де D_{KL} - показник KL-дивергенції між двома ймовірнісними розподілами P

та Q ;

p_i - ймовірності подій в розподілі P ;

q_i – ймовірності в розподілі Q .

Формула (3) вказує, наскільки один розподіл відрізняється від іншого.

Використання різних методів обчислення ентропії, дозволяє більш глибоко аналізувати енергетичні системи, враховуючи різні аспекти невизначеності та ризиків, що може бути корисним для підприємств, які прагнуть поліпшити управління енергетичною безпекою та оптимізувати енергетичні процеси. В усіх методах оцінка показників ентропії базується на ймовірнісних розподілах і статистичних аналізах. Це дозволяє підприємствам аналізувати ризики, пов'язані з енергетичною безпекою та адаптувати свої стратегії управління. Різні методи можуть доповнювати один одного, надаючи більш комплексну картину невизначеності в системі [116].

У роботі був проведений розрахунок показників ентропії на трьох теплових електростанціях (ТЕС) з 2012 по 2022 рік:

- Вуглегірська ТЕС ($P_{yst} = 3600$ МВт), де основне паливо: вугілля - 60% ($p_i=0.6$); газ - 30% ($p_i=0.3$); мазут - 10% ($p_i=0.1$);

- Бурштинська ТЕС ($P_{yst} = 2334$ МВт): вугілля - 40% ($p_i=0.4$); газ - 50% ($p_i=0.5$); мазут - 10% ($p_i=0.1$);

- Криворізька ТЕС ($P_{yst} = 2334$ МВт): вугілля - 30% ($p_i=0.3$); газ - 60% ($p_i=0.6$); мазут - 10% ($p_i=0.1$).

Для проведення розрахунків показників ентропії для трьох теплових електростанцій, був використаний метод Шенона, метод Рені та метод Кульбака-Лейблера. Розрахунок показників ентропії був проведений для кожної ТЕС.

Проведемо розрахунок показника ентропії методом Шенона для Вуглегірської ТЕС станом на 2012 рік, згідно виразу (2.1):

$$H(X) = -[0,6 \cdot \log(0,6) + 0,3 \cdot \log(0,3) + 0,1 \cdot \log(0,1)] \approx 0,510$$

Проведемо розрахунок показника ентропії методом Рене для Вуглегірської ТЕС станом на 2012 рік, згідно виразу (2.2):

$$H_{\alpha}(X) = \frac{1}{1-2} \cdot \log(0,6^2 + 0,3^2 + 0,1^2) \approx 0,517$$

Проведемо розрахунок показника ентропії методом Кульбака-Лейблера для Вуглегірської ТЕС станом на 2012 рік, згідно виразу (2.3), з урахуванням якщо беремо q_i , як рівномірний розподіл (1/3):

$$D_{KL} \approx 0,069$$

Використовуючи аналогічні формули (1), (2), (3), були розраховані показники ентропії для Бурштинської та Криворізької ТЕС, після чого отримані результати були зведені в табл. 2.1, де значення для методу Рені розраховані з показником $\alpha = 2$, а для методу Кульбака-Лейблера результати отримані на основі рівномірного розподілу.

Крім того, значення ентропії можуть бути округлені. Ця таблиця дозволяє легко порівняти результати за різними методами для кожної ТЕС протягом вказаного періоду. Такі розрахунки допомагають зрозуміти, як різні види пального впливають на ЕБ кожної ТЕС. Показники ентропії для кожної ТЕС вказують на різний рівень ЕБ.

На основі отриманих результатів розрахунку показників ентропії (табл. 2.1), було розглянуто вплив ентропії на стан енергетичної безпеки Вуглегірської ТЕС, Бурштинської ТЕС, Криворізької ТЕС:

- на Вуглегірській ТЕС, показники ентропії свідчать про стабільність, проте

залежність від вугілля, підвищує ризики енергетичної безпеки ТЕС;

- на Бурштинській ТЕС, показники ентропії вказують на більш збалансовану структуру, яка знижує ризики залежності від одного джерела, що підвищує стан енергобезпеки ТЕС;

- на Криворізькій ТЕС, показники ентропії вказують на високу залежність від газу, що підвищує вразливість, попри загалом помірні показники ентропії.

Ці результати підкреслюють, що в загальному, енергетичні системи демонструють позитивну тенденцію до зниження ризиків і нерівностей, хоча є й коливання у рівні невизначеності. Таким чином, аналіз показників ентропії, підкреслює важливість різноманітності джерел пального для підтримання стану енергетичної безпеки підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівні економіки.

Використовуючи аналогічні формули (2.1)-(2.3) були розраховані показники ентропії для Бурштинської, Криворізької та Запорізької електростанцій, після чого отримані результати були зведені в табл. 2.1, 2.2, 2.3, де значення для методу Рені розраховані з показником $\alpha = 2$, а для методу Кульбака-Лейблера результати отримані на основі рівномірного розподілу. Крім того, значення ентропії можуть бути округлені. Ці таблиці дозволяють легко порівняти результати за різними методами для кожної ТЕС протягом вказаного періоду. Такі розрахунки допомагають зрозуміти, як різні види пального впливають на ЕБ кожної ТЕС. Показники ентропії для кожної ТЕС вказують на різний рівень ЕБ.

На основі отриманих результатів розрахунку показників ентропії (табл. 2.1; 2.2; 2.3; 2.4), було розглянуто вплив ентропії на стан енергетичної безпеки Вуглегірської, Бурштинської, Криворізької та Запорізької електростанцій:

- на Вуглегірській ТЕС показники ентропії свідчать про стабільність, проте залежність від вугілля підвищує ризики енергетичної безпеки ТЕС;

- на Бурштинській ТЕС показники ентропії вказують на більш збалансовану структуру, яка знижує ризики залежності від одного джерела, що підвищує стан

енергобезпеки ТЕС;

– на Криворізькій ТЕС показники ентропії вказують на високу залежність від газу, що підвищує вразливість, попри загалом помірні показники ентропії.

– на Запорізькій ТЕС має помірні показники ентропії, але високий рівень залежності від газу робить станцію вразливою до змін на газовому ринку.

Ентропія, як міра невизначеності або розподілу енергоресурсів, відіграє важливу роль у оцінці енергетичної безпеки теплових електростанцій.

Залежності показників ентропії від основного пального (вугілля, газу, мазуту) у період з 2012 по 2022 рік на Вуглегірській, Бурштинській та Криворізькій ТЕС показані на рис. 2.1, де криві на графіках, дозволяють оцінити вплив ентропії на стан енергетичної безпеки підприємства. Аналіз показників ентропії за різними методами для Вуглегірської, Бурштинської та Криворізької ТЕС дозволяє зробити кілька ключових висновків:

- стабільність Вуглегірської ТЕС, оскільки показники ентропії за методом Шенона коливаються в межах $0,480 \div 0,532$, за методом Рені демонструє схожі результати в межах $0,489 \div 0,539$, підтверджуючи наявність стабільного розподілу ресурсів, але незважаючи на стабільність, висока залежність від вугілля (60%) підвищує ризики енергетичної безпеки, це означає що будь-які перебої в постачанні вугілля, можуть призвести до серйозних наслідків для енергетичної системи;

- Бурштинська ТЕС, як більш збалансована система, оскільки показники ентропії за методом Шенона коливаються в межах $0,472 \div 0,495$ (40% вугілля, 50% газу), що відображає кращу стійкість до ризиків, але вплив на енергобезпеку показав, що збалансована структура енергоспоживання зменшує залежність від одного виду пального, що підвищує загальний рівень енергетичної безпеки, це говорить про те, що ТЕС має менші ризики у випадку коливань цін або постачань газу чи вугілля;

- вразливість Криворізької ТЕС, оскільки показники ентропії за методом Шенона коливаються в межах $0,474 \div 0,511$, що свідчить про певну невизначеність,

Таблиця 2.1

Результати розрахунків показників ентропії для Вуглегірської електростанції за методами Шенона, Рені, Кульбака-Лейблера, 2012-2022 рр.

Рік	Вуглегірська електростанція		
	$H(X)$	$H_{\alpha}(X)$	D_{KL}
2012	0,510	0,517	0,069
2013	0,497	0,504	0,065
2014	0,480	0,489	0,062
2015	0,510	0,517	0,069
2016	0,532	0,539	0,071
2017	0,523	0,530	0,070
2018	0,510	0,517	0,069
2019	0,497	0,504	0,065
2020	0,480	0,489	0,062
2021	0,510	0,517	0,069
2022	0,520	0,527	0,068

Таблиця 2.2

Результати розрахунків показників ентропії для Бурштинської електростанції за методами Шенона, Рені, Кульбака-Лейблера, 2012-2022 рр.

Рік	Бурштинська електростанція		
	$H(X)$	$H_{\alpha}(X)$	D_{KL}
2012	0,486	0,493	0,056
2013	0,494	0,500	0,054
2014	0,490	0,487	0,052
2015	0,472	0,475	0,051
2016	0,489	0,495	0,055
2017	0,494	0,492	0,054
2018	0,486	0,493	0,056
2019	0,495	0,501	0,054
2020	0,492	0,487	0,053
2021	0,486	0,493	0,056
2022	0,488	0,495	0,055

Таблиця 2.3

Результати розрахунків показників ентропії для Криворізької електростанції за методами Шенона, Рені, Кульбака-Лейблера, 2012-2022 рр.

Рік	Криворізька електростанція		
	$H(X)$	$H_{\alpha}(X)$	D_{KL}
2012	0.511	0.519	0.071
2013	0.498	0.510	0.070
2014	0.487	0.505	0.068
2015	0.493	0.511	0.069
2016	0.510	0.520	0.072
2017	0.474	0.484	0.066
2018	0.490	0.498	0.070
2019	0.511	0.520	0.072
2020	0.502	0.511	0.071
2021	0.511	0.519	0.071
2022	0.495	0.503	0.070

Таблиця 2.4

Результати розрахунків показників ентропії для Запорізькій електростанції за методами Шенона, Рені, Кульбака-Лейблера, 2012-2022 рр.

Рік	Запорізька електростанція		
	$H(X)$	$H_{\alpha}(X)$	D_{KL}
2012	0,512	0,520	0,072
2013	0,499	0,511	0,071
2014	0,488	0,506	0,067
2015	0,482	0,512	0,068
2016	0,511	0,521	0,073
2017	0,475	0,482	0,065
2018	0,491	0,497	0,071
2019	0,512	0,521	0,073
2020	0,503	0,512	0,072
2021	0,513	0,521	0,072
2022	0,494	0,504	0,071

також висока залежність від газу (60%) підвищує ризики, незважаючи на помірні значення ентропії, але вплив на енергобезпеку показав, що залежність від одного виду пального, зокрема газу, робить Криворізьку ТЕС ,вразливою до коливань цін на енергоносії та можливих перебоїв у постачанні, що може призвести до збільшення ризиків енергетичної безпеки.

Теоретичні результати дослідження показників ентропії, що розраховані за методами Шенона, Рені та Кульбака-Лейблера, дозволяють оцінити рівень різноманіття та невизначеності в розподілі енергоресурсів на ТЕС (рис. 2.1). Вони демонструють, як структурні зміни в споживанні пального впливають на загальну енергетичну безпеку.

Ці результати підкреслюють, що в загальному, енергетичні системи демонструють позитивну тенденцію до зниження ризиків і нерівностей, хоча є й коливання у рівні невизначеності. Таким чином, аналіз показників ентропії, підкреслює важливість різноманітності джерел пального для підтримання стану енергетичної безпеки підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівні економіки.

Ентропія, як міра невизначеності або розподілу енергоресурсів, відіграє важливу роль у оцінці енергетичної безпеки теплових електростанцій. Залежності показників ентропії від основного пального (вугілля, газу, мазуту) у період з 2012 по 2022 рік на Вуглегірській, Бурштинській та Криворізькій ТЕС показані на рис. 1, де криві на графіках дозволяють оцінити вплив ентропії на стан енергетичної безпеки підприємства.

Аналіз показників ентропії за різними методами для Вуглегірської, Бурштинської, Криворізької та Запорізької електростанції, дозволяє зробити кілька ключових висновків.

Стабільність Вуглегірської ТЕС, оскільки показники ентропії за методом Шенона коливаються в межах $0,480 \div 0,532$, за методом Рені демонструє схожі результати в межах $0,489 \div 0,539$, підтверджуючи наявність стабільного розподілу

ресурсів, але незважаючи на стабільність, висока залежність від вугілля (60 %) підвищує ризики енергетичної безпеки. Це означає, що будь-які перебої в постачанні вугілля можуть призвести до серйозних наслідків для енергетичної системи;

Бурштинська ТЕС, як більш збалансована система, оскільки показники ентропії за методом Шенона коливаються в межах $0,472 \div 0,495$ (40 % вугілля, 50 % газу), що відображає кращу стійкість до ризиків, але вплив на енергобезпеку показав, що збалансована структура енергоспоживання зменшує залежність від одного виду пального, що підвищує загальний рівень енергетичної безпеки.

Вразливість Криворізької ТЕС, оскільки показники ентропії за методом Шенона коливаються в межах $0,474 \div 0,511$, що свідчить про певну невизначеність. Також висока залежність від газу (60 %) підвищує ризики, незважаючи на помірні значення ентропії, але вплив на енергобезпеку показав, що залежність від одного виду пального, зокрема газу, робить Криворізьку ТЕС вразливою до коливань цін на енергоносії та можливих перебоїв у постачанні, що може призвести до збільшення ризиків енергетичної безпеки.

Запорізької електростанції можна зробити висновок, що показники ентропії за методом Шенона та Рені демонструють стабільність енергетичної системи станції, оскільки значення ентропії коливаються в межах $0,494 \div 0,512$, що вказує на стабільний розподіл ресурсів. Це свідчить про досить високий рівень передбачуваності та керованості в роботі станції.

Однак, незважаючи на стабільність, висока залежність від газу (понад 50%) підвищує ризики енергетичної безпеки станції. Це означає, що будь-які перебої в постачанні газу можуть призвести до серйозних наслідків для стабільності енергосистеми та вплинути на ефективність виробництва електроенергії. Проблеми з постачанням або цінами на газ можуть викликати зриви в роботі станції, підвищуючи вразливість до економічних та політичних загроз. З огляду на ці ризики, важливо продовжувати диверсифікацію джерел енергії та враховувати

можливість перебоїв у постачанні газу.

Теоретичні результати дослідження показників ентропії, розраховані за методами Шенона, Рені та Кульбака-Лейблера, дозволяють оцінити рівень різноманіття та невизначеності в розподілі енергоресурсів на ТЕС, як показано на графіку залежності показників ентропії від основного палива (вугілля, газу, мазуту) у період з 2012 по 2022 рік (рис. 2.5-2.12).

Досліджено стан енергетичної безпеки ТЕС, який показав: Вуглегірська ТЕС, попри стабільність показників ентропії, має високу залежність від вугілля, що підвищує ризики енергетичної безпеки; Бурштинська ТЕС демонструє збалансовану структуру споживання, що знижує ризики залежності від одного джерела; Криворізька ТЕС, з високою залежністю від газу, виявляє вразливість, попри помірні показники ентропії. Отримано взаємозв'язок між показниками ентропії та енергетичною безпекою. Високі показники ентропії свідчать про більшу різноманітність енергетичних ресурсів, що в свою чергу, знижує ризики. Дослідження підкреслює важливість різноманіття джерел пального для підтримання стабільності енергетичних систем. Результати дослідження пояснюються різними структурами споживання пального на ТЕС. Вуглегірська ТЕС, яка сильно залежить від вугілля, є більш уразливою до ринкових коливань. Бурштинська ТЕС, завдяки диверсифікації джерел, демонструє вищий рівень енергетичної безпеки. Зовнішні фактори, такі як політична стабільність, економічна ситуація і зміни в законодавстві, також впливають на енергетичну безпеку, формуючи відповідні ризики.

Використання ентропії, як індикатора енергетичної безпеки, є новим підходом в аналізі енергетичних систем, що відрізняється від традиційних методів оцінки ризиків, які зазвичай не враховують різноманітність джерел енергії. Дослідження зосереджене на комплексному підході до оцінки енергетичної безпеки, що включає не лише економічні показники, а й структуру споживання, що раніше могло бути недостатньо врахованим у наукових дослідженнях.

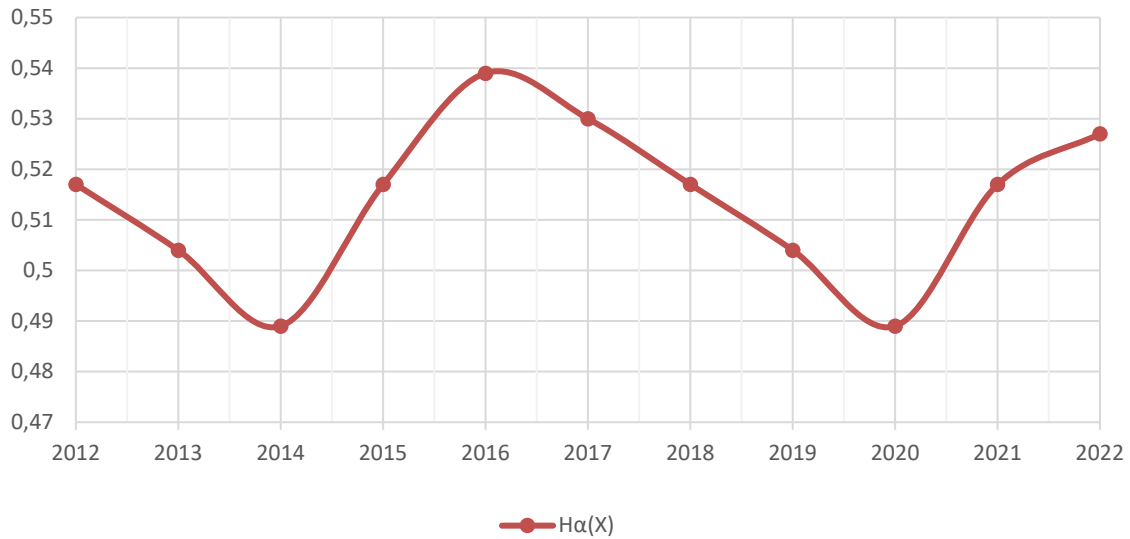


Рис. 2.5. Графік залежності показника ентропії $H_\alpha(X)$ від основного палива (вугілля, газу, мазуту) у період з 2012 по 2022 рік для Вуглегірської електростанції
(розробка автора)

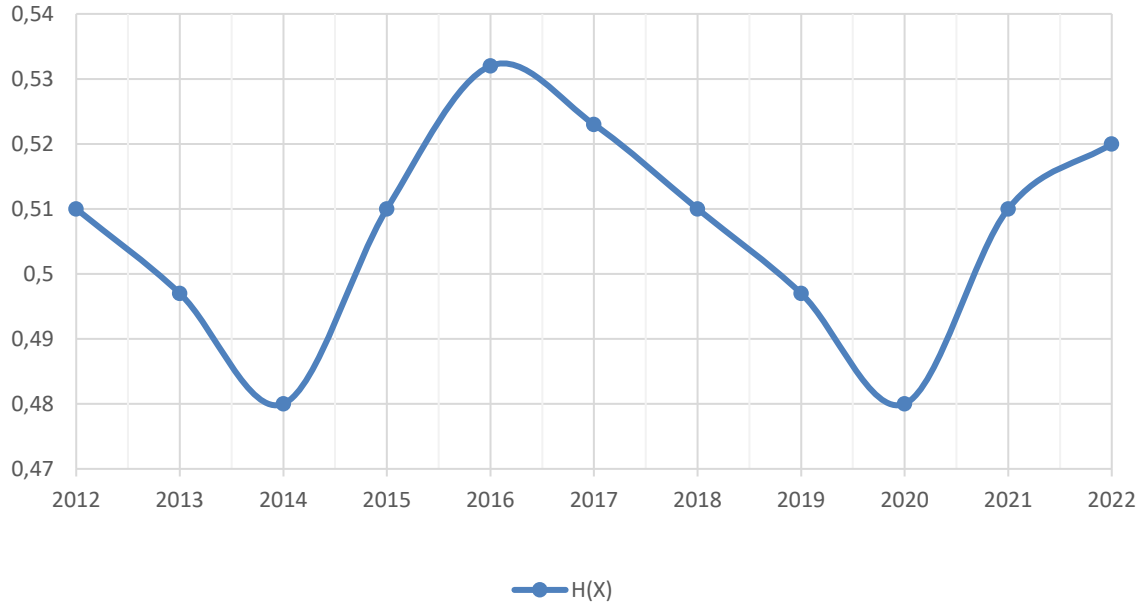


Рис. 2.6. Графік залежності показника ентропії $H(X)$ від основного палива (вугілля, газу, мазуту) у період з 2012 по 2022 рік для Вуглегірської електростанції
(розробка автора)

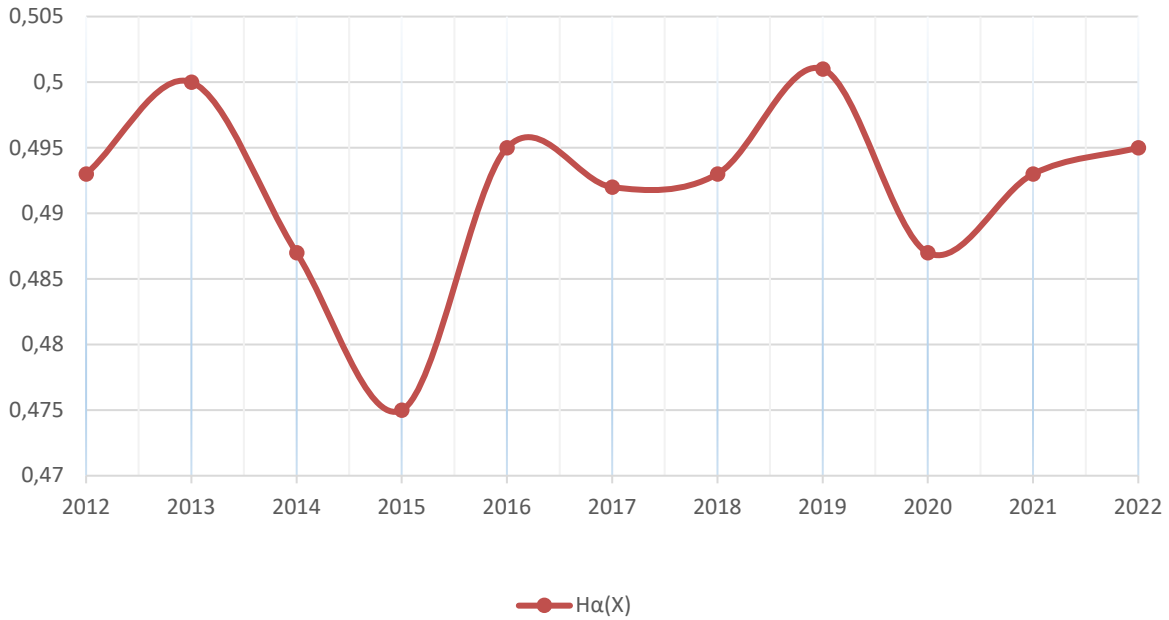


Рис. 2.7. Графік залежності показника ентропії $H\alpha(X)$ від основного палива (вугілля, газу, мазуту) у період з 2012 по 2022 рік для Бурштинської електростанції (розробка автора)

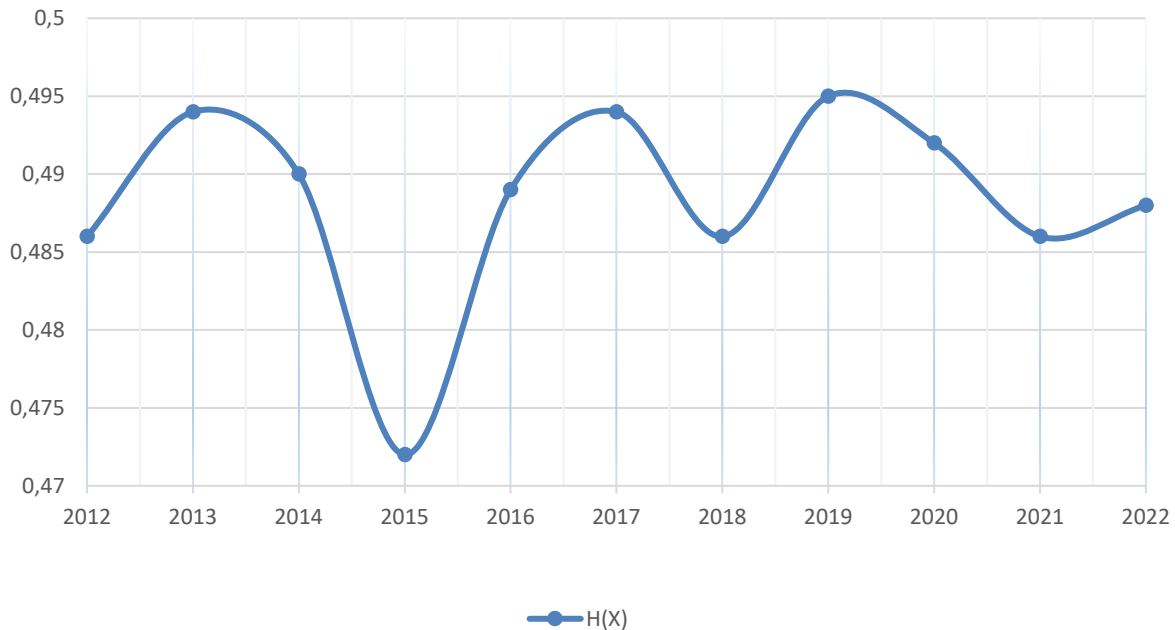


Рис. 2.8. Графік залежності показника ентропії $H(X)$ від основного палива (вугілля, газу, мазуту) у період з 2012 по 2022 рік Бурштинської електростанції (розробка автора)

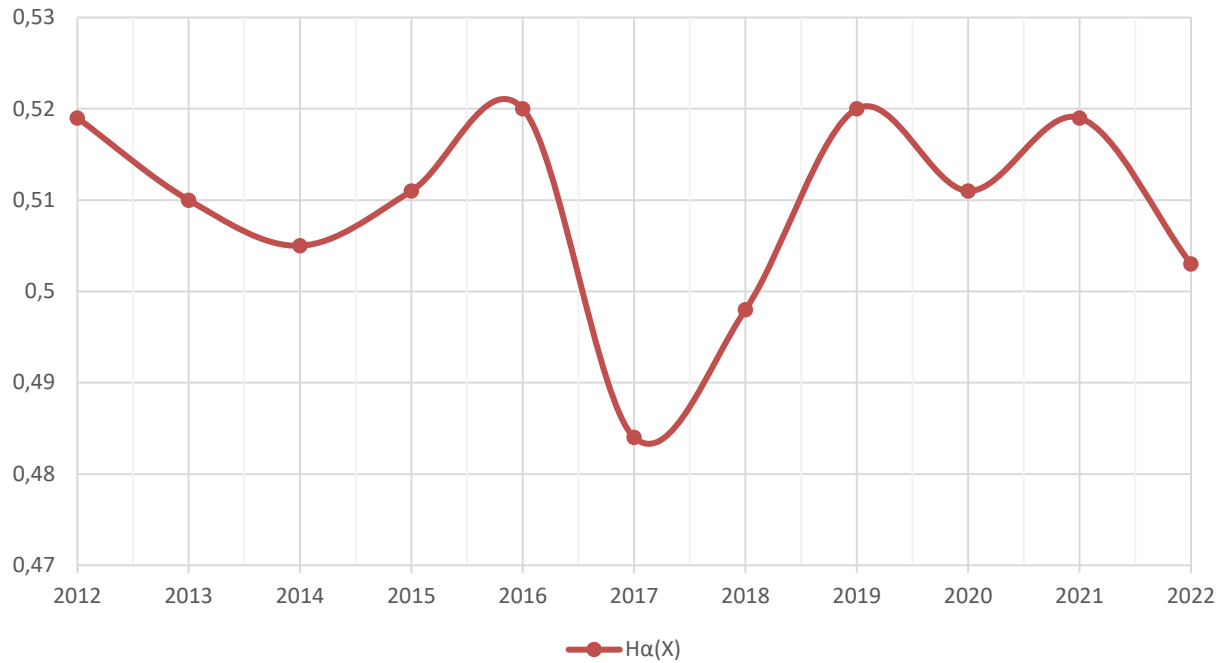


Рис. 2.9. Графік залежності показника ентропії $H\alpha(X)$ від основного палива (вугілля, газу, мазуту) у період з 2012 по 2022 рік для Криворізької електростанції
(розробка автора)

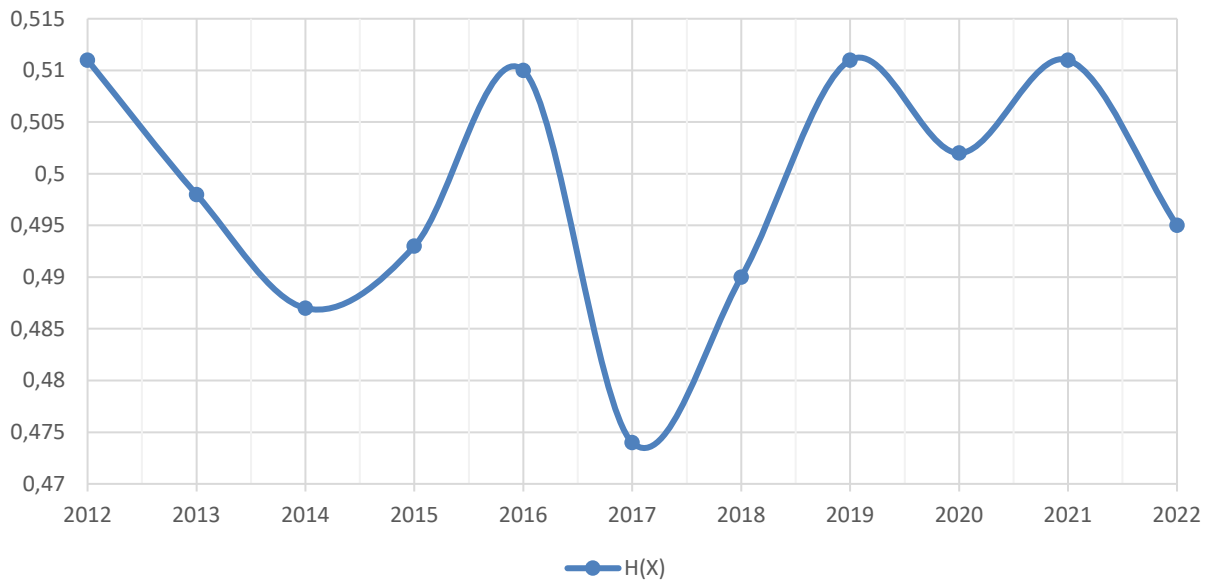


Рис. 2.10. Графік залежності показника ентропії $H(X)$ від основного палива (вугілля, газу, мазуту) у період з 2012 по 2022 рік для Криворізької електростанції
(розробка автора)

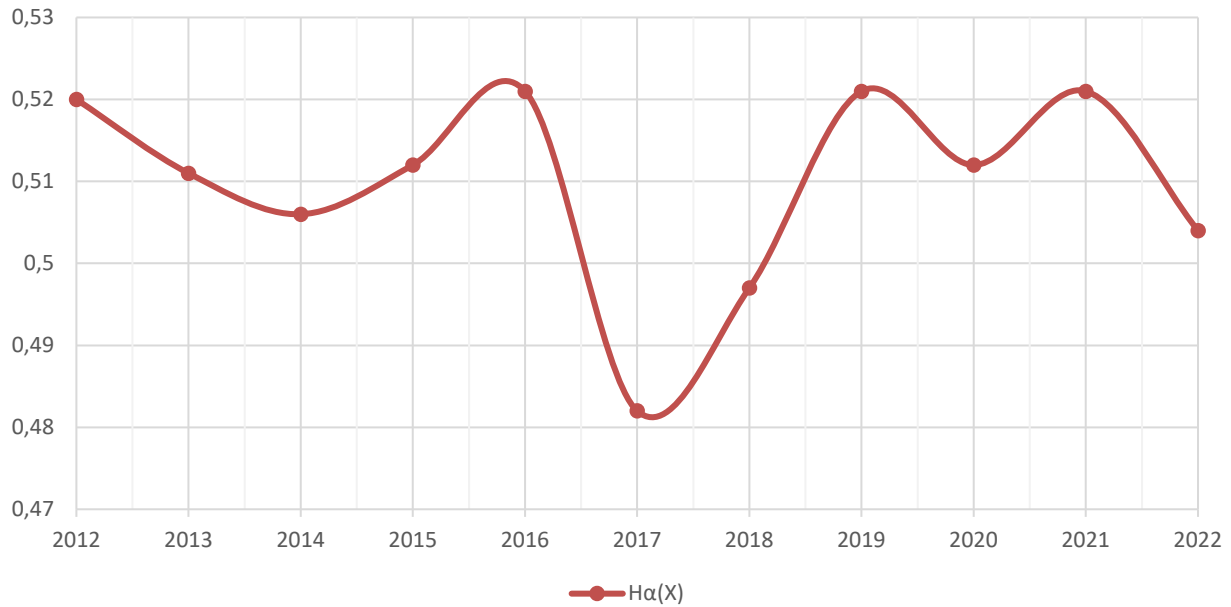


Рис. 2.11. Графік залежності показника ентропії $H\alpha(X)$ від основного палива (вугілля, газу, мазуту) у період з 2012 по 2022 рік для Запорізької електростанції
(розробка автора)

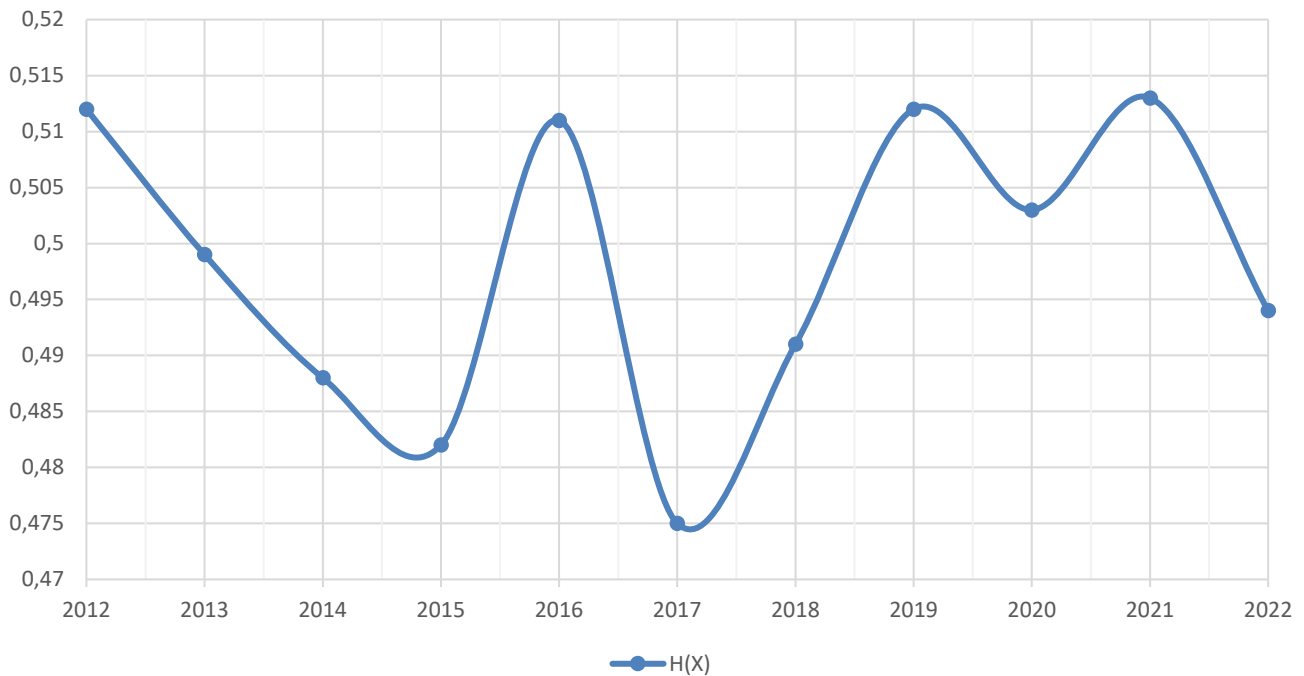


Рис. 2.12. Графік залежності показника ентропії $H(X)$ від основного палива (вугілля, газу, мазуту) у період з 2012 по 2022 рік для Запорізької електростанції
(розробка автора)

Результати дослідження підкреслюють важливість диверсифікації джерел енергії для зменшення ризиків, що може відрізнятись від традиційних підходів, які часто акцентують увагу лише на технологічних або економічних аспектах.

Практичне значення отриманих результатів полягають в тому, що результати аналізу показників ентропії, слугують важливим інструментом для формування обґрунтованих управлінських рішень для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства. Залежно від різних видів пального, керівництво ТЕС, може ефективно адаптувати свої стратегії, знижуючи вразливість системи до можливих ризиків. Визначення показників ентропії дозволяє підприємствам оптимізувати структуру споживання енергоресурсів. Це забезпечує можливість реалізації стратегій, які включають диверсифікацію джерел пального, що, в свою чергу, підвищує загальний рівень енергетичної безпеки.

Отримані результати підтримують системний підхід до управління енергетичною безпекою. Застосування показників ентропії в поєднанні з іншими аналітичними інструментами дозволяє враховувати комплексні взаємозв'язки між енергетичними ресурсами, ринковими умовами та ризиками.

Одним із ключових обмежень дослідження є обмежений доступ до даних про споживання різних видів пального. Неповнота або недостовірність інформації може негативно вплинути на точність розрахунків показників ентропії. Також необхідно враховувати методологічні обмеження: Використання лише декількох методів (Шенона, Рені, Кульбака-Лейблера) для аналізу ентропії може зменшити глибину дослідження. Включення додаткових методів оцінки може надати більш комплексний огляд. Зовнішні чинники, такі як політичні зміни, економічна нестабільність та екологічні обмеження, можуть суттєво вплинути на енергетичну безпеку, проте їх складно точно інтегрувати в аналіз. Динамічність енергетичного ринку може призвести до швидкого застаріння отриманих результатів, що вимагає регулярного оновлення досліджень для адаптації до нових умов.

Воєнний стан часто супроводжується економічними труднощами, що може призвести до підвищення цін на енергоресурси та зменшення інвестицій у модернізацію енергетичної інфраструктури, а також у забезпеченні необхідних обсягів пального (вугілля, газу, нафти). Це ускладнює точність даних для аналізу.

Під час воєнного конфлікту може зрости попит на електроенергію для потреб військових та населення, що змінює структуру споживання. Атаки на енергетичну інфраструктуру можуть призвести до зміни в оперативних показниках підприємств, що вплине на оцінку їхньої стабільності та енергетичної безпеки.

Воєнний стан може призвести до введення нових правил і норм, що можуть вплинути на енергетичний сектор, зокрема на диверсифікацію джерел енергії. В умовах воєнного стану можуть з'явитися нові вимоги та очікування від уряду щодо забезпечення енергетичної безпеки.

В якості перспективи подальших досліджень ентропії, як фактора впливу на енергобезпеку, можуть бути дослідження, які доповнені новими математичними та статистичними моделями для більш точного аналізу ентропії в контексті енергетичної безпеки.

Крім того, аналіз ентропії може бути інтегрований із іншими економічними, соціальними та екологічними показниками для створення комплексних моделей оцінки енергетичної безпеки.

Дослідження нових технологій, таких як відновлювальні джерела енергії та енергозберігаючі рішення, можуть вплинути на структуру енергетичних ресурсів і, відповідно, на показники ентропії.

Слід звернути увагу на вивчення впливу кризових ситуацій, що допоможе проводити аналіз змін показників ентропії під час криз (військові конфлікти, природні катастрофи), а також допомогти виявити вразливості енергетичних систем і знайти шляхи їх зміцнення.

Теоретичні результати дослідження показують, що ентропія як міра

невизначеності і різноманітності енергетичних ресурсів, є важливим теоретичним підходом та інструментом для оцінки стану енергетичної безпеки підприємств.

Дослідження підтверджує, що енергетичні системи з високими показниками ентропії, які вказують на різноманіття джерел енергії, демонструють меншу вразливість до коливань цін, перебоїв у постачанні та інших зовнішніх загроз. Це має важливе значення для формування теоретичних моделей, що поєднують енергетичну політику з ризиками. Дослідження показників ентропії в динаміці (зокрема, за період 2012-2022 років) демонструє, як зміни у споживанні енергоресурсів впливають на енергетичну безпеку. Це підкреслює важливість моніторингу енергетичних систем у реальному часі для виявлення ризиків.

Практичне застосування отриманих результатів з урахуванням розрахованих показників ентропії полягає у тому, що підприємства можуть розробити конкретні стратегії для диверсифікації своїх джерел енергії, що може включати інвестиції в відновлювальні джерела енергії, що зменшить залежність від традиційних видів пального.

Використання показників ентропії у системі моніторингу дозволяє своєчасно виявляти зміни у структурі споживання та реагувати на них, що допоможе запобігти потенційним кризам у забезпеченні енергетичної безпеки.

Це обумовлює необхідність розробки механізмів адаптації енергетичних систем до змін у зовнішньому середовищі (політичні, економічні, екологічні фактори), що сприятиме підвищенню стійкості до кризи, особливо в умовах воєнного стану. У цьому контексті подальші дослідження доцільно зосередити на генеруванні інноваційних аналітико-діагностичних інструментів, що, в свою чергу впливають на управління енергетичною безпекою, сприяючи формуванню ефективних стратегій у сфері енергетики.

2.2 Комплексна методика оцінки рівня енергетичної безпеки підприємств

Енергетична безпека є важливою складовою економічної та національної безпеки, оскільки вона є необхідною умовою існування та розвитку економіки України [104, 105]. Відомо [107], що практика оцінки енергетичної безпеки свідчить про різнобічність та багатофакторність методичних підходів, критеріїв та показників оцінки залежно від завдань та об'єкта аналізу. Така практика не дає можливості формування єдиного методичного підходу щодо визначення ступеня стану енергетичної безпеки на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

Дослідження та аналіз стану енергетичної безпеки об'єктів електроенергетичної системи (ЕЕС) проводилися в основному на державному та регіональному рівні економіки, з використанням статистичних даних за короткостроковий та довгостроковий періоди. Також відомі методичні підходи до визначення рівня енергетичної безпеки на макроекономічному рівні, в якості критеріїв не враховують стан енергетичної безпеки таких об'єктів, як промислові енергетичні підприємства (ПЕП). Звідси виходить, що це дозволяє кількісно і якісно оцінювати вплив негативних чинників у вигляді зовнішніх і внутрішніх загроз на мікроекономічному рівні.

Це вносить значні похибки в оцінку реального стану енергетичної безпеки у подальшій перспективі, призводить до суттєвих матеріальних збитків та економічних втрат. В існуючих методиках щодо дослідження та аналізу стану енергетичної безпеки об'єктів промисловості рекомендується застосування різних методів: індикативного аналізу, методу ієрархій та експертних оцінок, сценарного методу та інших [171].

Дані методики можуть бути використані в якості основи при формуванні комплексної методики оцінки стану та рівня енергетичної безпеки енергопідприємства. Звідки випливає, що застосування таких методик дає можливість оцінити рівень енергетичної безпеки лише сфери економічної

діяльності та лише на рівні регіонів чи загалом економіки держави. Разом з тим, існує проблема оцінки рівня енергетичної безпеки для енергопідприємств ЕЕС, які функціонують в економічній системі на мезо- та мікроекономічному рівні. Підходи до оцінки енергетичної безпеки у такому разі значно відрізняються від існуючих, оскільки потрібен вибір індикаторів-показників, які характеризують на енергопідприємствах такі безперервні процеси, як: генерація, передача, розподіл і споживання енергії.

Актуальність цієї тематики полягає у тому, що у сучасних методиках оцінки рівня енергобезпеки об'єктів ЕЕС на макро- та мезоекономічних рівнях не враховується стан рівня енергетичної безпеки промислових енергопідприємств на мікроекономічному рівні.

Для визначення стану енергетичної безпеки промислового енергопідприємства необхідно розробити комплексну методику оцінки рівня енергетичної безпеки енергопідприємства з урахуванням об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання електричної та теплової енергії, що входять до неї. Тому тематика досліджень, які присвячені удосконаленню комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства на мікроекономічному рівні, є актуальними.

Проведемо аналіз літературних даних, щодо оцінки рівня енергетичної безпеки підприємств. Для адекватної оцінки енергетичної безпеки у роботах [146, 180] пропонується використовувати систему індикаторів енергетичної безпеки, на основі якої надалі можливо формувати стратегію енергетичної безпеки енергопідприємства. Комплексно розглянуто низку аспектів, таких, як: організаційно-виробничі, техніко-технологічні, екологічні, стабільність енергозабезпечення та ін. Запропоновано методичний підхід для визначення інтегрального показника енергетичної безпеки на основі застосування індикативного та кваліметричного методу, який не дозволяє розв'язати проблему комплексної оцінки ЕБ підприємства в режимі реального часу.

У роботах [212, 258] розкрито проблему оцінки та управління енергетичної безпеки підприємства, а також досліджено та проаналізовано існуючі підходи до визначення, класифікації та оцінки рівня енергетичної безпеки підприємства. Запропоновано метод оцінки рівня енергетичної безпеки підприємства на основі порівняння фактичних даних із нормативними, однак це не дозволяє розв'язати проблему проведення автоматизованого моніторингу рівня енергетичної безпеки підприємства.

Так, у роботі [176] встановлено, що визначення енергетичної безпеки має контекстуальний та динамічний характер, при цьому важливим аспектом є енергоефективність підприємства. Відмічена величезна кількість значних відмінностей між дослідженнями і спостереженнями енергетичної безпеки підприємств. Проте не розв'язана проблема вибору основних критеріїв для оцінки стану енергобезпеки підприємств, а особливо при формуванні системи індикаторів.

У роботі [213] енергетична безпека розкрита як безпека доступності та надійності постачання енергоресурсів. Оцінка енергетичної безпеки проведена з урахуванням енергетичної та економічної ефективності, стійкості та безпеки електропостачання об'єктів споживання енергії. В той же час, не розв'язана проблема обліку стану енергетичної безпеки об'єктів генерації енергії.

У роботі [204] показано зростання використання індикаторів енергетичної безпеки оскільки підходи, засновані на показниках, особливо підходять для моделювання безлічі вимірювань та порівнянь. Проте це не дозволяє розв'язати проблему визначення кількісних і якісних показників рівня енергетичної безпеки.

У роботі [178] показано, що оцінка рівня енергетичної безпеки, проводиться з використанням системи індикаторів-показників, при цьому береться до уваги їх залежність від:

- різних видів палива та загального економічного становища;
- політики цін на теплову та електричну енергію.

Такий підхід не вирішує проблему оцінки рівня енергетичної безпеки на

мікрорівні економіки об'єктів електроенергетичних систем.

У роботі [198] показано, що енергетична безпека не обмежується лише об'єктами генерації атомної електростанції, а передбачає створення нової основи для дослідження та аналізу у причинно-наслідковому контексті. Отримано результати, які показали, що не вирішена проблема з вироблення управлінського рішення на зменшення впливу або ліквідацію загроз енергетичної безпеки підприємства.

У роботі [249] показано, що енергетичної безпеки, як змінна величина, може використовуватися як залежна або незалежна змінна. У більшості досліджень досі енергетичної безпеки мається на увазі і визначається змінними. Дослідження показали, що не вирішена проблема зв'язку між відновлюваними джерелами енергії та енергетичної безпеки у короткостроковій перспективі, а також проблема впливу виробництва енергії з відновлюваних джерел на ризики, які загрожують енергетичній безпеці.

У робот [222] показано, що оскільки енергетичної безпеки стає дедалі актуальнішою темою, необхідна надійна методична основа підвищення її рівня. Запропоновано методичні рекомендації, що ґрунтуються на кількісних підходах для вимірювання та підвищення енергетичної безпеки на всіх рівнях економіки. Отримано результати, які показали, що не вирішена проблема комплексної оцінки рівня енергобезпеки об'єктів генерації, передачі, розподілу і споживання енергії.

У роботі [117] відмічено, що стадії економічного розвитку промислового підприємства, залежать від: транспортної і телекомунікаційної структури; енергопостачання; наслідків зміни клімату; поновлюваних джерел енергії; виробничих технологій; охорона здоров'я; освіти і різноманітності екосистеми. Дослідження показали, що не вирішена проблема управління матеріальними потоками через відсутність оперативної динамічної інформації про стан енергобезпеки підприємства.

У роботі [118] запропонована система економічного оцінювання результатів

науково-технічних робіт в умовах економічного розвитку промислового підприємства, яка дає змогу узагальнити чинні оцінювальні підходи. Отримано результати, які показали, що не вирішена проблема комплексної оцінки рівня енергобезпеки енергопідприємства з урахуванням зовнішніх загроз, що виходять із ЕЕС на макро- та мезоекономічних рівнях.

У роботі [119] обґрунтовано та досліджено сукупність структурно-логічних підсистем розвитку, що взаємопов'язані між собою та функціонують, ураховуючи специфіку їх впливу на стратегічно-аналітичного забезпечення промислових підприємств. Отримано результати, які показали, що не вирішена проблема комплексної оцінки рівня енергобезпеки промислових підприємств за допомогою використання різних методів аналізу та оцінки стану енергетичної безпеки енергопідприємства.

У роботах [120,238] показана і розкрита проблема вироблення управлінських рішень, на основі оцінки стану і рівня енергетичної безпеки промислових підприємств. Отримано результати, які показали, що не вирішена проблема вироблення управлінських рішень на ліквідацію загроз, в автоматизованому режимі реального часу.

У роботі [248] запропоновані методи оцінювання рівня цих перешкод за сукупністю досліджуваних промислових підприємств і за окремими видами фінансово-економічних бар'єрів на шляху до скорочення споживання енергоресурсів. Побудовані моделі обґрунтування параметрів пільгового кредитування енергозберігаючих проєктів, що мають на меті реалізацію заходів зі скорочення споживання природного газу на промислових підприємствах. Дослідження показали, що не вирішена проблема впливу скорочення споживання енергоресурсів на енергетичну безпеку енергопідприємства.

У роботах [121, 209] розглянуто формування теоретико-методологічних підходів до структурування інформаційного забезпечення та оцінювання його значущості для досягнення енергозберігаючого економічного розвитку

промислових підприємств. Отримано результати, які показали, що не вирішена проблема вироблення формалізованих умов, за яких на промислових підприємствах відбувається енергозберігаючий економічний розвиток та обґрунтована важливість інформаційного забезпечення управління цим розвитком.

У роботі [239] розглянуті моделі вартісного оцінювання науково-технічних розробок промислових підприємств. Показано, що застосування комплексного підходу дозволяє досягти більш високого рівня точності економічного прибутку, оскільки враховується сукупність різнорідних ознак чинників впливу на ціну науково-технічної розробки на основі алгоритму теорії нечітких великих кількостей. Дослідження показали, що не вирішена проблема урахування сукупності різнорідних ознак чинників впливу на загрозу енергетичної безпеки енергопідприємства, в режимі реального часу.

Таким чином, аналіз робіт [117-121, 146, 176, 178, 180, 198, 204, 209, 212, 213, 222, 238, 239, 248, 249, 258,] показав, що існує частина невирішеної проблеми оцінки рівня енергетичної безпеки промислового підприємства, а саме:

- немає єдиної методики вибору критеріїв оцінки енергетичної безпеки та системи формування індикаторів ЕБ об'єктів промислового підприємства;
- не проводиться безперервний моніторинг зовнішніх та внутрішніх загроз енергетичної безпеки енергопідприємства в автоматизованому режимі реального часу;
- не проводиться облік стану енергетичної безпеки об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії для розрахунку інтегральної комплексної оцінки енергетичної безпеки промислового енергопідприємства.
- відсутній механізм з виробництва управлінського рішення на зменшення впливу або ліквідацію зовнішніх та внутрішніх загроз енергетичної безпеки енергопідприємства.

Це зумовлює необхідність глибшого дослідження основних напрямів, які забезпечують вирішення проблеми оцінки рівня енергетичної безпеки

промислового підприємства на мікроекономічному рівні.

Дослідження цієї тематики полягає в тому, що в сучасних методиках оцінки рівня енергобезпеки промислового енергопідприємства виникає проблема проведення безперервного контролю критеріїв та індикаторів енергобезпеки об'єктів генерації, передачі та споживання енергії. Для цього необхідно проводити безперервний моніторинг індикаторів та їх порогових значень щодо вироблення управлінських рішень для зниження впливу зовнішніх та внутрішніх загроз енергобезпеки промислового підприємства [234].

Виходячи з особливостей даних процесів, необхідно проводити неперервний моніторинг стану об'єктів у режимі реального часу з використанням програмно-обчислювальних комплексів (ПОК) автоматизованих систем управління технологічного процесу (АСУ ТП).

На практиці отримані результати дослідження можуть бути реалізовані для оцінки рівня енергобезпеки Запорізької атомної електростанції (ЗАЕС) в умовах воєнного стану шляхом впровадження обчислювального алгоритму комплексної методики у ПОК АСУ ТП. Це дозволить в режимі реального часу виявити внутрішні загрози у вигляді аварійних ознак через відхилення технологічних параметрів від норми і виробити управлінське рішення на зниження впливу загроз енергетичної безпеки ЗАЕС.

Метою дослідження є розробка комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства на основі організації безперервного моніторингу та контролю зміни індикаторів-показників, з урахуванням впливу зовнішніх та внутрішніх загроз енергетичної безпеки. Це дає можливість, на підставі розрахунку загальних інтегральних показників, визначити:

- ступінь стану критичності та оцінити рівень енергетичної безпеки ПЕП, для вироблення управлінського рішення на зниження впливу або ліквідацію зовнішніх та внутрішніх загроз енергетичної безпеки;
- знизити матеріальні збитки та економічні втрати ПЕП.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- розробити етапи для формування комплексної методики оцінки рівня ЕБ промислового енергопідприємства на мікроекономічному рівні;
- провести вибір критеріїв об'єкта дослідження енергетичної безпеки для формування системи індикаторів та їх показників;
- розробити обчислювальний алгоритм у складі програмно-обчислювального комплексу автоматизованої системи управління технологічними процесами енергопідприємства для впровадження комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства;
- провести дослідження результатів практичного застосування комплексної методики оцінки рівня енергобезпеки Запорізької атомної електростанції.

Розглянемо сучасні методи оцінювання рівня енергетичної безпеки промислового підприємства. Об'єктом дослідження є процес оцінювання рівня енергетичної безпеки промислового підприємства електроенергетичної системи (ЕЕС) на мікроекономічному рівні. Гіпотеза дослідження передбачає, якщо вибір і розрахунок критеріїв-індикаторів оцінки енергобезпеки підприємства проводити на основі методу автоматизованого моніторингу, то це дозволить оперативно виявити загрози, понизити матеріальний збиток і економічні втрати енергопідприємства.

Складність опису енергетичної безпеки енергопідприємства складається у тому, що представлення його, як об'єкта управління потребує врахування певного набору параметрів, які характеризують його основні властивості та функції.

У існуючих підходах для методик оцінки рівня енергетичної безпеки дослідження та аналізу промислових підприємств такі набори параметрів групуються на основі різних критеріїв та характеристик параметрів, пов'язаних виключно з процесами споживання енергії. З погляду оцінки енергетичної безпеки, у таких підходах пропонується розглядати лише процес забезпечення стабільності енергопостачання, таким чином звужуючи трактування енергетичної безпеки до «безперервності енергопостачання відповідно до потреб підприємства».

Однак такий підхід зовсім не враховує вплив зовнішніх та внутрішніх загроз на кількісні та якісні показники електричної та теплової енергії під час її генерації, передачі та розподілу на об'єкти споживання. Крім того, це призводить до обмеження набору параметрів, які необхідно брати до уваги під час аналізу та оцінки впливу на енергетичну безпеку зовнішніх загроз з боку негативних факторів на мезорівні економіки. При цьому показники та параметри повинні визначатися, виходячи з поточних значень, які змінюються в динамічному режимі реального часу.

Аналіз методичних підходів показав, що не повинно бути відносного спрощення аналізу рівня енергетичної безпеки у спосіб оцінки загроз та забезпечення безпеки лише «важливих» енергетичних систем. Саме ці системи пов'язані одним процесом «потоків енергії» (енергетичні ресурси, технології та споживачі) і забезпечують критичні функції на різних рівнях економіки. Звідси слід зазначити, що така суперечність є однією з причин, чому на сьогодні у вчених та фахівців не існує єдиного методичного підходу до виділення та опису стану енергетичної безпеки об'єктів ЕЕС. Це диктує необхідність удосконалення методичних підходів щодо дослідження та аналізу енергетичної безпеки, які можуть бути використані в основі формування комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки енергопідприємства. При цьому необхідно враховувати зовнішні загрози, які можуть виходити від об'єктів на макро та мезорівні, а також контроль внутрішніх загроз у процесі виробництва, передачі, розподілу та споживання енергії [234].

Для якісної та кількісної оцінки стану енергетичної безпеки об'єктів ЕЕС на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки, в методиках оцінки енергобезпеки, мають практичне застосування різні ефективні методи дослідження та аналізу енергетичної безпеки.

Для дослідження процесу оцінювання рівня енергетичної безпеки промислового підприємства були використані наступні методи [146,171]:

1. Метод індикативного аналізу – для формування системи індикаторів та їх порогових значень, які дозволяють оцінити ступінь критичності стану енергобезпеки енергопідприємства та розробити комплекс заходів для ліквідації та попередження загроз.

2. Метод аналізу ієрархії – для представлення процесу прийняття рішення у вигляді ієрархічної структури: вершиною структури є рішення, нижче розташовані групи критеріїв, що об'єднують критерії, за якими здійснюється оцінка альтернатив. На нижньому рівні ієрархії розташовані об'єкти, які порівнюються за значеннями критеріїв вищих рівнів керування. Це дозволить обрати пріоритетні сценарії управління розвитком промислового енергопідприємства з позиції підвищення рівня енергетичної безпеки у довгостроковій перспективі.

3. Метод експертних оцінок – для визначення кількісних (якісних) критеріїв та вагових коефіцієнтів при оцінці рівня енергобезпеки промислового енергопідприємства та прийняття оптимального рішення за можливої недостовірності чи недостатності первинних даних.

4. Метод розміщення пріоритетів – дозволяє визначити вплив окремих управлінських впливів на фактори енергетичної безпеки об'єктів промислового енергопідприємства.

5. Метод автоматизованого безперервного моніторингу – для оперативного контролю динаміки зміни індикаторів-показників з вироблення управлінських рішень щодо зниження впливу загроз енергетичній безпеці, що може значно знизити матеріальні збитки та економічні втрати. Це дозволяє описати ступінь зміни критеріїв-індикаторів у режимі реального часу, а також розширити та збільшити спектр виявлення загроз, що дозволить оперативно ініціювати заходи щодо їх усунення на ранніх стадіях.

Кожен із цих методів має переваги та недоліки, унікальні особливості, які застосовуються до об'єктів ЕЕС на різних економічних рівнях.

Аналіз методів дослідження стану енергетичної безпеки з погляду їх

застосування в комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства та вироблення критеріїв для оцінювання ступеня його енергетичної безпеки на мікрорівні економіки показав [234]:

- що вони є шаблонними;
- що застосування формалізованих методів у подібних умовах обмежене та передбачає залучення професійних аналітиків у сфері оцінки енергетичної безпеки;
- застосування первинної інформації, для розрахунку індикаторів та їх порогових значень у вигляді статистичних даних;
- застосування спеціалізованого енергометричного інструментарію.

Слід також зазначити, що складові (об'єкти) оцінювання енергетичної безпеки енергопідприємства дуже сильно залежать від технічного оснащення та технологічного виробництва енергії. Тому технологічні параметри у вигляді первинної інформації змінюються в режимі реального часу. Це сприяє також доданню та видаленню індикаторів, саме тому стає неможливе досягнення високого рівня енергетичної безпеки енергопідприємства із застосуванням вище розглянутих методів. Крім того, застосування методів дослідження енергетичної безпеки на основі обраних показників та критеріїв має запобігати багатьом позаштатним аварійним ситуаціям, а також сприяти збільшенню якості енергії та її безперебійності.

Таким чином, з точки зору застосування розглянутих вище методів для оцінки рівня енергетичної безпеки енергопідприємства, доцільним є спрощення їх часткового застосування. Наповненість цих методів не виправдовує результат аналізу енергетичної безпеки, через несумісність всього спектра стандартних критеріїв.

Аналіз розглянутих методів також показав, що прийняття рішення на основі цих методів, із-за припущень, часто не дає бажаного ефекту через значні похибки і ризики. Головними причинами цих допущень є [234]:

- по-перше, неможливість урахування всіх джерел: зовнішніх, а особливо

внутрішніх загроз;

- по-друге, відсутність досить повної первинної несуперечливої інформації;
- по-третє, вплив на процеси формування різного роду неконтрольованих зовнішніх впливів, переважно негативного характеру.

Рішення поставленого завдання може здійснюватися з урахуванням тієї обставини та припущення, що первинна інформація, яка лежить в основі формування системи індикаторів та їх порогових і узагальнених показників, неповна та нечітка. Вона може бути недостовірною, що зазвичай призводить до матеріальних збитків та економічних втрат. Застосування комбінованого методу дослідження енергетичної безпеки енергопідприємства у вигляді сукупності відомих методів при проведенні безперервного моніторингу загроз у режимі реального часу є цілком логічним і природним рішенням даної проблеми.

Тим більше, що в порівнянні з іншими методами похибка прогнозування в цьому випадку мінімальна. Звідки випливає, що застосування практично запропонованого комбінованого методу безперервного моніторингу індикаторів енергетичної безпеки дозволить промисловим енергопідприємствам своєчасно запобігти або мінімізувати втрати виробничих ресурсів і цим вплинути на обсяг прибутку.

Розглянемо формування комплексної методики оцінки рівня енергобезпеки промислового підприємства. Для дослідження стану енергетичної безпеки енергопідприємства слід розуміти, що це стан повного задоволення енергетичних потреб підприємства за умови найбільш ефективного використання його енергоресурсів. При цьому головною метою досягнення рівня енергетичної безпеки енергопідприємства є забезпечення ефективного функціонування в реальних умовах та в прогнозованому майбутньому.

Запропоновано визначення стану енергетичної безпеки енергопідприємства проводити на основі використання комплексної методики оцінки її рівня з об'єктами генерації, передачі, розподілу та споживання енергії. На підставі

розглянутих методичних підходів щодо дослідження стану енергетичної безпеки підприємства запропоновано розробити та дослідити процес формування комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки енергопідприємства на мікроекономічному рівні.

Мета та завдання комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства полягає в тому, що вона має забезпечувати обґрунтування ефективності управлінських рішень. Це дозволить значно знизити вплив або повну ліквідацію зовнішніх та внутрішніх загроз, і тим самим мінімізувати матеріальні збитки та економічні втрати.

Для цього запропоновано розробити та дослідити основні етапи щодо формування комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки енергопідприємства та його об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії (рис. 2.13).

В методиках оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства немає чіткого розмежування цих підприємств за функціональним призначенням. Це вносить суттєві припущення чи обмеження, щодо застосування різних показників, індикаторів та його порогових значень визначення стану ЕБ енергопідприємства.

Тому, в роботі запропоновано в якості об'єктів дослідження енергетичної безпеки на мікрорівні економіки певну сукупність об'єктів (рис. 2.14). Такий поділ дозволить визначити конкретні об'єкти дослідження енергетичної безпеки, в яких можуть існувати негативні фактори у вигляді загроз, що впливають на зміну стану енергетичної безпеки енергопідприємства. Крім того, такий підхід дозволить більш достовірно та якісно визначити узагальнений комплексний показник для оцінки рівня енергетичної безпеки всього енергопідприємства на мікроекономічному рівні. Для цього необхідно провести дослідження кожного об'єкта енергопідприємства, так він характеризується конкретними критеріями та параметрами стану, які описують поточний стан енергетичної безпеки.

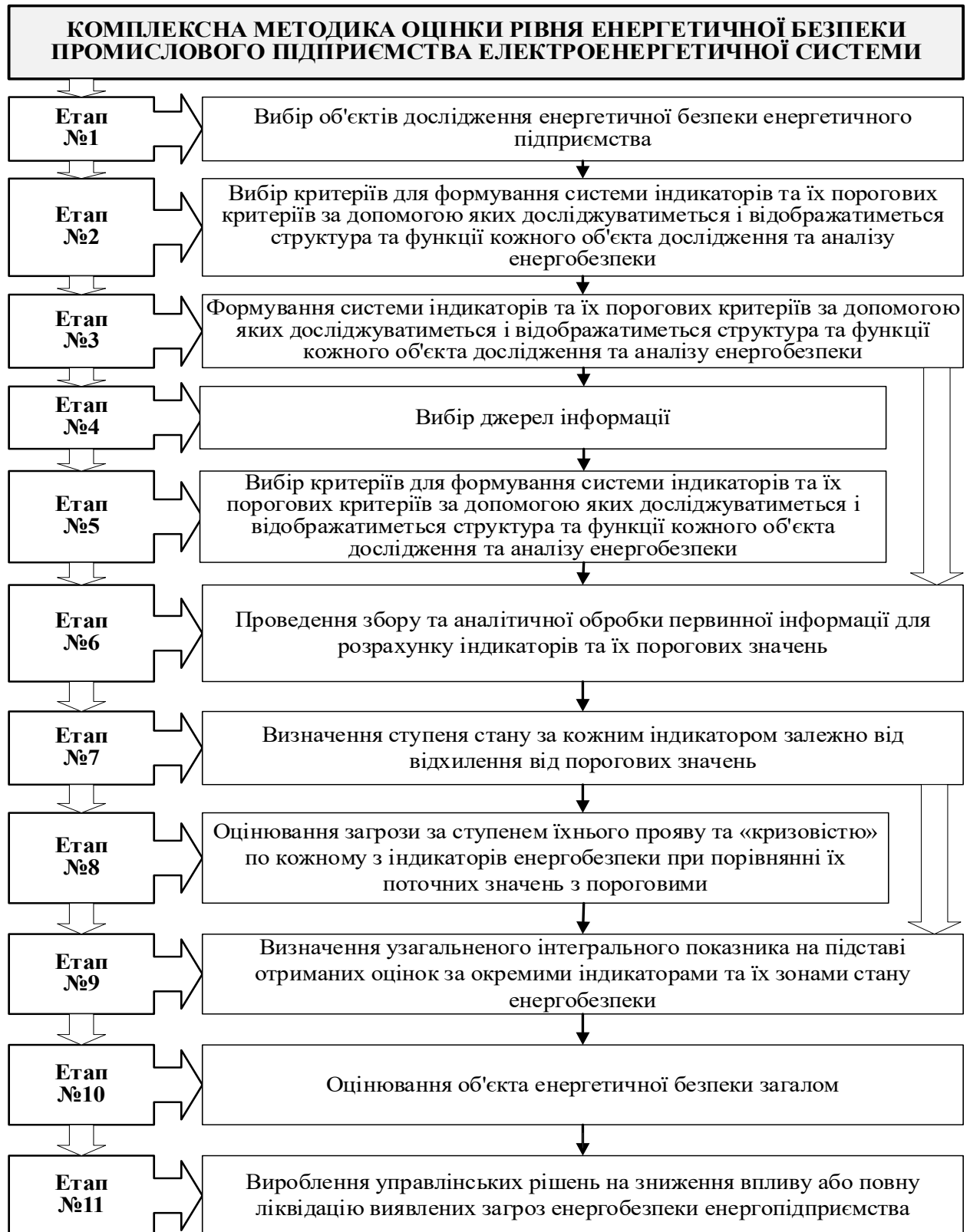


Рис. 2.13. Комплексна методика оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства (розробка автора)



Рис. 2.14. Об'єкти дослідження енергетичної безпеки на мікрорівні економіки
(розробка автора)

Розглянемо вибір критеріїв об'єкта дослідження енергетичної безпеки для формування системи індикаторів та їх показників. Важливим елементом методики є вибір критеріїв енергетичної безпеки для формування системи індикаторів та обґрунтування їх порогових значень при аналізі стану енергетичної безпеки.

Для цього використовуються індикатори, які прийнято розглядати як граничні значення показників, що характеризують діяльність та розвиток підприємств у різних функціональних сферах, що відповідають певному рівню, як енергетичної, так і економічної безпеки.

Порогові значення – це граничні величини, недотримання значень яких перешкоджає нормальному ходу розвитку різних елементів відтворення, призводить до формування негативних, руйнівних тенденцій, як в частині енергетичної безпеки, так і фінансово-економічної безпеки. Система показників-індикаторів, які отримали кількісне вираження, дозволяє заздалегідь сигналізувати про загрозу і вживати заходів щодо попередження виниклої загрози енергетичній безпеці підприємства. Для дослідження стану енергетичної безпеки підприємства необхідно спрогнозувати виникнення різних загроз, а отже, визначити індикатори-

показники, які при порівнянні їх розрахункових значень з пороговими, характеризуватимуть ступінь впливу виниклих загроз. Тому для забезпечення енергетичної безпеки енергопідприємства запропоновано сформувати таку систему індикаторів, яка комплексно враховує можливі прогнозовані зовнішні загрози, які можуть сформуватися в регіоні. При цьому формування внутрішніх загроз необхідно враховувати на об'єктах генерації, передачі, розподілу та споживання енергії.

До складу комплексної системи індикаторів запропоновано ввести такі показники-індикатори, як показано в табл. 2.2. На етапі виконання розрахунків індикаторів за наведеними нижче формулами проводиться порівняння отриманих значень з пороговими значеннями, для визначення межі переходу індикаторів від нормального до передкризового і далі до кризового. Відповідно до вимог розробленої комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства запропоновано наступний методичний підхід. Він дозволяє визначити зони стану енергетичної безпеки, в які можуть входити поточні значення індикаторів після їх визначення (розрахунку) для порівняння з пороговими значеннями (табл. 2.3). З табл. 2.3 видно, що стан енергетичної безпеки умовно розбито на такі зони та підзони:

- нормальний стан;
- передкризовий (початковий; який розвивається; критичний);
- кризовий (нестабільний; загрозливий; критичний; надзвичайний).

Для всіх зон та підзон стану енергетичної безпеки визначено індекси критичності ситуації, яким відповідають певні значення індикаторів та їх порогових критеріїв. Співвідношення поточних значень індикатора з пороговими критеріями змінюється за зонами (підзонами) і залежить в яку зону (підзону) потрапляє індикатор і порівнюється з пороговим значенням для даної зони (підзони). Далі залежно від обраної зони (підзони) відбувається визначення вагового коефіцієнта, який змінюється від 0÷1.

Таблиця 2.2

Вибір критеріїв формування системи індикаторів енергобезпеки

№	Критерій	Індикатор	Параметри
1	2	3	4
1	Споживання ЕЕ на душу населення регіону, кВт·г/чол	$I_{n1} = \frac{E_{pkb} \cdot 10^6}{N_n}$	E_{pkb} – споживання енергії, кВт·г; N_n – чисельність населення регіону, тис. чол.
2	Частка власних джерел у балансі ЕЕ регіону, %	$I_{n2} = \frac{E_{vee}}{E_{pee}} \cdot 100\%$	E_{vee} – вироблення ЕЕ за період аналізу, кВт·г; E_{pee} – потреба ЕЕ, кВт·г.
3	Частка власних джерел у балансі паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), %	$I_{n3} = \frac{R_{sr}}{P_{pee}} \cdot 100\%$	R_{sr} – власні енергетичні ресурси (ЕР) у балансі ПЕР, т.у.п.; P_{pee} – ЕР споживання у балансі ПЕР, т.у.п.
4	Частка домінуючого ЕР власних джерел у балансі ПЕР, %	$I_{n4} = \frac{\max(P_y, P_g)}{P_{pter}} \cdot 100\%$	P_y – частка вугілля у балансі ПЕР регіону т.у.п.; P_g – частка газу у балансі ПЕР регіону т.у.п.; P_{pter} – ПЕР у балансі регіону, т.у.п.
5	Частка встановленої потужності найбільшої ЕС регіону, %	$I_{n5} = \frac{P_{kr}}{P_{yst}} \cdot 100\%$	P_{kr} – потужність великої ЕС регіону, МВт; P_{yst} – встановлена потужність ЕС регіону, МВт.
6	Частка наявної потужності ЕС до максимального електричного навантаження споживачів регіону, %	$I_{n6} = \frac{\max(P_{ps})}{P_{max}} \cdot 100\%$	P_{ps} – пропускна спроможність потужної ЛЕП регіону із сусідніми регіонами, МВт; P_{max} – максимальне електричне навантаження споживачів регіону, МВт.
7	Рівень інвестування об'єктів регіону, %	$I_{n7} = \frac{W_{kv}}{W_{gor}} \cdot 100\%$	W_{kv} – обсяг капіталовкладень у об'єкти, грн; W_{gor} – річний обсяг виробництва ЕЕ, \$ США.
8	Кількість викидів в атмосферу від об'єктів на одиницю площі, т/км ²	$I_{n8} = \frac{V_{vv}}{S_{ter}}$	V_{vv} – обсяг викидів шкідливих речовин від об'єктів ЕЕ біля регіону, т; S_{ter} – площа території, км ² .
9	Питомий обсяг викидів шкідливих речовин від об'єктів ТЕС біля регіону на одиницю площі, т/кВт·г	$I_{n9} = \frac{V_{tes} \cdot 10^3}{E_{ee} + Q_{tes} \cdot a_{tes}}$	V_{tes} – обсяг викидів шкідливих речовин, т; E_{ee} – обсяг виробітку ЕЕ на ТЕС, кВт·г; Q_{tes} – обсяг виробітку теплової енергії (ТЕ) на ТЕС, Гкал; a_{tes} – коефіцієнт перерахунку ТЕ, МВт·г/Гкал.
10	Частка сальдованого прибутку до обсягу виробництва ЕЕ, %	$I_{n11} = \frac{P_{spee}}{V_{eer}} \cdot 100\%$	P_{spee} – сальдований прибуток ЕЕС, грн; V_{eer} – річний обсяг виробництва ЕЕ, кВт·г

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4
11	Енергоємність валового продукту в порівнянних цінах на виробництво ЕЕ, т.у.п/\$ США	$I_{n12} = \frac{Q_{ven} \cdot 10^6}{V_{vtp}}$	Q_{ven} – кількість спожитої енергії, т.у.п; V_{vtp} – обсяг валового регіонального продукту у порівнянних цінах, \$ США.
12	Ступінь зносу ОПФ галузі виробництва ЕЕ, %	$I_{n13} = \frac{\beta_{max} - \beta_{min}}{n - 1}$	β_{max} – максимальний ступінь зносу ОПФ виробництва ЕЕ за розрахунковий період, %; β_{min} – мінімальний ступінь зносу ОПФ виробництва ЕЕ за розрахунковий період, %; n – кількість років, рік.
13	Частка простроченої кредиторської заборгованості об'єктів до річного обсягу ЕЕ, %	$I_{n10} = \frac{S_{kz}}{V_{eer}} \cdot 100\%$	S_{kz} – прострочена кредиторська заборгованість об'єкта ЕЕ за період, \$ США; V_{eer} – річний обсяг виробництва ЕЕ, кВт·г.

Таблиця 2.3

Визначення зони стану рівня енергобезпеки промислового підприємства

№	Зона стану енергобезпеки	Співвідношення поточних значень індикатора з пороговим критерієм
1	Нормальна	$X_{ij} < X_{nk,i}$
2	Передкризова	$X_{nk,i} \leq X_{ij} < X_{k,i}$
3	Кризова	$X_{ij} \geq X_{k,i}$

Таким чином, даний підхід дозволяє визначити зону стану енергетичної безпеки всієї системи сформованих індикаторів. Однак слід зазначити, що при розрахунку індикаторів та їх порогових значень важливим фактором є часовий критерій, тому для кожного такого часового відрізка необхідно вводити ковзне граничне значення індикатора.

Розглянуті етапи методики, щодо визначення загального інтегрального показника ступеня кризовості енергетичної безпеки енергопідприємства.

Для визначення загального інтегрального показника стану енергетичної безпеки енергопідприємства запропоновано такий вираз (2.4):

$$I_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{N}, \quad (2.4)$$

де I_{Σ} – загальний інтегральний показник ступеня кризовості енергетичної безпеки;

I_i – кількісна оцінка ступеня кризовості ситуації за вагомими показниками індикаторів;

n – кількість індикаторів, за якими визначається кризовість енергетичної безпеки;

N – кількість об'єктів аналізу стану енергетичної безпеки.

Після визначення загального інтегрального показника ступеня кризовості енергетичної безпеки енергопідприємства йде порівняння та зіставлення значення показника з діапазонами значень кількісних оцінок ступеня кризовості, які відповідають тій чи іншій ситуації з енергетичної безпеки. Після визначення належності загального інтегрального показника I_{Σ} до того чи іншого діапазону бальних оцінок, робиться висновок про рівень кризовості ситуації, а, отже, проводиться оцінка рівня енергетичної безпеки.

Таким чином, сформована система індикаторів, а також їх розрахунок та порівняння з пороговими критеріями для визначення загального інтегрального показника, дозволяє враховувати ієрархічну структуру енергетичної безпеки ЕЕС на макро- та мезо- рівнях. Це дає можливість забезпечити інтеграцію цих показників в якості первинної інформації для вибору та розрахунку індикаторів у комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки енергопідприємства на макро- та мезорівнях економіки. Розглянуті підходи щодо реалізації етапу прийняття управлінського рішення для комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства. За отриманими узагальненими результатами та комплексною оцінкою рівня ЕБ, проводиться реалізація етапу прийняття управлінського рішення, яке необхідне для своєчасної

реакції на виникаючі загрози енергетичної безпеки. Для цього необхідно розробити та реалізувати певну систему заходів (рис. 2.15).

Тут може відбуватися координація змінних стану енергетичної безпеки енергопідприємства. Якщо змінні виходять за рамки допустимих порогових значень, необхідні керуючі впливи для повернення змінних в режим безпечного стану. Звідки випливає що в режимі нормального функціонування енергопідприємства повинна забезпечуватись норма прийняттого ризику, а у разі виникнення аномальної ситуації (загроз) виникає завдання, щодо мінімізації значень ризику.

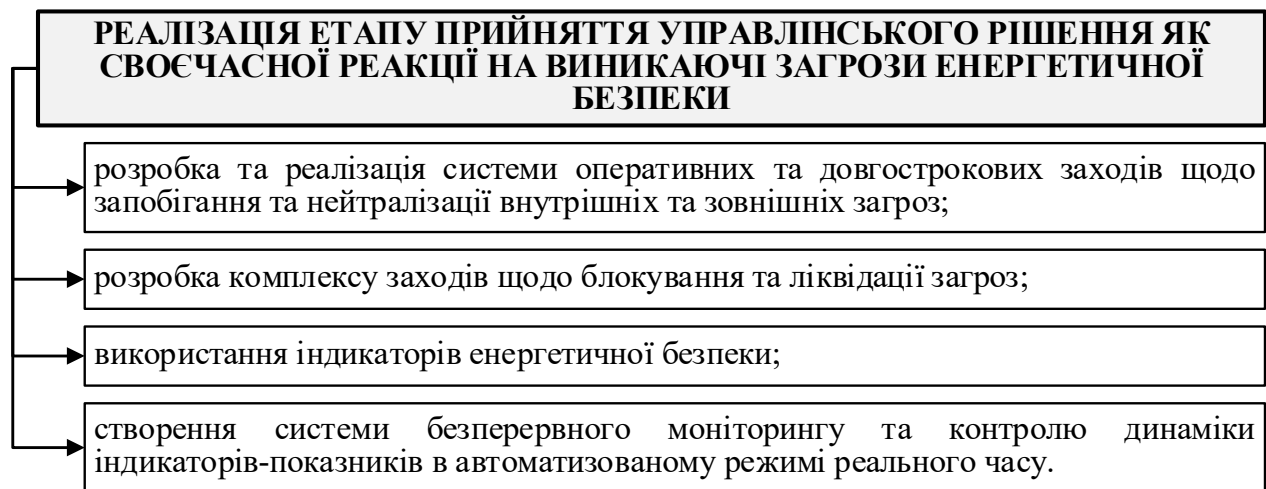


Рис. 2.15. Реалізація етапу прийняття управлінського рішення як своєчасної реакції на виникаючі загрози енергетичної безпеки *(розробка автора)*

Звідки випливає, що для об'єктивного та всебічного дослідження та аналізу енергетичної безпеки, необхідно проведення безперервного моніторингу та контролю, що дозволяє постійно відстежувати стан кризовості ситуації, виявляти загрози. Це дає можливість визначати напрями та розробляти заходи, щодо протидії цим загрозам, для недопущення матеріальних збитків та економічних втрат.

Така оперативна інформаційно-аналітична система спостережень за динамікою показників енергетичної безпеки має особливе значення для таких

об'єктів генерації, як енергоблоки електростанцій. Крім того, на цих об'єктах генерації, для дослідження та аналізу стану енергетичної безпеки, необхідно отримувати первинну інформацію та відстежувати її зміни у режимі реального часу.

Розглянемо розробку обчислювального алгоритму для практичної реалізації комплексної методики оцінки рівня енергобезпеки енергопідприємства. Важливим елементом для комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства є відбір первинної інформації для розрахунку індикаторів та їх порогових критеріїв на основі організації системи безперервного моніторингу.

Збір та забезпечення достовірною інформацією потрібної кількості та якості, необхідної для вирішення завдання аналізу та дослідження енергетичної безпеки об'єктів енергопідприємства, що відображає фактичний стан об'єкта, що досліджується, необхідно проводити з використанням безперервного моніторингу.

Моніторинг, як система регулярних тривалих спостережень у просторі та в часі дозволяє проводити оперативний контроль поточних значень параметрів технологічних процесів генерації, передачі, розподілу та споживання електричної та теплової енергії. Це дає можливість надати інформацію про минулий та сучасний стан об'єкта спостереження, що дозволяє прогнозувати всі позаштатні зміни її параметрів.

Так як відмінною особливістю енергопідприємств є те, що процеси генерації, передачі, розподілу та споживання електричної та теплової енергії відбуваються одночасно, то безперервний моніторинг необхідно проводити в автоматизованому режимі реального часу.

При цьому необхідно використовувати такі інформаційно-вимірювальні системи як: АСУ ТП енергоблоку електростанцій та АСУ контролю та обліку електричної енергії.

Запропоновано для кількісного визначення величин індикаторів-показників енергетичної безпеки проводити постійний моніторинг динаміки зміни первинної

інформації про технологічні параметри процесів генерації, передачі, розподілу та споживання теплової та електричної енергії.

Здійснення безперервного моніторингу факторів, що викликають загрози енергетичної безпеки при використанні індикаторів та порогових значень, дозволяє виявити ймовірність настання кризових ситуацій на об'єктах енергопідприємств та запобігти можливим матеріальним збиткам та економічним втратам.

Також аналіз показав, що це індикатори та його порогові значення мають динамічний стан, тому для їхнього оперативного розрахунку необхідне отримання вихідних первинних даних у автоматизованому режимі реального часу.

Для реалізації етапів формування комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства та виконання збору, обробки первинної інформації про індикатори-показники для їх розрахунку було розроблено та запропоновано обчислювальний алгоритм (рис. 2.16).

Алгоритм, на підставі визначення узагальненого інтегрального показника, дозволяє вибрати зону стану енергетичної безпеки, а у разі передкризового або кризового стану виробити управлінське рішення на оперативний вплив та регулювання обраних індикаторів. Це сприяє, в режимі реального часу, зниженню впливу чи ліквідації виявлених загроз енергетичної безпеки.

Для практичної реалізації обчислювального алгоритму, щодо викладання етапів формування комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства в автоматизованому режимі, була розроблена та запропонована структурно-функціональна схема обчислювального комплексу (рис. 2.17).

Як видно зі схеми (рис. 2.17), обчислювальний модуль алгоритму для оцінки рівня енергобезпеки енергопідприємства входить до складу програмно-обчислювального комплексу АСУ ТП енергоблока електростанції.

В якості первинної інформації для розрахунку обраних індикаторів-показників використовуються дані про поточні значення технологічних параметрів

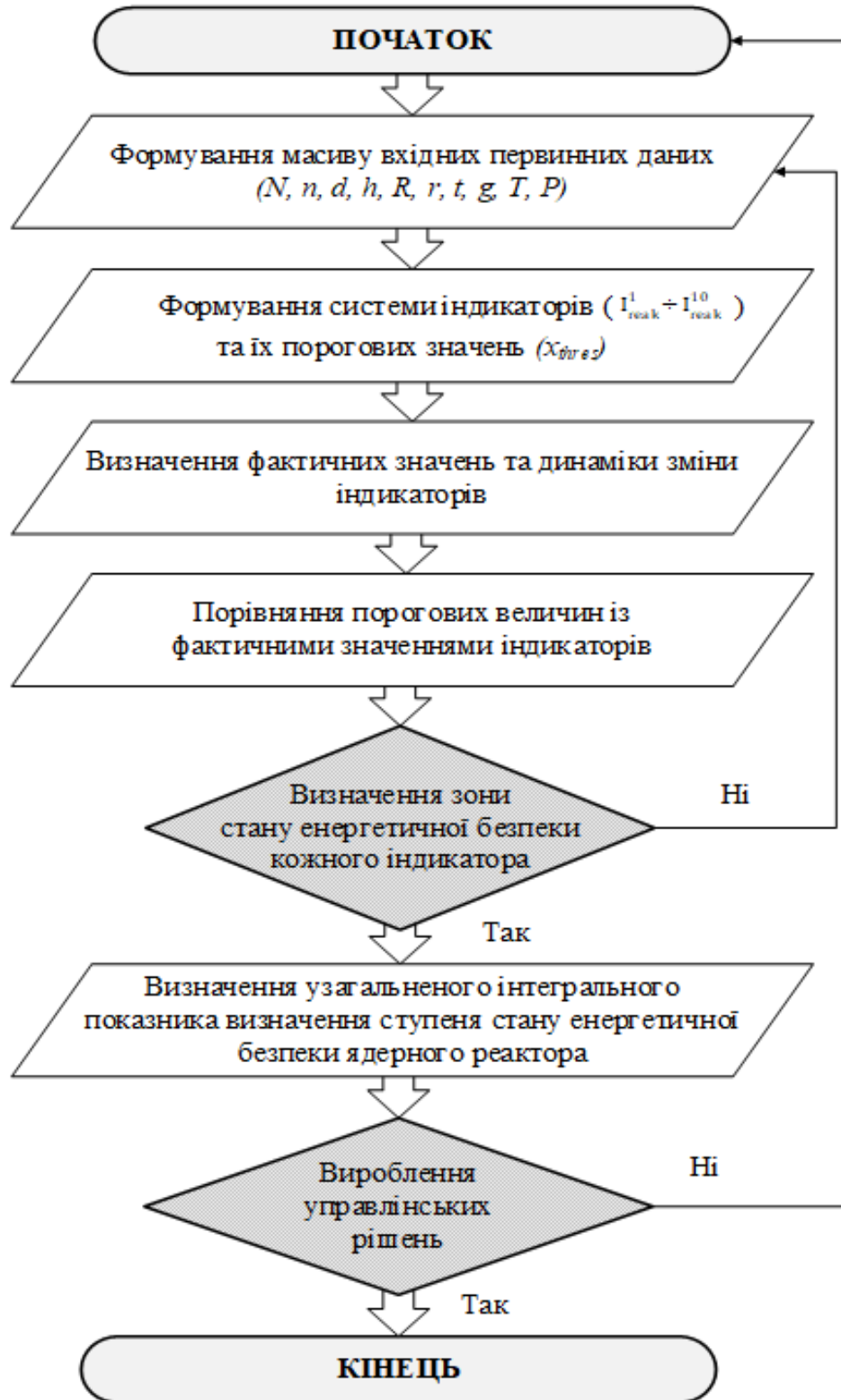


Рис. 2.16. Алгоритм комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства (розробка автора)

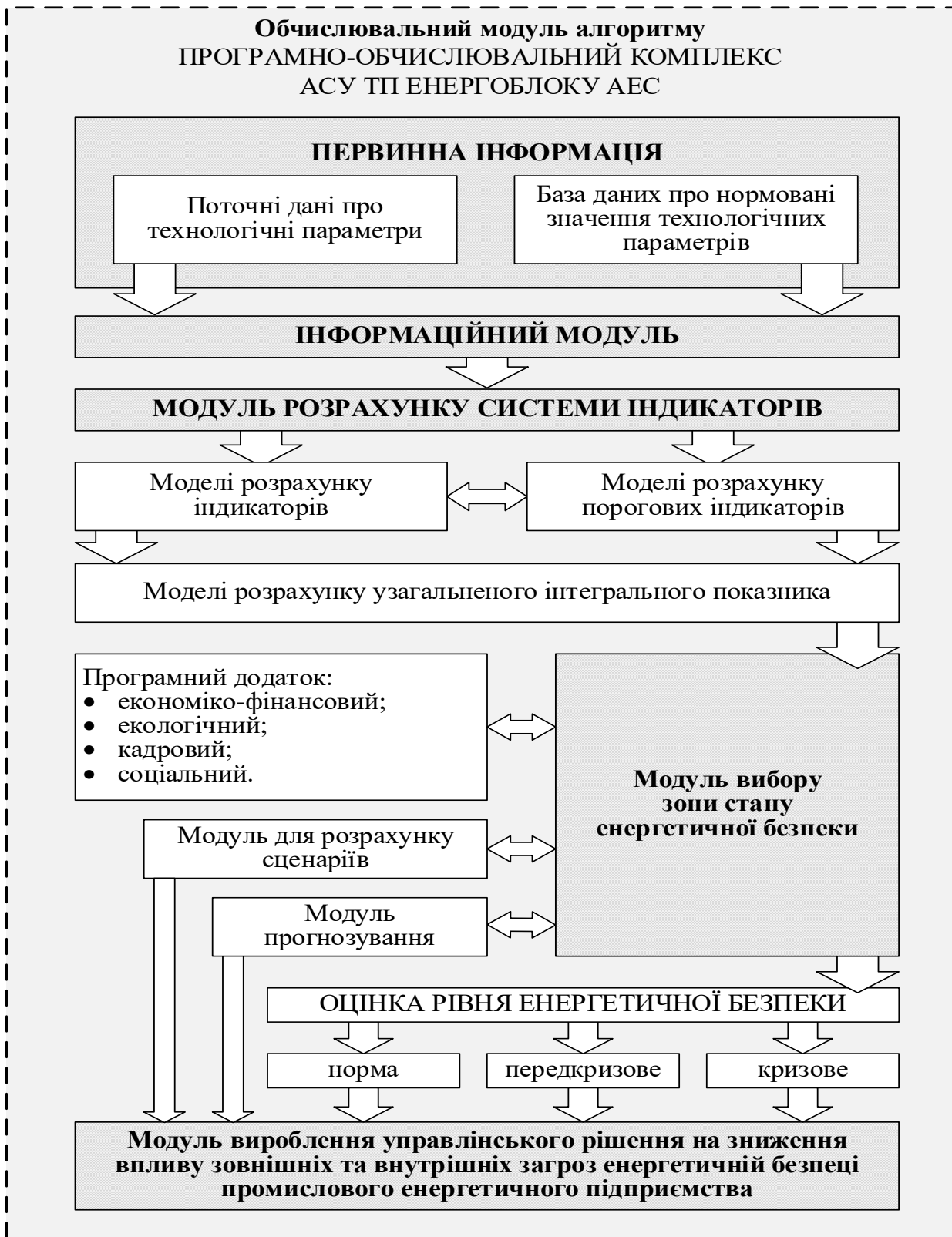


Рис. 2.17. Структурно-функціональна схема програмно-обчислювального комплексу автоматизованої системи управління технологічним процесом об'єкта генерації промислового підприємства (розробка автора)

(на АЕС понад 50000 технологічних параметрів), а також з бази даних АСУ ТП енергоблока електростанції [188].

Це дозволяє оперативно проводити безперервний моніторинг та контроль індикаторів та їх порогових значень в автоматизованому режимі реального часу і цим самим розрахувати узагальнений інтегральний показник для визначення стану енергетичної безпеки.

Для реалізації обчислювального алгоритму проведення безперервного моніторингу та контролю індикаторів та їх порогових значень для дослідження енергетичної безпеки, до складу програмно-обчислювального комплексу (ПОК) АСУ ТП запропоновано включити такі елементи:

- інформаційний модуль, який виконує операції зі збирання, обробки та зберігання поточних значень технологічних параметрів, які в якості первинної інформації будуть використані для розрахунку індикаторів-показників у режимі реального часу;

- база даних, що містить статистичні нормовані значення технологічних параметрів технологічного процесу виробництва енергії для різних режимів функціонування об'єктів генерації;

- розрахунковий модуль, в якому на основі обчислювальних моделей проводиться розрахунок значень індикаторів та їх порогових критеріїв з урахуванням їхнього поточного динамічного стану;

- модуль для розрахунку узагальненого показника з метою оцінки рівня енергетичної безпеки;

- модуль вибору зони стану енергетичної безпеки та визначення оцінки її рівня;

- модуль прогнозування зміни динаміки індикаторів та їх порогових критеріїв для аналізу узагальненого показника оцінки стану енергетичної безпеки;

- модуль побудови сценаріїв для моделювання керуючих впливів чи можливих загроз з урахуванням зміни впливу загроз оцінювати реальний стан ЕнБ

об'єктів генерації.

– програмні додатки, які містять складові економічної, фінансової, екологічної, кадрової та соціальної безпеки та істотно впливають на стан енергетичної безпеки.

Таким чином, запропонований обчислювальний алгоритм дозволяє:

– реалізувати етапи формування комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства;

– забезпечити проведення безперервного моніторингу та контролю індикаторів та їх порогових значень у режимі реального часу;

– на основі отриманої оцінки рівня стану енергетичної безпеки, виробити управлінське рішення на зниження впливу чи повну ліквідацію загроз.

Розглянемо практичне застосування комплексної методики оцінки рівня енергобезпеки Запорізької атомної електростанції. Практичне застосування комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства було запропоновано розглянути на прикладі об'єкта генерації – Запорізької атомної електростанції (ЗАЕС).

Враховуючи специфіку дослідження, що стосується безпосередньо генеруючих джерел ПЕП, домінуючою складовою енергетичної безпеки стає надійність роботи технологічного обладнання електростанції.

Для практичного застосування комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства на мікроекономічному рівні було запропоновано, в якості окремого об'єкта дослідження та аналізу стану Енб ПЕП, вибрати об'єкт генерації – енергоблок ЗАЕС.

Оскільки кожен з енергоблоків, як об'єкт аналізу енергетичної безпеки може розглядатися, як складний багатопараметричний об'єкт, то в якості об'єктів оцінки можуть розглядатися окремі технологічні процеси, функції та окремі кількісні параметри.

Так, відповідно до вимог, встановлених МАГАТЕ, при експлуатації ядерного

реактора ЗАЕС, необхідне виконання критеріїв безпеки, які залежать від кількості пошкоджених або зруйнованих тепловиділяючих елементів (ТВЕЛ) на ядерному реакторі ЗАЕС [187].

На АЕС, в якості безпечної експлуатації, в оцінці пошкодження елемента ядерного реактора, прийнято значення технологічних параметрів, які впливають процеси енергетичної безпеки, як ядерного реактора, так і всієї АЕС загалом.

У зв'язку з цим, згідно з розробленою комплексною методикою оцінки рівня енергетичної безпеки енергопідприємства для дослідження стану реактора ЗАЕС, було проведено вибір основних індикаторів та їх порогових критеріїв (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Вибір основних індикаторів та їх порогових критеріїв для оцінки стану енергобезпеки атомного реактора атомної електростанції

№	Індикатор	Стан			Порогове значення x
		Норма	Передкритичний	Критичний	
1	I_{reak}^1 – кількість ТВЕЛ з дефектами оболонки (прямий контакт), %	$0 < x < 0,05$	$0,05 < x < 0,1$	$0,1 \leq x$	$n=10$ од.
2	I_{reak}^2 – кількість ТВЕЛ з дефектами оболонки (немає контакту), %	$0 < x < 0,5$	$0,5 < x < 1,0$	$1,0 < x$	$n=100$ од.
3	Розмір дефекту оболонки ТВЕЛ, %	$0 < x < 20$	$20 < x < 100$	$100 < x$	$d=50$ мкм
4	Збільшення геометричної довжини конструкції оболонки ТВЕЛ, %	$0 < x < 0,2$	$0,2 < x < 0,4$	$0,4 < x$	$h=16,0$ мм
5	Локальна деформація форми оболонки ТВЕЛ, %	$0 < x < 10,0$	$10,0 < x < 20,0$	$20,0 < x$	$R=1,83$ мм
6	Радіус кривизни оболонки ТВЕЛ, %	$0 < x < 0,25$	$0,25 < x < 0,5$	$0,5 < x$	$r=0,39$ мм
7	Максимальна T оболонка ТВЕЛ, %	$100,0 = x$	$100,0 < x < 200,0$	$200,0 < x$	$T=1200$ °C
8	Максимальна локальна глибина окислення ТВЕЛ, %	$0 < x < 5,0$	$5,0 < x < 18,0$	$18,0 < x$	$g=0,124$ мкм
9	Температура теплоносія, %	$100,0 = x$	$100,0 < x < 200,0$	$200,0 < x$	$T=640$ °C
10	Тиск теплоносія, %	$100,0 = x$	$100,0 < x < 200,0$	$200,0 < x$	$P=160$ атм

Вони також можуть бути використані для розрахунку узагальненого інтегрального показника для оцінки рівня енергетичної безпеки ядерного реактора ЗАЕС.

Слід зазначити, що результати вибору та визначення системи показників для дослідження стану енергетичної безпеки ядерного реактора ЗАЕС показали, що вони мають однаковий вагомий коефіцієнт від 0 до 1. При цьому будь-який з них може вагомо впливати на узагальнений інтегральний показник, на підставі якого проводиться оцінка енергетичної безпеки всього ядерного реактора ЗАЕС.

Відповідно до вимог розробленої комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства для визначення стану рівня енергетичної безпеки ядерного реактора були обрані зони її стану.

До них можуть входити поточні значення індикаторів після визначення (розрахунку) порівняння з пороговими значеннями, як показано у табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Визначення зони стану рівня енергобезпеки ядерного реактора

№	Зона стану ЕБ	Індекс критичності	Співвідношення поточних значень індикатора з граничними критеріями	X_{POR}
1	Нормальна	N при $N_{POR} = 3$ ТВЕЛ	$0 \leq N_3 < X_{PK1}$	0,0
2	Передкризова (початкова)	PK – 1 при $N_{POR} = 4$ ТВЕЛ	$X_{PK1} \leq N_4 < X_{PK2}$	0,14
3	Передкризова (яка розвивається)	PK – 2 при $N_{POR} = 5$ ТВЕЛ	$X_{PK2} \leq N_5 < X_{PK3}$	0,28
4	Передкризова (критична)	PK – 3 при $N_{POR} = 6$ ТВЕЛ	$X_{PK3} \leq N_6 < X_{KR1}$	0,44
5	Кризова (нестабільна)	KR – 1 при $N_{POR} = 7$ ТВЕЛ	$X_{KR1} \leq N_7 < X_{KR2}$	0,58
6	Кризова (що загрожує)	KR – 2 при $N_{POR} = 8$ ТВЕЛ	$X_{KR2} \leq N_8 < X_{KR3}$	0,72
7	Кризова (критична)	KR – 3 при $N_{POR} = 9$ ТВЕЛ	$X_{KR3} \leq N_9 < X_{KR4}$	0,86
8	Кризова (надзвичайна)	KR – 4 при $N_{POR} \geq 10$ ТВЕЛ	$N_{10} \geq X_{KR4}$	1,0

З табл. 2.5 видно, що визначення зони стану енергетичної безпеки проводиться за обраним індикатором, який визначається заданим числом розгерметизованих елементів ядерного реактора (N3-N10). При цьому повна

розгерметизація визначається пороговими критеріями для кожної зони стану енергобезпеки.

Таким чином, розроблена комплексна методика оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства, дозволяє за одним особливо важливим індикатором (кількість розгерметизованих ТВЕЛ) визначити зону стану енергобезпеки. Це дозволяє провести оцінку рівня енергетичної безпеки ядерного реактора ЗАЕС в режимі реального часу.

У процесі дослідження, на підставі впровадження обчислювального модуля у складі ПТК АСУ ТП енергоблоку, було отримано низку результатів, деякі з яких викладено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Результати обчислювального експерименту оцінки стану енергобезпеки
Запорізької АЕС

№ об'єкта ЯР АЕС	ЗОНИ СТАНУ ЕНЕРГОБЕЗПЕКИ									
	N	PK-1	PK-2	PK-3	KR-1	KR-2	KR-3	KR-4	Σ ЯР	ΣАЕС
Критерій	<0,25	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,825	1,0	–	–
ЯР №1	x	x	x	x	x	x	x	0,91	0,81	Кризовий загрозливий стан
ЯР №2	x	x	x	x	x	x	x	0,96		
ЯР №3	x	x	x	x	x	x	x	0,87		
ЯР №4	x	x	x	x	x	x	x	0,94		
ЯР №5	x	x	x	x	x	x	0,76	x		
ЯР №6	x	x	x	x	x	0,68	x	x		

Первинна інформація використовувалася на основі бази даних АСУ ТП енергоблоків ЗАЕС, а також звіт експертів МАГАТЕ за 2022-2023, при оцінці енергетичної безпеки ядерних реакторів ЗАЕС. Результати проведеного обчислювального експерименту показали, що шість ядерних реакторів Запорізької АЕС знаходяться в наступних зонах стану енергетичної безпеки:

- ядерні реактори №1, 2, 3, 4 у критичній надзвичайній зоні;
- ядерний реактор №5 у кризовій критичній зоні;
- ядерний реактор №6 у кризовій загрозовій зоні.

Загалом узагальнений інтегральний показник оцінки рівня енергетичної безпеки всіх реакторів, а отже, усієї ЗАЕС, був визначений за формулою (18), і склав 0,81, що відповідає кризовому загрозовому стану енергетичної безпеки ЗАЕС.

На підставі отриманої оцінки стану енергетичної безпеки ЗАЕС, при виробленні керуючих рішень слід звернути особливу увагу на такі факти:

- виникнення загроз у вигляді аварійних ситуацій, наслідком яких може бути пошкодження обладнання, порушення енергопостачання споживачів або подальший розвиток аварії, необхідно проводити термінове виконання керуючих (переважно дискретних) операцій,
- забезпечення безпеки обладнання, локалізації аварії, мінімізації матеріальних збитків та економічних втрат.

Залежно від конкретних причин, що викликали аварійну ситуацію, може знадобитися повна зупинка енергоблоку (економічні втрати становлять 150000 \$ США), відключення агрегатів, зниження навантаження енергоблоку, що запобігають розвитку аварії [27]. Необхідно розробляти алгоритми управління енергетичною безпекою в аварійних режимах, що знизить вплив загроз на технологічне обладнання в позаштатних режимах енергоблоку, у тому числі загроз, характерних для терористичних актів та військових конфліктів. Усі ці завдання, з виконання управлінських рішень, покладено на оператора, автоматизованого робочого місця (АРМ) АСУ ТП енергоблоку електростанції [28].

Оператор АРМ на підставі виявлених загроз у вигляді відхилення індикаторів, подає керуючі команди на виконавчі механізми і тим самим здійснюється процес зниження впливу загрози на стан енергобезпеки електростанції. Так, для ядерних реакторів №5 та №6 ЗАЕС, для недопущення попадання їх у кризову надзвичайну зону, рекомендовано проведення

безперервного моніторингу ТВЕЛ із використанням системи контролю герметичності оболонки (СКГО). Такий алгоритм дозволяє скоротити терміни перезавантаження ТВЕЛ і звільнити обслуговуючий персонал ЗАЕС, що призводить до зменшення економічних втрат у розмірі 300000 \$ США і в цілому підвищує енергетичну безпеку ЗАЕС на 15 %.

Загалом, через перебування ядерних реакторів №1, 2, 3, 4 у зоні кризового надзвичайного стану, енергетична безпека ЗАЕС знизилась на 80÷85 %, що призвело до зупинки 4 енергоблоків.

За даними експертів всесвітньої організації МАГАТЕ [234], економічні втрати через припинення генерації електроенергії склали: у 2022 році – 1,7 млрд \$ США; у 2023-му – понад 3,1 млрд \$ США. При цьому матеріальні збитки, через пошкодження технологічного обладнання, склали щонайменше 3,0 млрд \$ США.

Розглянемо результати розробки комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства. Особливістю запропонованої комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства є те, що в якості об'єктів дослідження на мікрорівні, були розглянуті об'єкти генерації, передачі, розподілу та споживання енергії. Вони характеризуються динамічними процесами виробничо-технологічного характеру, у яких можуть формуватися негативні чинники загроз. Це істотно впливає на енергетичну безпеку енергопідприємства, а також може призвести до матеріальних збитків та економічних втрат. Слід зазначити, що об'єкти оцінювання енергетичної безпеки енергопідприємства дуже залежать від технічного оснащення і технологічного виробництва енергії і тому технологічні параметри у вигляді первинної інформації змінюються в режимі реального часу. Це сприяє також доданню та видаленню індикаторів, саме тому стає неможливим досягнення високого рівня енергетичної безпеки енергопідприємства, із застосуванням існуючих методів її дослідження.

На відміну від точки зору авторів, що викладено в роботах [146, 171], де не

враховується рівень енергобезпеки промислового підприємства, сформована комплексна методика оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства, яка дозволяє гнучко реагувати на зміни стану об'єктів енергопідприємства, через загрози. Вона також дозволяє в режимі реального часу моделювати нові індикатори, які потребують змін порогових значень.

Система індикаторів, сформована з урахуванням обраних критеріїв, дозволяє досліджувати стан енергетичної безпеки об'єктів енергопідприємства у динамічному режимі реального часу з урахуванням комбінованого методу безперервного моніторингу.

Проведений контроль первинної інформації про процеси генерації, передачі, розподілу енергії, для розрахунку індикаторів-показників, та визначення узагальнених інтегральних показників для оцінки рівня енергетичної безпеки з урахуванням зовнішніх та внутрішніх загроз.

Такий підхід до формування комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства дозволяє вирішити проблему забезпечення комплексності та детермінації впливу факторних показників на результат, що дозволяє визначати безпеку окремих об'єктів енергопідприємств. Важливою особливістю запропонованої системи індикаторів є те, що результати розрахунку індикаторів відповідно запропонованих аналітичних виразів, можуть бути використані в якості первинної інформації в комплексній методиці оцінки рівня ЕБ промислового енергопідприємства.

Результатом практичного застосування обчислювального алгоритму у складі ПТК АСУ ТП об'єктів генерації та в АСУ контролю та обліку електроенергії є реалізація комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки. Також передбачено вироблення та формування управлінського рішення на зниження впливу або ліквідацію зовнішніх та внутрішніх загроз енергетичної безпеки. На основі запропонованої комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства, проведено та проаналізовано оцінку стану

енергетичної безпеки ЗАЕС, де в якості об'єктів дослідження були обрані ядерні реактори №1÷6. На них було проведено дослідження стану їх енергетичної безпеки на основі моніторингу та контролю кількості розгерметизованих ТВЕЛ при пороговому значенні $N \leq 10$ ТВЕЛ. На підставі виконання алгоритму комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства отримані результати стану енергетичної безпеки кожного ЯР окремо:

- ЯР № 1, 2, 3, 4 – зона кризова надзвичайна;
- ЯР № 5 – зона кризова критична;
- ЯР №6 та ЗАЕС загалом – зона кризова загрозна.

Отримані результати використані для розробки керуючого рішення, яке доцільно реалізувати за допомогою впливу технічних засобів (як виконавчих механізмів) для зниження впливу виявлених загроз.

Результат застосування обчислювального алгоритму для оцінки енергетичної безпеки ЗАЕС показав, що він дозволяє навіть на одному інтегральному показнику визначити кількість ТВЕЛ. Це показує, що внутрішня загроза впливає на енергетичної безпеки ЯР, і переводить енергоблок АЕС у режим зупинки, що призводить до економічних втрат у сумі понад 150 000 \$ США.

Застосування практично запропонованої комплексної методики оцінки рівня енергетичної безпеки промислового енергопідприємства, дозволить своєчасно вирішити проблему запобігання та мінімізації втрат виробничих ресурсів і цим зменшити матеріальні збитки і підвищити обсяг економічного прибутку.

В якості перспективи проведення досліджень, є також доцільним подальший розвиток методичного забезпечення інформаційної підтримки прийняття рішень, щодо напрямів зміцнення енергетичної безпеки промислових енергопідприємств на основі запропонованого методичного підходу.

Обмеження, притаманні даному дослідженню, – це визначення загроз через застосування концепції «ризик» – загрози наближенню до «безпечного стану». Визначення загроз через порівняння фактичних параметрів індикаторів із

цільовими не слід розглядати як достатню умову визначення критичних загроз енергетичній безпеці енергопідприємств. Цей метод дослідження дозволяє зорієнтувати дослідника на детальніший аналіз цього параметра та визначення всіх чинників, що зумовлюють відповідне відхилення від цільових значень (цільового стану системи енергобезпеки енергопідприємств).

В якості недоліку цього дослідження може бути відмічена відсутність єдиного програмно-обчислювального комплексу для сполучення систем автоматизації при оцінці рівня енергетичної безпеки об'єктів генерації, передачі, розподілу і споживання електричної і теплової енергії. У перспективі, для усунення цього недоліку, необхідно розробити інтегровану автоматизовану систему моніторингу зовнішніх і внутрішніх загроз енергобезпеки енергопідприємства макро, мезо і мікрорівня, для оцінювання енергетичної безпеки в режимі реального часу.

Розвиток даного дослідження полягає в тому, що класифікацію загроз також можна здійснювати з огляду на «деталізацію» аналізу системи енергобезпеки енергопідприємства. В окремих випадках доцільно детальніше розглянути окремі складові частини системи енергобезпеки енергопідприємства та визначити загрози цим складовим частинам (елементам, зав'язкам, функціям, процесам). Зокрема, існує теоретична та практична необхідність аналізувати ризики життєва-важливим енергетичним системам, які забезпечують процес надання цільової функції/послуги. В ході дослідження, можуть виникнути труднощі експериментального характеру, що потребує одночасного оцінювання загроз сфери електропостачання, що відкриває необхідність розмежування внутрішніх та зовнішніх загроз для енергопідприємства на макро-, мезо- і мікрорівнях.

Для оцінки рівня енергетичної безпеки на Запорізькій АЕС, на основі шести ядерних реакторів, можна використовувати концепцію ентропії, як індикатора міри невизначеності та або випадковості стану енергетичної безпеки підприємств, яка була розглянута у підрозділу 2.1. Чим вищий рівень ентропії, тим більша

невизначеність у стані енергетичної безпеки, що може свідчити про більш високий рівень загроз для ЗАЕС.

Ентропія в контексті енергетичної безпеки може бути розрахована за допомогою класичного підходу в теорії інформації, зокрема за допомогою методів Шеннона (2.1), Рені (2.2) та Кульбака-Лейблера (2.3), які є стандартними для оцінки невизначеності в інформаційних системах. Для цього потрібно визначити ймовірності перебування кожного ядерного реактора в певних зонах енергетичної безпеки і потім розрахувати загальний рівень ентропії для кожного з них.

Враховуючи, що в умовах ЗАЕС, показники енергетичної безпеки постійно змінюються, ентропія може бути корисною для визначення рівня невизначеності або нестабільності в операційних процесах. У роботі було розглянуто загальний підхід до обчислення ентропії до енергетичної безпеки на ЗАЕС.

Для розрахунку ентропії ЗАЕС, необхідно визначити набір індикаторів, які будуть використовуватися для моніторингу енергетичної безпеки. Це можуть бути такі параметри, як кількість розгерметизованих ТВЕЛ, зміни в стані енергоблоків, рівень споживаної енергії, пошкодження технологічного обладнання, які показані в таблиці 2.4; 2,5; 2.6.

На основі цих індикаторів, необхідно визначити ймовірнісні розподіли для кожного з них. Наприклад, можна розглядати ймовірність того, що кількість розгерметизованих ТВЕЛ перевищить певний поріг, ймовірність виникнення кризових ситуацій в енергоблоках, ймовірність відмови системи контролю тощо.

У випадку енергетичної безпеки ЗАЕС, події можуть бути різними рівнями загроз, що впливають на загальний стан енергетичної безпеки.

В роботі було проведемо визначення ймовірностей для кожного ядерного реактора, тобто визначено до якої зони він належить:

- ЯР № 1, 2, 3, 4 — зона кризова надзвичайна (високий рівень загрози);
- ЯР № 5 — зона кризова критична (середній рівень загрози);
- ЯР № 6 — зона кризова загрозна (незначний рівень загрози, але все ще

критично небезпечно).

Позначимо ці ймовірності як: p_1, p_2, p_3, p_4 - ймовірність для зон надзвичайної загрози для ядерних реакторів №1 - №4; p_5 - ймовірність для зони критичної загрози для ЯР №5; p_6 - ймовірність для зони загрозової для ЯР №6.

Припустимо, що кожен з цих реакторів з однаковою ймовірністю може потрапити в свою зону:

- для ЯР № 1 - №4 вважаємо, що ймовірність попадання в кризову надзвичайну зону $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = 1$ (повна ймовірність);
- для ЯР № 5 ймовірність попадання в зону кризової критичної загрози $p_5=1$;
- для ЯР№ 6 ймовірність потрапляння в зону кризової загрозової загрози $p_6=1$.

Далі ентропія для кожного ядерного реактора розраховується за формулою Шеннона (2.11). Оскільки для кожного реактора в даному випадку ймовірність кожної зони є рівною 1 (на кожен реактор одна ймовірність), ентропія буде рівною нулю для кожного реактора.

Це означає, що немає невизначеності щодо стану ЯР № 1-4, вони перебувають у зоні кризової надзвичайної безпеки, і їхній стан чітко визначений. Для ЯР № 5 і ЯР № 6, оскільки ми припускаємо, що ймовірність кожної події в межах заданої зони є 1 (всі реактори потрапляють у свою зону), ентропія буде також дорівнювати нулю для кожного з цих реакторів. Загальна ентропія для ЗАЕС, як сума ентропії для кожного з шести ядерних реакторів, виглядатиме відповідно виразу (2.5):

$$H_{ЗАЕС}(X) = \sum_{i=1}^6 H(\text{ЯР}_i) \quad (2.5)$$

де $H_{ЗАЕС}(X)$ - загальна ентропія для ЗАЕС;

$\sum_{i=1}^6 H(\text{ЯР}_i)$ - сума ентропії для кожного з шести ядерних реакторів ЗАЕС.

$H(\text{ЯР}_i)$ - ентропія і ядерного реактора ЗАЕС.

При таких умовах, де кожен реактор потрапляє в свою конкретну зону безпеки з ймовірністю 1, ентропія для кожного реактора і для ЗАЕС в цілому буде рівною нулю, що вказує на те, що система є абсолютно прогнозованою і не має невизначеності щодо свого стану.

Для кожного реактора, замість припущення, що ймовірність потрапляння в одну конкретну зону дорівнює 1, можна розглянути ймовірності переходів між різними зонами. Тобто, кожен реактор може мати кілька можливих станів:

- ЯР №1 - №4: можуть мати ймовірність переходу між різними станами (наприклад, з «нормальної» до «критичної» чи «надзвичайної»);

- ЯР №5: може мати ймовірність переходу з «критичної» до «загрозливої» зони або стабільного стану;

- ЯР №6: також має ймовірність переходу між зонами.

Тому для ЯР №1 - №4 (зона кризова надзвичайна): ймовірність залишитися в кризовій надзвичайній зоні: 0,9; ймовірність перейти в кризову критичну зону: 0,1; ймовірність перейти в загрозливу зону: 0,0.

Для ЯР №5 (зона кризова критична): ймовірність залишитися в критичній зоні: 0,8; ймовірність перейти в загрозливу зону: 0,2.

Для ЯР №6 (зона кризова загрозлива): ймовірність залишитися в загрозливій зоні: 0,7; ймовірність повернутися в критичну зону: 0,3.

Для кожного ядерного реактора ЗАЕС з врахуванням ймовірностей переходу, ентропія була розрахована за стандартною формулою Шеннона (2.11); метода Рені (2.2) та метода Кульбака-Лейблера (2.3). Результати розрахунків показників ентропії були внесені до таблиці 2.7.

За результатами даних з табл. 2.7 були зроблені наступні висновки по кожному ядерному реактору та усій ЗАЕС:

Таблиця 2.7

Результати розрахунків показників ентропії на кожному ядерному реакторі та усій ЗАЕС

Ядерний реактор (зона)	Зона	Ймовірність	Метод Шеннона (H), біт	Метод Рені ($H_{Рені}$), біт	Метод Кульбака-Лейблера (D_{KL}), біт
ЯР №1	зона кризова надзвичайна	0,9	0,468	0,477	0,349
ЯР № 2	зона кризова надзвичайна	0,9	0,468	0,477	0,349
ЯР №3	зона кризова надзвичайна	0,9	0,468	0,477	0,349
ЯР №4	зона кризова надзвичайна	0,9	0,468	0,477	0,349
ЯР №5	зона кризова критична	0,2	0,722	0,731	0,444
ЯР №6	зона кризова загрозна	0,3	0,881	0,890	0,474
Σ ЗАЕС	кризова	-	0,588	0,588	0,378

- ЯР №1-№4 (зона кризова надзвичайна): рівень ентропії – 0,468 біт, що означає високий рівень стабільності, оскільки ймовірність залишатися в кризовій зоні значна (0,9). Це вказує на те, що ЯР №1-№4 знаходяться в критичному, але керованому стані. Потрібно підтримувати постійний моніторинг, щоб вчасно реагувати на потенційні загрози і мінімізувати ймовірність переходу до ще більш кризових станів.

- ЯР №5 (зона кризова критична): рівень ентропії – 0,722 біт, що означає вищий рівень ентропії, оскільки ймовірність переходу до загрознаї зони становить 0,2. Це свідчить про більшу невизначеність у стабільності цього ядерного

реактора порівняно з ЯР №1-4. Необхідно провести додаткові заходи для стабілізації цього ядерного реактора та зменшити ризик переходу до більш кризових зон.

- ЯР №6 (зона кризова загрозна): рівень ентропії – 0,881 біт, що означає найвищий рівень ентропії та свідчить про найбільшу невизначеність і ризик у цьому реакторі. Ймовірність повернення до критичної зони становить лише 0,3, що вказує на високий рівень загрози для стабільності ядерного реактора. Потрібно негайно вжити заходів для стабілізації ЯР №6 і обмежити можливість переходу в ще більш кризовий стан.

- загальний рівень ентропії ЗАЕС: 0,588 біт, що свідчить про помірний рівень невизначеності в системі енергетичної безпеки ЗАЕС. Система знаходиться в проміжному стані між стабільним і кризовим.

На основі отриманих результатів, були побудовані графіки (рис. 2.18-2.20), на яких можна спостерігати як змінюються показники ентропії на кожному реакторі і атомній електростанції в цілому, де основну увагу потрібно звернути на ЯР №6, який є найбільш нестабільним, та на ЯР №5, який має підвищений рівень невизначеності.

Зниження рівня ентропії та стабілізація цих ядерних реакторів повинна стати пріоритетом для підвищення енергетичної безпеки атомної електростанції.

З графіків (рис. 2.18-2.20) видно, що методи Шеннона та Рені практично дають однакові результати для всіх ядерних реакторів ЗАЕС, та відображають загальну невизначеність у забезпеченні енергетичної безпеки ЗАЕС.

Метод Кульбака-Лейблера показує, наскільки сильно відрізняється поточний розподіл ймовірностей для кожного ядерного реактора від рівномірного розподілу, і вказує на більшу відстань для ядерних реакторів у критичних і загрознах зонах.

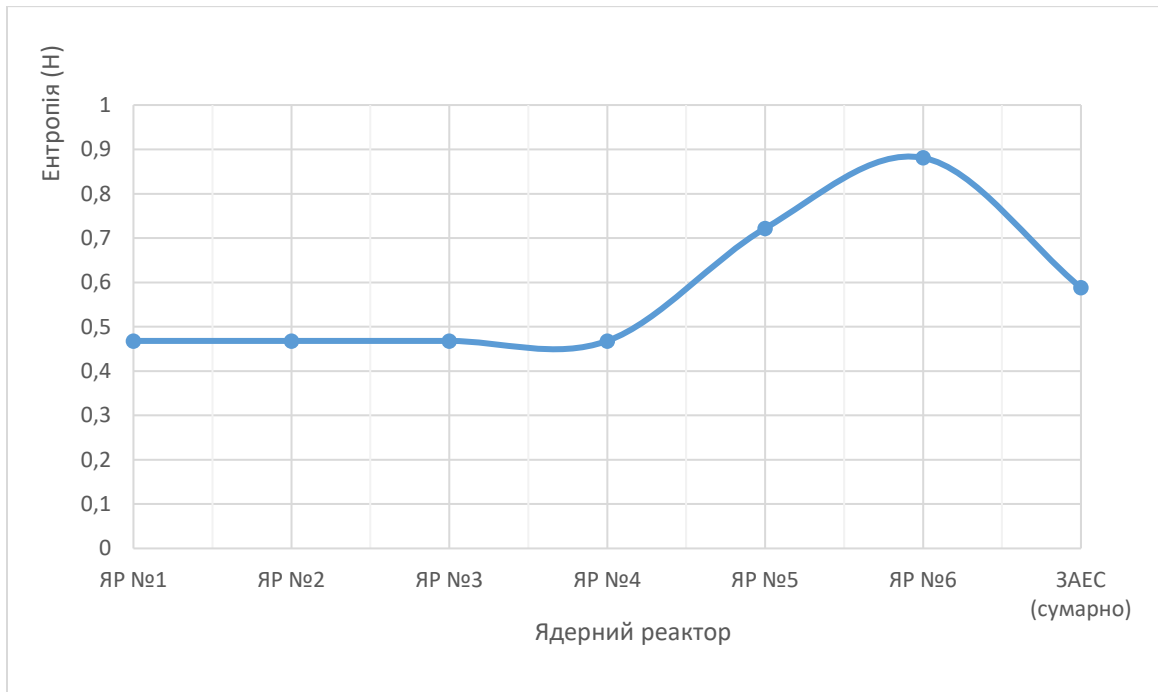


Рис. 2.18. Графік змін показника ентропії (H) на ядерних реакторах ЗАЕС
(розробка автора)

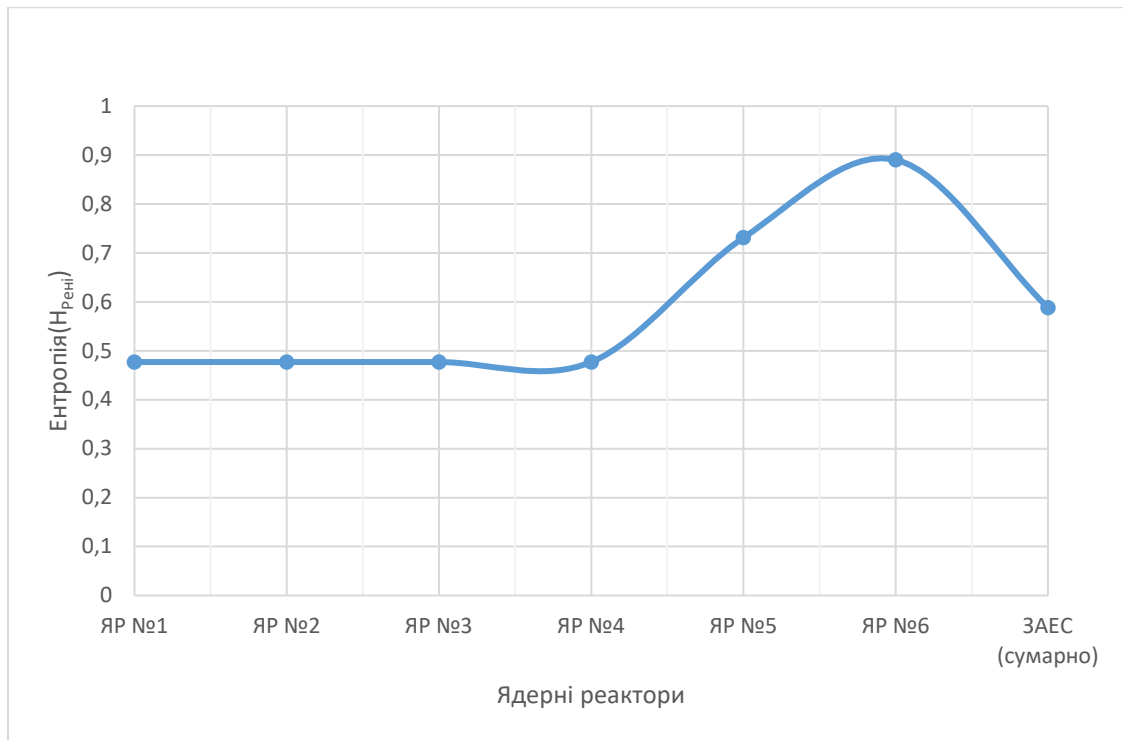


Рис. 2.19. Графік змін показника ентропії ($H_{Рені}$) на ядерних реакторах ЗАЕС
(розробка автора)

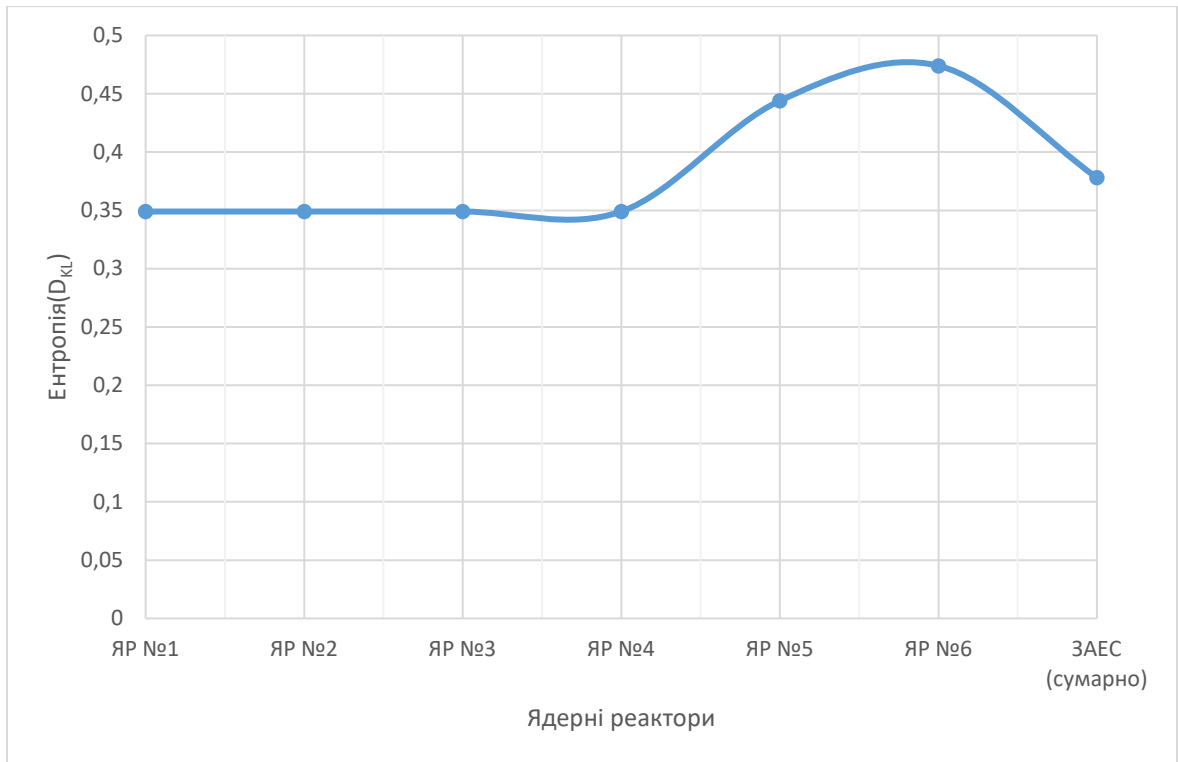


Рис. 2.20. Графік змін показника ентропії (D_{KL}) на ядерних реакторах ЗАЕС
(розробка автора)

При цьому ЯР №6 має найбільшу ентропію, що вказує на найбільшу невизначеність і високий рівень ризику. Навпаки, ЯР №1-№4 має найменшу ентропію, що свідчить про більшу стабільність і меншу ймовірність переходу в інші зони.

2.3. Система просторово-динамічного моніторингу для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств

Розробка ефективного організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії вимагає комплексного підходу, який враховує не лише економічні та організаційні аспекти, але й технологічні інновації, зовнішнє середовище та адаптивність підприємства до змін.

В умовах ентропії, коли рівень невизначеності та змін зростає, важливою є не лише наявність стабільних енергетичних джерел, але й здатність підприємства оперативно реагувати на зміни, адаптуватися до нових умов та мінімізувати ризики, що виникають через ці зміни.

Інтеграція та динамічність є критичними факторами в забезпеченні енергетичної безпеки підприємств, що визначають стратегії управління, структуру економічних і організаційних механізмів, а також здатність до ефективного реагування на зміни в енергетичному середовищі.

Управління енергетичною безпекою підприємства – це структурована система, спрямована на управління енергетичними ресурсами на енергопідприємствах з метою підвищення ефективності та скорочення витрат на об'єктах генерації, передачі, розподілу та енергоспоживання енергії. Вона включає просторово-динамічний моніторинг, глибокий аналіз і стратегічне управління використанням енергії, а також оптимізацію процесів і технологій, пов'язаних з її використанням [20]. Оскільки на підприємствах електроенергетичних систем необхідно знижувати зростаючі витрати на енергію і дотримуватися суворих екологічних норм, то впровадження ефективних методів для забезпечення управління енергобезпекою підприємства, стає обов'язковою умовою зниження витрат і підвищення конкурентоспроможності на ринку електроенергії.

Для оцінки ефективності забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства, насамперед, необхідно забезпечити просторово-динамічний моніторинг за вагомими для енергетичної безпеки підприємства показниками (індикаторами), які характеризують стан її об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії. Зважаючи на низку зовнішніх та внутрішніх факторів, які впливають на рівень енергетичної безпеки промислового підприємства, є необхідність впровадження просторово-динамічного моніторингу не тільки для енергопідприємства в цілому, а й для об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії, що є актуальною проблемою дослідження. Дослідженню

теоретичних та практичних аспектів процесу моніторингу у загальному розумінні, приділяли увагу в своїх працях наступні автори: Кобелева Т. О. [67], Прохорова В.В. [234], Шевчук Я. В. [167-169], Харазішвілі Ю. М. [155] та інші. Особливо слід зазначити, що у загальних дослідженнях поза увагою залишається методичне забезпечення процесу моніторингу, зокрема, просторово-динамічного моніторингу рівня енергетичної безпеки, що робить актуальним подальші дослідження цього питання.

Зважаючи на низку зовнішніх та внутрішніх чинників, які впливають на рівень енергобезпеки промислового підприємства, є необхідність впровадження просторово-динамічного моніторингу енергобезпеки підприємства як основного методу підвищення її рівня на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

У сучасних умовах економічно необхідним та доцільним є удосконалення науково-практичних аспектів формування системи просторово-динамічного моніторингу параметрів стану та рівня поточних оціночних порогових параметрів як інструменту забезпечення ефективності управління енергетичною безпекою підприємств в організаційному аспекті. Для реалізації поставленої мети, необхідно уточнити сутність просторово-динамічного моніторингу енергобезпеки на підприємствах та об'єктах генерації, передачі, розподілу та споживання енергії як економічного процесу.

Управління енергобезпекою підприємства доцільно розглядати як комплекс систему утворюючих взаємопов'язаних або взаємодіючих елементів, що використовуються для розробки та впровадження енергетичної політики та досягнення стратегічної мети завдяки реалізації процесного та процедур для досягнення цілей економічної ефективності та має вирішувати стратегічні завдання, особливо в умовах ентропії. Це доводить об'єктивну доцільність розробки методичних основа управління енергетичною безпекою підприємства (рис. 2.21).



Рис. 2.21. Методична основа забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств (розробка автора)

Система просторово-динамічного моніторингу управління енергетичною безпекою підприємства – це комплексна взаємодія та реалізація просторово-динамічного підходу до тактичних та стратегічних управлінських процесів, необхідних для підвищення енергетичної результативності та ефективності, включаючи їх економічну складову, а також економії витрат при використанні та споживанні електричної та теплової енергії.

В зазначеному контексті доцільно визначити методи та засоби, які запропоновано використовувати для забезпечення управління енергобезпекою підприємств та їх об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання електричної та теплової енергії. Арсенал методології та інструментів, що використовуються в енергоменеджменті, включає різні методики, спрямовані на оптимізацію використання енергії та впровадження принципів раціонального управління ЕБ підприємства [23]. До таких методів належать (рис. 2.22).

Стратегічний результат впровадження системи просторово-динамічного моніторингу управління енергобезпекою підприємств дає багатосторонні переваги як енергоздійсненню в цілому, так і для його об'єктів (генерації, передачі, розподілу та споживання) у тому числі. Основним методом для впровадження принципів та функцій системи управління енергетичною безпекою підприємства є метод просторово-динамічного моніторингу зовнішнього та внутрішнього середовища енергопідприємства. Просторово-динамічний моніторинг контролю стану енергобезпеки підприємства в умовах ентропії – це комплексна система, що забезпечує інтеграцію просторових, динамічних та часових даних для оцінки та управління енергетичною безпекою підприємства в контексті невизначеності та хаосу, які притаманні сучасним електроенергетичним системам на макро-, мезо- та мікрорівні економіки. Структура системи просторово-динамічного моніторингу у забезпеченні управління енергобезпеки підприємств включає такі основні складові та інструментарій, що забезпечує інтеграцію та аналіз просторових, динамічних і часових даних (рис. 2.23).



Рис. 2.22. Методи оптимізації використання енергії та раціонального управління енергетичною підприємства (розробка автора)

Просторова складова просторово-динамічного моніторингу включає [23]:

- оцінку географічних характеристик енергетичних об'єктів (генерація, передача, розподіл і споживання) за допомогою геоінформаційних систем (ГІС) для візуалізації даних і аналізу впливу просторових факторів на енергетичну безпеку;
- визначення оптимальних місць для розташування енергетичних навантажень на основі природних ресурсів, інфраструктури і соціально-економічних умов.



Рис. 2.23. Структура системи просторово-динамічного моніторингу у забезпеченні управління енергобезпеки підприємств (розробка автора)

Динамічна складова просторово-динамічного моніторингу включає:

- аналіз зміни стану енергетичних систем у реальному часі через інтеграцію даних від датчиків, інформаційних пристроїв та автоматизованих систем просторово-динамічного моніторингу управління енергопідприємств, що охоплює моніторинг змін у споживанні, генерації та передаванні енергії;

- використання алгоритмів машинного навчання для прогнозування динаміки енергетичного споживання, виявлення аномалій та адаптації до змін у попиті.

Часова складова просторово-динамічного моніторингу включає:

- аналіз тимчасових рядів даних для виявлення сезонних, добових та інших періодичних коливань у споживанні та генерації енергії, що дозволяє прогнозувати потреби та оптимізувати використання енергоресурсів;

- моделювання сценаріїв на основі оперативних даних, що дає змогу підприємствам бути готовими до потенційних ризиків та зміни умов.

Складова ентропії просторово-динамічного моніторингу включає:

- аналіз впливу зовнішніх і внутрішніх чинників, що сприяють зростанню ентропії, таких як зміни в законодавстві, технологічні інновації, зміни в попиті та пропозиції енергетичних ресурсів;

- розуміння енергопідприємств як складних, динамічних і часто хаотичних об'єктів, де ентропія відображає невизначеність, різноманітність та динамічність систем;

- розробка стратегій управління, які враховують ентропійні процеси, для зменшення ризиків і підвищення стійкості енергетичної системи.

Слід зазначити, що просторово-динамічний моніторингу це процес регулярних тривалих спостережень у просторі та в часі, що дає інформацію про поточні та минулі стани об'єкта спостереження (енергопідприємства та його об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії), і яка дозволяє прогнозувати всі майбутні зміни її параметрів та показників-індикаторів, у режимі реального часу, для зниження впливу або повної ліквідації зовнішніх та внутрішніх загроз енергобезпеки підприємства.

Таким чином, просторово-динамічний моніторинг контролю стану енергобезпеки підприємства в умовах ентропії є критично важливим інструментом для ефективного управління енергобезпекою підприємств. Ця система забезпечує інтеграцію різноманітних даних для прогнозування, виявлення ризиків та оптимізації енергетичних процесів, що дозволяє підприємствам адаптуватися до змін і забезпечувати стійкість в умовах невизначеності.

Для ефективної реалізації просторово-динамічного моніторингу контролю стану енергобезпеки підприємства в умовах ентропії важливо обрати відповідний інструментарій, що забезпечить комплексний підхід до збору, аналізу та управління даними. Розглянемо детальніше ключові компоненти та інструменти, які можуть бути використані в цій системі. Просторово-динамічний моніторинг включає такі основні напрями дослідження стану енергобезпеки підприємства (рис. 2.24).

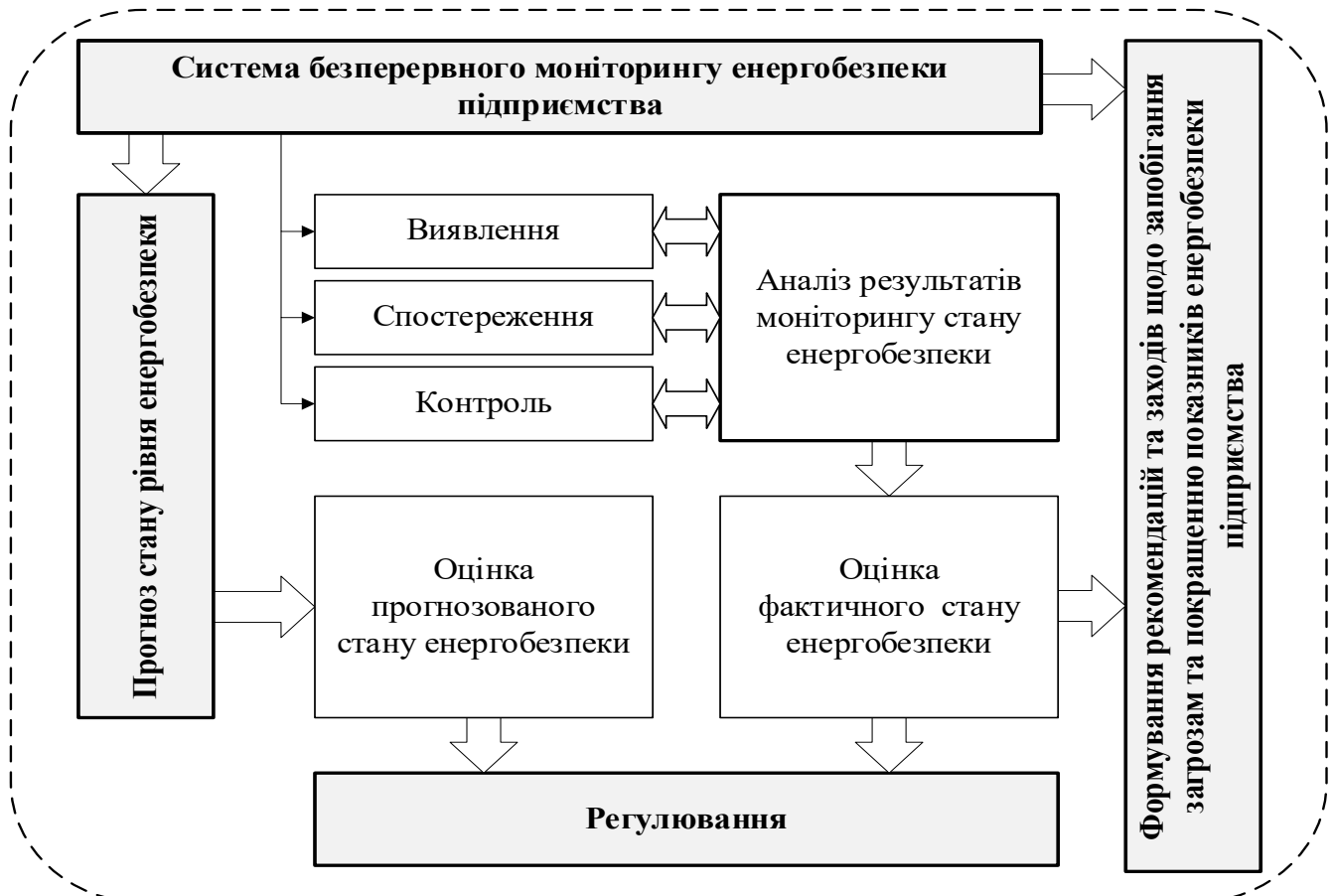


Рис. 2.24. Узагальнена структурна схема формування етапів просторово-динамічного моніторингу забезпечення управління енергобезпеки підприємства
(розробка автора)

Взаємодія цих напрямів дослідження стану енергобезпеки підприємства між собою відображена на узагальненій структурній схемі просторово-динамічного моніторингу енергобезпеки підприємства, яка показана на рис. 2.24.

Необхідно відзначити, що основним результатом проведення просторово-динамічного моніторингу є оцінка фактичного стану рівня енергобезпеки, на основі якої проводиться формування рекомендацій та заходів щодо запобігання загрозам та покращенню показників енергобезпеки підприємства.

У методичному плані дослідження стану енергетичної безпеки містить низку визначальних етапів (рис. 2.25).



Рис. 2.25. Визначальні етапи дослідження стану енергетичної безпеки

(розробка автора)

Розглянемо основні етапи під час проведення просторово-динамічного моніторингу для забезпечення управління енергобезпекою підприємства (рис. 2.26).

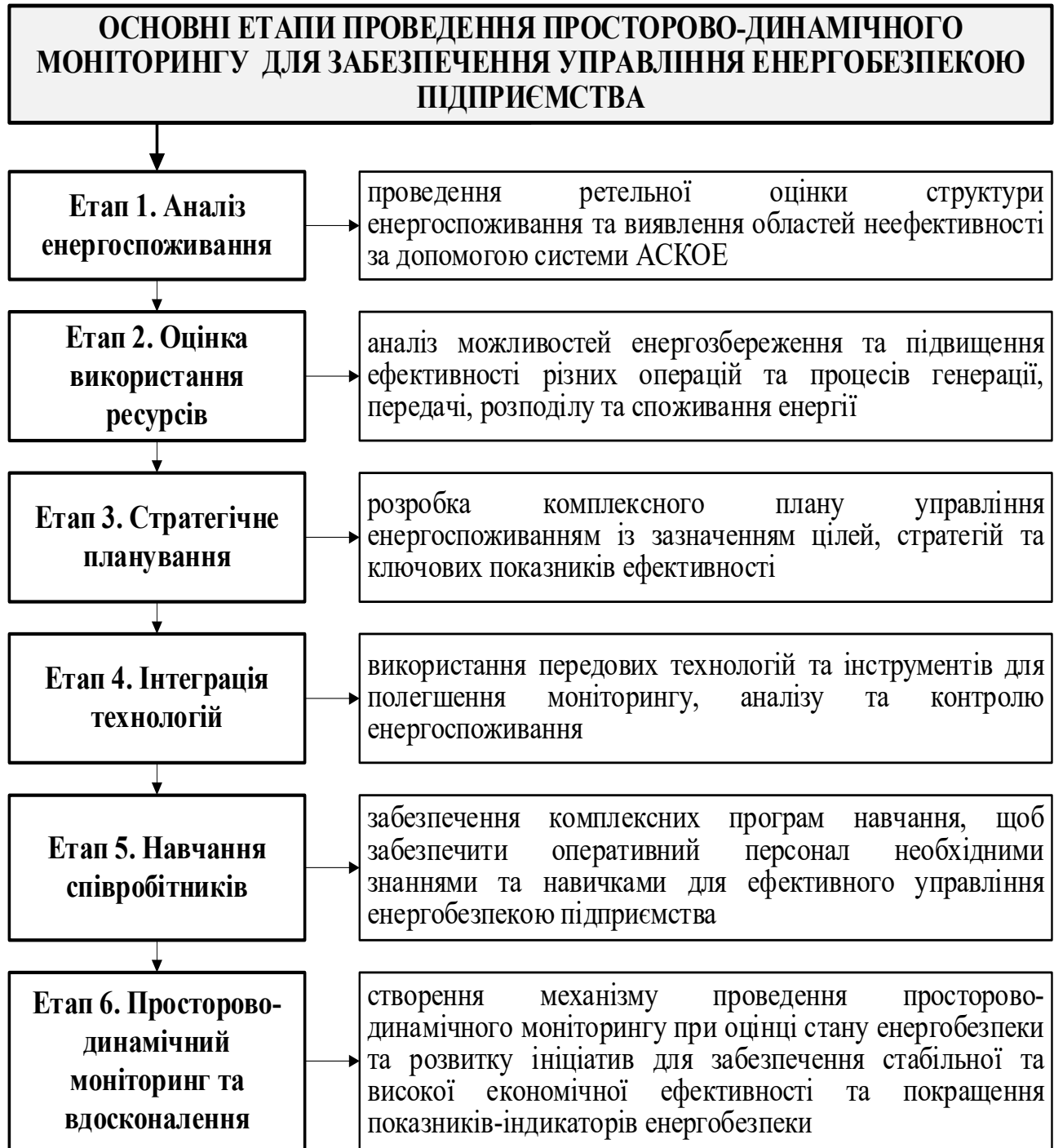


Рис. 2.26. Основні етапи проведення просторово-динамічного моніторингу для забезпечення управління енергобезпекою підприємства (розробка автора)

Просторово-динамічний моніторинг енергобезпеки підприємства доцільно здійснювати на основі процедури безперервного відстеження та контролю значень

індикаторів-показників та їх порівняння з пороговими значеннями.

Для ідентифікації існуючих загроз енергобезпеці, потрібне проведення просторово-динамічного моніторингу показників-індикаторів. В результаті має забезпечуватися безперервне (в режимі реального часу) спостереження за всією сукупністю процесів та станів енергопідприємства та його об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії з позицій енергетичної безпеки.

Необхідний рівень енергобезпеки досягається за умови, що весь комплекс показників (індикаторів) знаходиться в межах допустимих меж своїх граничних значень. Як об'єкти просторово-динамічного моніторингу, запропоновано виділити такі електроенергетичні об'єкти (рис. 2.27).

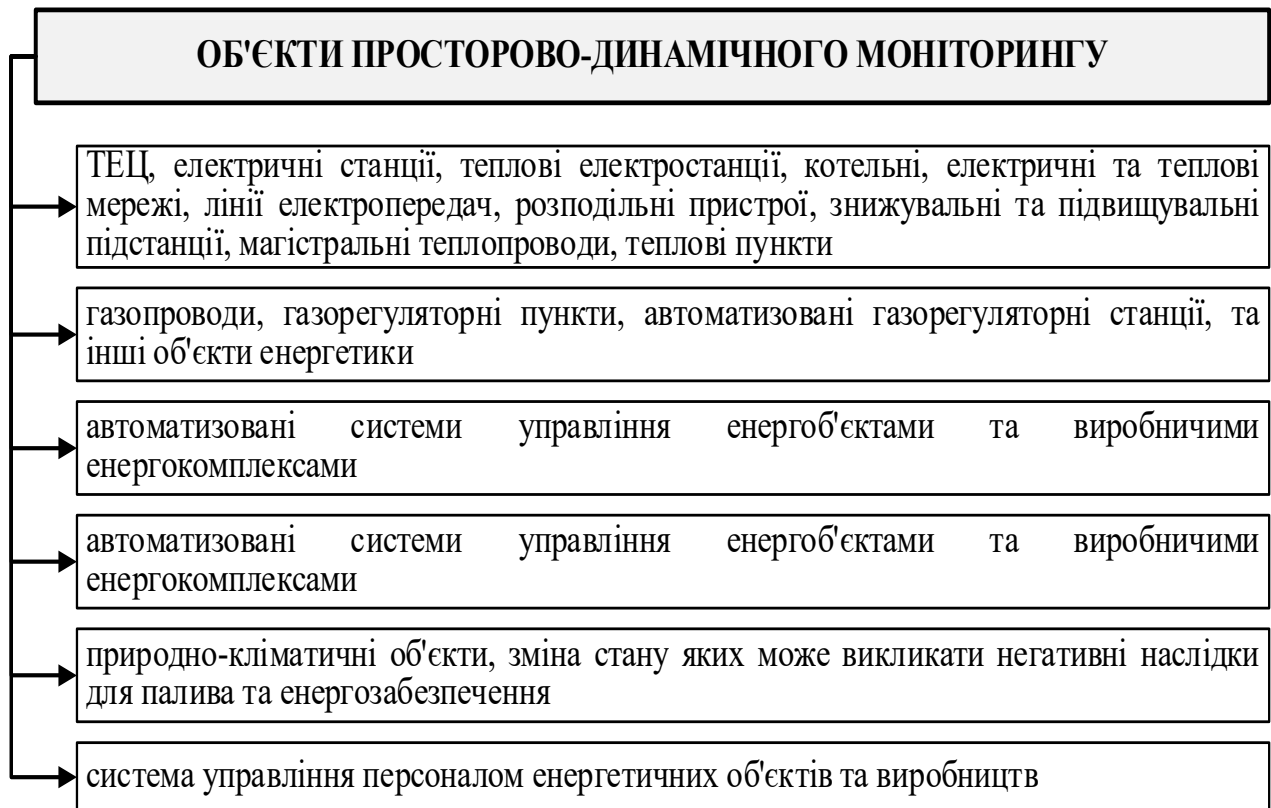


Рис. 2.27. Об'єкти просторово-динамічного моніторингу (розробка автора)

Рівень енергобезпеки визначається сукупністю комплексної взаємодії багатьох факторів технічного, економічного, екологічного та організаційно-

управлінського характеру, які загалом мають забезпечити виконання поставлених цілей, щодо здійснення надійного та доступного енергопостачання споживачів та гарантії запобігти або протистояти енергетичним загрозам.

Оцінка стану та рівня енергетичної безпеки підприємства, проводиться шляхом вибору показників-індикаторів, що характеризують властивості енергопідприємства у виконанні ним основних функцій та запобігання енергетичним загрозам [234].

Забезпечення управління енергетичної безпеки підприємства розвивається у площині реалізації високо інтегрованого комплексного напрямку просторово-динамічного моніторингу, який поєднує системи зовнішнього просторово-динамічного моніторингу негативних факторів на основі єдиної інтегрованої автоматизованої системи управління технологічними процесами електроенергетичної системи (ІАСУ ТП ЕЕС) на макро-, мезо- та мікрорівнях, які можуть виникати на макро- і мезорівнях та системи внутрішнього моніторингу показників-індикаторів при протіканні процесів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії, тим самим відбувається забезпечення управління та підвищення рівня енергетичної безпеки підприємства.

З метою забезпечення управління енергобезпекою підприємства необхідно розглядати можливість створення централізованих систем віддаленого просторово-динамічного моніторингу контролю та спостереження за процесами генерації, передачі, розподілу та споживання енергії для сприяння мережевому розвитку комплексного просторово-динамічний моніторингу стану енергетичної безпеки підприємства в цілому. Структурна схема організації комплексного просторово-динамічного моніторингу контролю стану енергетичної безпеки підприємства ЕЕС на макро-, мезо- та мікрорівні показано на рис. 2.28.

Така побудова та організація комплексного просторово-динамічного моніторингу контролю стану рівня енергетичної безпеки підприємства, дозволяє в режимі реального часу, відстежувати відповідні дані, параметри навколишнього

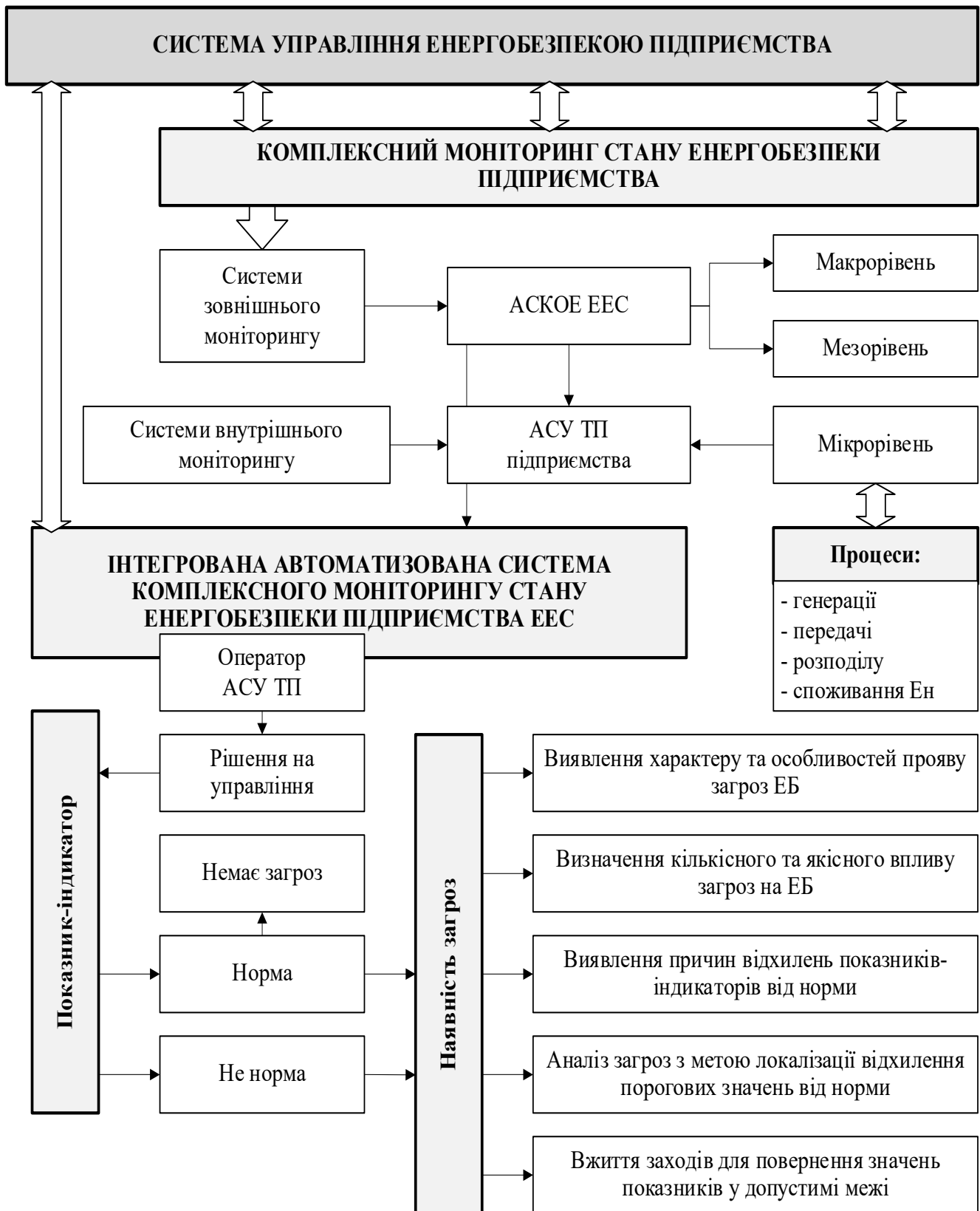


Рис 2.28. Організація просторово-динамічного моніторингу контролю стану енергобезпеки підприємства (розробка автора)

середовища та показники-індикатори негативних факторів у вигляді зовнішніх та внутрішніх загроз ЕБ підприємства. Це можливо за допомогою автоматизованих систем АСКОВЕ ЕЕС на макро- та мезорівні, систем АСУ ТП – на мікрорівні, а також контролювати та відстежувати процеси генерації, передачі, розподілу та споживання енергії кожного об'єкта управління енергетичною безпекою підприємства та для своєчасного реагування на ситуацію для задоволення потреб управління енергетичною безпекою підприємства.

Просторово-динамічний моніторинг дозволяє контролювати нижню та верхню межі показників-індикаторів, усередині яких процеси протікають стійко. Якщо просторово-динамічний моніторинг показує, що показники-індикатори не виходять за допустимі межі значень, зовнішня чи внутрішня загроза не фіксується.

Однак, якщо відбувається вихід показника-індикатора за встановлені межі, то проводиться аналіз з метою локалізації відхилення, виявлення гостроти загрози енергетичній безпеці, характеру та особливостей їхнього прояву, а також для виявлення причин відхилень. Після чого необхідно вживати заходів для повернення значень показників-індикаторів у допустимі межі на основі обробки отриманих поточних та прогнозованих значень показників-індикаторів у програмно-технічному комплексі інтегрованої автоматизованої системи комплексного просторово-динамічного моніторингу стану енергобезпеки підприємства, шляхом вироблення управлінських рішень оператором АСУ ТП.

Ефективне управління енергобезпекою має першорядне значення для підприємств електроенергетичних систем, які прагнуть підвищити економічну ефективність, знизити витрати енергоресурсів та забезпечити сталий розвиток на основі системного підходу, що включає моніторинг, аналіз та оптимізацію процесів генерації, передачі, розподілу та енергоспоживання.

Просторово-динамічний моніторинг є одним із складових частин забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

Реалізація функцій системи просторово-динамічного моніторингу енергобезпеки підприємства на основі програмно-технічного комплексу інтегрованої автоматизованої системи управління енергопідприємством, дозволяє підняти технологію управління енергобезпекою на новий рівень управління і тим самим запобігати негативним наслідкам у вигляді матеріальних збитків та економічних втрат на енергопідприємстві.

У роботі розроблено науково-практичні аспекти формування системи просторово-динамічного моніторингу параметрів стану та рівня поточних оціночних порогових значень як інструменту забезпечення ефективності управління енергетичною безпекою підприємств в організаційному аспекті. Це досягається через комплексну взаємодію та реалізацію просторово-динамічного підходу до тактичних і стратегічних управлінських процесів за допомогою програмно-технічного комплексу інтегрованої автоматизованої системи управління. Такий підхід дозволяє коригувати заходи щодо підвищення енергетичної результативності, ефективності та економії витрат при використанні та споживанні електричної та теплової енергії. Це надає комплексну взаємодію та реалізацію просторово-динамічного підходу до тактичних і стратегічних управлінських процесів за допомогою програмно-технічного комплексу інтегрованої автоматизованої системи управління та дозволяє коригувати заходи щодо підвищення енергетичної результативності, ефективності та економії витрат при використанні та споживанні електричної та теплової енергії.

Висновки до розділу 2

Теоретичні результати дослідження підтверджують важливість використання ентропії як інструменту для оцінки енергетичної безпеки підприємств, оскільки вона дозволяє виміряти невизначеність і різноманітність енергетичних ресурсів.

Енергетичні системи з високою ентропією, що характеризуються більшою диверсифікацією джерел енергії, демонструють меншу вразливість до зовнішніх загроз, таких як коливання цін або перебої у постачанні енергоресурсів, що сприяє підвищенню їх стійкості та надійності.

Дослідження показників ентропії в динаміці, зокрема на період 2012-2022 років, показує, як зміни в структурі споживання енергоресурсів безпосередньо впливають на рівень енергетичної безпеки. Це підкреслює важливість моніторингу енергетичних систем у реальному часі для виявлення та реагування на потенційні ризики, що можуть призвести до кризових ситуацій. Практичне застосування цих результатів дозволяє підприємствам розробляти стратегії для диверсифікації джерел енергії, що знижує їх залежність від традиційних видів пального та зменшує вразливість до зовнішніх впливів. Дослідження дозволило розробити теоретико-методичні засади впливу ентропії на управління енергетичною безпекою підприємств, що базуються на поєднанні статистичних інструментів узагальнення класичної ентропії (метод Шеннона, Рене, Кульбака-Лейблера). Цей підхід дозволяє оцінити рівень ентропії, що відображає хаос та невизначеність, а також визначити критично важливі фактори, які впливають на здатність енергопідприємств адаптуватися до динамічних умов розвитку. В результаті розроблено нові підходи до моделювання впливу цих факторів на стабільність, стійкість та адаптивність управлінських стратегій. Це дозволяє оптимізувати управлінські рішення, прогнозувати потенційні загрози та зменшувати негативні наслідки зовнішніх і внутрішніх ризиків, що сприяє підвищенню ефективності управління енергетичною безпекою в умовах постійних змін, притаманних ентропії.

Розроблено комплексну методіку оцінки рівня енергетичної безпеки промислових підприємств, що включає етапи формування системи індикаторів та їх порогових значень та дозволяє здійснювати безперервний моніторинг і оперативне реагування на зміну стану енергетичної безпеки в режимі реального часу. Розроблений обчислювальний алгоритм, інтегрований в автоматизовану

систему управління енергопідприємством, дозволяє ефективно оцінювати поточний рівень безпеки та приймати оперативні управлінські рішення щодо ліквідації загроз. Реалізація цих методик на практиці, зокрема на прикладі Запорізької АЕС, показала, що система може ефективно оцінювати кризові стани і сприяти швидкому реагуванню для зниження впливу потенційних загроз. Системи просторово-динамічного моніторингу, розроблені на основі сучасних програмно-технічних комплексів, значно підвищують рівень управлінської готовності енергопідприємств, забезпечуючи стійкість до кризових явищ та зменшення економічних втрат.

Запропоновані методи і алгоритми забезпечують підвищення економічної ефективності та стабільності енергетичних підприємств, що є необхідним елементом для сталого розвитку енергетичних систем у сучасних умовах. Розроблена комплексна методика оцінки рівня енергетичної безпеки промислового підприємства, яка базується на безперервному оперативному моніторингу та контролі змін порогових індикаторів-показників, які визначають критичний стан енергетичної безпеки об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії. Параметри цих показників корелюються відповідно до поточних значень, що змінюються в режимі реального часу, з урахуванням впливу зовнішніх і внутрішніх загроз та ризиків. Оцінка загальних інтегральних показників ступеня критичності енергетичної безпеки дозволяє ефективно визначити рівень її стану і тактично оптимізувати управлінські рішення для зменшення матеріальних збитків та економічних втрат, забезпечуючи своєчасне реагування на зміни і загрози.

Розроблено науково-практичні аспекти формування системи просторово-динамічного моніторингу параметрів стану та рівня поточних оціночних порогових значень як інструменту забезпечення ефективності управління енергетичною безпекою підприємств в організаційному аспекті. Основні наукові положення, які подано у даному розділі роботи, відображено в наукових працях автора за списком використаної літератури [19, 20, 23, 116, 185, 186, 234]

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИХ ОСНОВ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЕНТРОПІЇ

3.1 Комплексна стратегія забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії

Сучасний світ переживає період глобальних змін, що торкаються всіх аспектів життєдіяльності суспільства, зокрема, енергетичної безпеки. В умовах невизначеності, зростання глобальних загроз та нестабільності на енергетичних ринках підприємства стикаються з новими викликами щодо ефективного управління своїми енергетичними ресурсами та забезпечення стабільного енергопостачання [38, 39].

Одним із важливих аспектів цього процесу є здатність підприємств адаптуватися до змін, які обумовлені не тільки внутрішніми факторами, а й зовнішніми, що не завжди можна передбачити чи контролювати. Для вирішення зазначеної проблеми необхідно здійснити глибоке дослідження теоретичних основ стратегії забезпечення управління енергетичною безпекою в умовах високої ентропії та нестабільності. Вивчення сучасних стратегій, які застосовуються підприємствами для забезпечення стабільності енергопостачання, дозволяє визначити їх переваги та обмеження [10, 161, 162].

Однак більшість існуючих стратегій недостатньо ефективні для умов, що характеризуються високим рівнем ентропії, де традиційні методи планування і прогнозування часто виявляються неадекватними. Стратегії забезпечення управління енергетичної безпеки повинні враховувати не лише традиційні економічні та технічні параметри, а й соціально-політичні, екологічні, а також

фактори глобальних змін (зміна клімату, геополітична нестабільність, інновації в енергетичних технологіях). Для цього важливо розробити комплексні багатофакторні стратегії, які дозволяють прогнозувати різноманітні сценарії розвитку подій і оптимізувати енергетичні стратегії відповідно до змінних умов, що обумовлює використання інтегрованого підходу до процесу їх розробки та реалізації [190, 252].

В умовах середовища, яке турбулентно змінюється, необхідно розробляти стратегії, які здатні швидко реагувати на нові виклики та адаптуватися до них. Це включає використання методів гнучкого управління та застосування концепцій ризик-менеджменту, завдяки чому підприємства можуть оперативнo коригувати свої енергетичні стратегії в залежності від змін на ринку чи в зовнішньому середовищі [156].

Для ефективного управління енергетичною безпекою підприємств, необхідно розробити інструменти, які б забезпечували точніші прогнози, допомагали б оцінювати різні сценарії розвитку та визначати оптимальні перелік тактичних та стратегічних дій. Це може включати в себе застосування інтелектуальних систем, моделей штучного інтелекту і машинного навчання для прогнозування та управління ризиками, що виникають через високий рівень ентропії в енергетичних системах [126, 182].

Важливо розглядати енергетичну безпеку підприємства як частину більш широкої екосистеми, включаючи взаємодію з іншими підприємствами, державними структурами, енергетичними ринками та іншими зовнішніми факторами. Врахування цієї складності в формуванні стратегії дозволить більш точно оцінити вплив різних чинників на енергетичну безпеку та визначити оптимальні стратегії для мінімізації ризиків (рис. 3.1).

Ентропія як показник невизначеності та хаосу в системах виявляється важливою характеристикою для оцінки ступеня енергетичної безпеки підприємств. Збільшення рівня ентропії в системі управління енергетичними ресурсами може

привести до зниження ефективності, втрати ресурсів і навіть до кризових ситуацій, які мають серйозні наслідки для діяльності підприємства.

У зв'язку з цим виникає потреба в розробці нових методів і моделей, які дозволять не лише аналізувати існуючі ризики, але й формувати стратегії забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах високої ентропії. Розробка таких стратегій має включати врахування множинних факторів, зокрема: коливань на енергетичних ринках, змін в енергетичній інфраструктурі, політичної та економічної нестабільності, а також змін кліматичних умов і технологічних інновацій.

Задача полягає у розробці концептуальних підходів до формування стратегії енергетичної безпеки підприємств, що враховують ці фактори, а також забезпечують гнучкість і здатність до адаптації в умовах підвищеної ентропії.

Процес розробки та формування стратегічного забезпечення управління енергобезпекою підприємств в умовах ентропії – це системний процес, логічна структурна побудова якого дозволяє топ менеджменту підприємств ефективно забезпечувати управлінську діяльність як в якісному так і в кількісному вимірі, особливості якої ускладнюються саме умовами нестабільності та невизначеності, що і проявляються внаслідок ентропії. Ентропія в цьому контексті може трактуватись як міра хаосу або невизначеності підприємств електроенергетичної системи, що виникає через: зміни в глобальних енергетичних ринках; технологічні нововведення; екологічні чи політичні фактори; коливання попиту та пропозиції енергії.

Комплексна стратегія забезпечення управління енергобезпекою підприємств в умовах ентропії, орієнтуючись на ці чинники, має на меті створення ефективної системи стійкого функціонування підприємств, що дозволить зробити процес постачання енергії стабільним та безпечним навіть за умов підвищеної невизначеності.

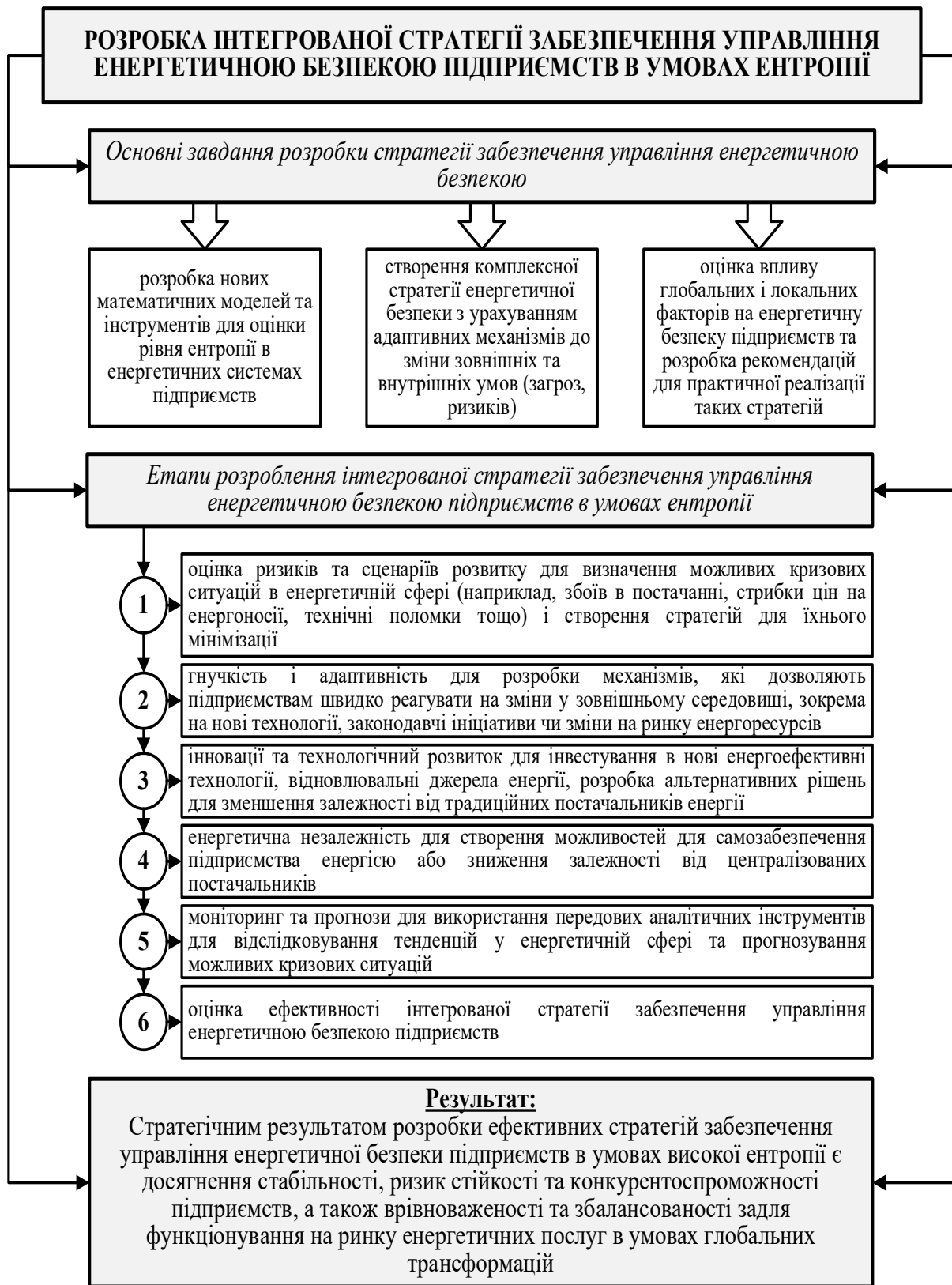


Рис. 3.1. Стратегія забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії на основі інтегрованого підходу (розробка автора)

Загалом, інтегрована стратегія забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств дозволяє підприємствам в умовах високої ентропії (хаосу) створювати стійку енергетичну політику, яка дозволяє зберігати стабільність роботи в умовах постійних змін та непередбачуваних обставин.

Побудова комплексної стратегії забезпечення управління енергобезпекою підприємств в умовах ентропії, може бути досить складним процесом, оскільки вона повинна враховувати різні аспекти: економічні, технічні, екологічні та соціальні. Для цього можна використати математичні та алгоритмічні підходи, що дозволяють моделювати невизначеність і хаос (ентропію) у сфері енергетики.

Для кожного етапу побудови комплексної стратегії забезпечення управління енергобезпекою підприємств в умовах ентропії можна визначити конкретні математичні моделі та формули, що описують процеси, з якими підприємство стикається під час реалізації стратегії.

Розглянемо кожен з етапів як локальну складову інтегрованої стратегії забезпечення управління енергобезпекою підприємств в умовах ентропії більш детально з відповідними математичними виразами:

1. Оцінка ризиків та сценаріїв розвитку — це процес визначення ймовірностей різних можливих сценаріїв, що можуть вплинути на енергобезпеку підприємства у майбутньому часу. Насамперед потрібно оцінити ймовірні ризики та можливі сценарії розвитку в умовах ентропії, що доцільно зробити за допомогою таких інструментів, як аналіз чутливості, сценарне планування, теорії ймовірностей та дерева рішень, методи Монте-Карло для моделювання невизначеності.

На основі теорії ймовірностей запропонована формула (3.1) для оцінки ризиків, що може визначити загальний ризик підприємства для кожного сценарію (i), імовірності (P_i) і потенційні наслідки (C_i) у виді збитків або вигоди:

$$R_i = \sum_{i=1}^n P_i \cdot C_i, \quad (3.1)$$

де R_i - загальний ризик підприємства для кожного сценарію (i);

P_i – ймовірність настання i -го сценарію;

C_i – наслідки i -го сценарію.

Якщо, наслідки виражаються у вигляді економічних втрат або вигоди, то показник C_i може бути як негативним (матеріальні збитки), так і позитивним (економічні вигоди).

2. Розробка стратегій гнучкості та адаптації. Одним із ключових аспектів є створення комплексної стратегії адаптації, тобто розробка комбінованих сценаріїв, які дозволяють підприємству адаптуватися до змін.

Алгоритм адаптації включає такі кроки: оцінка поточних ресурсів та можливостей підприємства; прогнозування потенційних змін (наприклад, енергетичні, технологічні, ринкові); для кожного прогнозу формування локальної стратегії адаптації зі специфічними креативними інструментами та методами досягнення результату (сценарії диверсифікації постачальників, використання альтернативних джерел енергії тощо; вибір оптимальної стратегії на основі аналізу витрат і вигоди).

Це обумовлює необхідність виокремлення системи тактичних дій уніфіковану характеру для адаптації комбінованих сценаріїв розвитку відповідно до можливої зміни умов функціонування підприємств на основі використання моделювання з побудовою відповідних прогнозних трендів, що дозволяє підприємству обирати таку стратегію, реалізація якої дозволить досягти максимальних показників економічної ефективності.

Одним з методів для оцінки стратегічних можливостей є теорія прийняття рішень або метод аналізу варіантів, якій дозволяє для оптимізації адаптаційної стратегії забезпечення управління енергобезпекою підприємств в умовах ентропії використовувати формулу (3.2):

$$S_{ad} = \arg \max [V(S_i) - C(S_i)], \quad (3.2)$$

де S_{ad} – стратегія адаптації;

$V(S_i)$ – вигоди від реалізації стратегії (S_i);

$C(S_i)$ – витрати на впровадження стратегії (S_i).

3. Інновації та технологічний розвиток. Для стратегії забезпечення управління енергетичною безпекою запропоновано використовувати новітні технології, такі як відновлювані джерела енергії, енергоефективні технології, а також інтелектуальні системи управління енергетичними потоками.

Інвестиції в нові технології дозволять знизити енергетичні витрати, підвищити ефективність, забезпечити відновлювані джерела енергії, що в економічному аспекті вимагає здійснення оцінювання ефективності таких інвестицій і їхнього впливу на енергобезпеку підприємств.

В зазначеному контексті доцільно розглядати формування інтегрованої стратегії забезпечення управління енергетичною безпекою шляхом обліку енергетичних потоків через підприємство, що включає постачання енергії з різних джерел і технологічні втрати. Технології для збереження енергії (наприклад, сонячні панелі) можуть зменшити загальний обсяг споживаної енергії, яка визначається згідно виразу (3.3):

$$\sum E_{En} = E_{ZP} - E_{Vt} + E_{VD}, \quad (3.3)$$

де $\sum E_{En}$ - загальне споживання енергії підприємством;

E_{ZP} - енергія, що надходить від зовнішніх постачальників;

E_{Vt} - втрати енергії в процесі передачі;

E_{VD} - енергія, що виробляється власними джерелами (наприклад, сонячними панелями).

Запропоновано вартість інвестицій у нові технології визначати згідно виразу (3.4):

$$S_{In} = \sum_{i=1}^m (I_{nVt} + V_{OP}), \quad (3.4)$$

де S_{In} - вартість інвестицій у нові технології;

I_{nVt} - інвестиційні витрати на i -й технологічний елемент;

V_{OP} - операційні витрати на i -й технологічний елемент.

Загальний ефект від інновацій можна оцінити як різницю між заощадженнями на енергетичних витратах і витратами на технології та визначити згідно виразу (3.5):

$$\Delta S_{In} = \sum E_{En} \cdot \Delta p - S_{In}, \quad (3.5)$$

де ΔS_{In} - загальний економічний ефект від інновацій;

$\sum E_{En}$ - загальне споживання енергії підприємством;

Δp - зниження вартості енергії за рахунок використання нових технологій;

S_{In} - вартість інвестицій у нові технології.

4. Стратегія енергетичної незалежності. Підприємства можуть зменшувати залежність від зовнішніх постачальників, використовуючи власні джерела енергії (сонячні панелі, вітрові турбіни тощо).

Алгоритм для забезпечення енергетичної незалежності включає наступні кроки: оцінка потужності доступних джерел енергії та їхню здатність забезпечити підприємство енергією (наприклад, сонячну панель чи вітрогенератор); розрахунок необхідної кількості установок для покриття базових потреб в енергії; оцінка економічні витрати на встановлення та експлуатацію таких установок; визначення

періоду окупності таких інвестицій і можливість скорочення залежності від зовнішніх джерел.

Якщо підприємство планує встановити сонячні панелі з потужністю (P_{solar}) то кількість енергії, що потрібно для забезпечення підприємства запропоновано визначити згідно виразу (3.6):

$$E_{\text{EnP}} = \sum E_{\text{En}} - E_{\text{ZP}}, \quad (3.6)$$

E_{EnP} - кількість енергії, що потрібно для забезпечення підприємства, якщо планується встановити сонячні панелі з потужністю (P_{solar});

$\sum E_{\text{En}}$ - загальне споживання енергії підприємством;

E_{ZP} - енергія, що надходить від зовнішніх постачальників;

Запропоновано вираз (3.7), який дозволяє визначити, скільки панелей потрібно встановити для забезпечення енергетичної незалежності:

$$N_{\text{solar}} = \frac{E_{\text{EnP}}}{P_{\text{solar}}}, \quad (3.7)$$

N_{solar} – кількість сонячних панелей;

E_{EnP} - кількість енергії, що потрібно для забезпечення підприємства, якщо планується встановити сонячні панелі з потужністю (P_{solar});

P_{solar} – потужність сонячних панелей.

Опис енергетичних потоків запропоновано визначити згідно виразу (3.8):

$$E_{\text{PEн}} - E_{\text{EnS}} = \sum E_{\text{EnN}} + E_{\text{Vt}}, \quad (3.8)$$

де $E_{\text{PEн}}$ - потік енергії, що надходить до системи (наприклад, від

постачальників або джерел енергії);

E_{EnS} - зміна енергії в накопичувачах (наприклад, батареї або акумулятори);

ΔE_{EnN} - енергетичні втрати в процесах передачі та зберігання енергії;

E_{Vt} – енергетичні втрати в процесах передачі та зберігання енергії.

5. Моніторинг та прогнозування. Для прогнозування енергетичних потреб і ризиків можна використовувати методи машинного навчання (нейронні мережі, регресійні моделі чи моделі часу) або статистичні моделі, які дозволяють здійснювати прогнози в умовах неповної інформації. Алгоритм прогнозування включає: збір історичних даних про споживання енергії, ціни на енергоносії, події на ринку; побудова прогностичної моделі (наприклад, регресії чи нейронної мережі); оцінка точності моделі і корекція на основі нових даних; використання моделі для прогнозування можливих кризових ситуацій або змін на ринку енергоресурсів; оцінка ефективності моделі.

З метою прогнозування енергетичної потреби на основі ретроспективних даних $E(t)$ можна застосувати метод експоненціального згладжування для короткострокових прогнозів, що запропоновано визначати згідно виразу (3.9):

$$E_{EnPg}(t+1) - \alpha E_{En}(t) + (1 - \alpha) = E_{EnPg}(t), \quad (3.9)$$

де $E_{EnPg}(t+1)$ прогнозована потреба в енергії на наступний період;

α - коефіцієнт згладжування ($0 < \alpha < 1$);

$E(t)$ – реальна енергетична потреба на поточний період.

Для довгострокових прогнозів, можна застосовувати регресійні моделі або нейронні мережі, які враховують більш складні залежності.

6. Оцінку ефективності інтегрованої стратегії забезпечення управління

енергетичною безпекою підприємств доцільно базувати на визначенні відношення вигоди і витрат, а також на визначенні рівня ризику. Для того, щоб комплексна стратегія забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств була ефективною, потрібно оцінити її на основі відношення вигоди від впровадження стратегії до витрат на її реалізацію, відповідно виразу (3.10):

$$Q_{ef} = \frac{V_{vgp}}{V_{vtp}}, \quad (3.10)$$

де Q_{ef} - коефіцієнт ефективності стратегії забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств;

V_{vgp} – величина вигоди для кожної стратегії забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств;

V_{vtp} – величина витрат на впровадження кожної стратегії забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств.

Проведемо оцінку ефективності інтегрованої стратегії забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств, яка базується на розрахунку економічної ефективності сонячної електростанції (СЕС) для підприємства, що прогнозує зменшення залежності від зовнішніх постачальників енергії, а також базується на оцінці її впливу на енергобезпеку підприємства. Для цього були використані вищеописані формули (3.1) - (3.10) з метою розрахунку кожного етапу розробки стратегії забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств.

В цьому контексті визначено сукупність рамкових параметрів:

- споживання електричної енергії підприємством за місяць: $\sum E_{En} = 1000 \text{ kWh}$;
- вартість електричної енергії від постачальників: $V_{En} = 0,15 \text{ USD/kWh}$;
- потужність сонячної панелі: $P_{solar} = 300 \text{ W (0,3 kW)}$;
- кількість сонячних годин на добу: $N_{sun} = 5 \text{ годин}$ (середнє значення для

більшості регіонів України);

- вартість установки однієї сонячної панелі: $I_{\text{solar}} = 250 \text{ USD/панель}$.

В рамках процесу економічного обґрунтування необхідно провести оцінку необхідної кількості панелей для забезпечення 50% енергетичних потреб підприємства, що дозволяє формалізувати це в певну кількість етапів.

1. Оцінка енергетичних потреб підприємства, оскільки підприємство прогнозує забезпечити 50% потреби від сонячних панелей, то: $\sum E_{\text{EnP}} = 500 \text{ kWh/місяц}$.

2. Оцінка кількості сонячних панелей, які необхідні для задоволення цієї потреби пропонує розрахунок кількості енергії, яку одна панель може виробити за місяць: $E_{\text{solar}} = 45 \text{ kWh/місяц}$.

Для того, щоб покрити 500 кВт·год енергетичних потреб підприємства, потрібно відповідно виразу (8), визначити кількість сонячних панелей: $N_{\text{solar}} = 11,11$ панелей. Отже, підприємству потрібно встановити 12 сонячних панелей, щоб покрити 50% своїх енергетичних потреб.

3. Оцінка вартості встановлення сонячної електростанції, зальна вартість встановлення 12 панелей: $\sum I_{\text{solar}} = 3000 \text{ USD}$.

4. Оцінка економії на енергетичних витратах. Підприємство зможе зменшити витрати на електричну енергію, якщо буде виробляти 500 кВт·год на місяць за допомогою сонячних панелей, тоді вартість енергії від постачальника для 500 кВт·год на місяць: $V_{\text{En}} = 75 \text{ USD/місяц}$.

5. Оцінка періоду окупності інвестицій, що можна обчислити як: $T_{\text{ok}} = \sum I_{\text{solar}} / V_{\text{En}} = 3,3$ року.

6. Оцінка ефективності інтегрованої стратегії забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства відповідно виразу:

$$Q_{ef} = \frac{V_{vgp}}{V_{vp}} = \frac{75}{3000} = 0,025 \text{ USD/місяць.}$$

Цей коефіцієнт показує, яку економічну вигоду підприємство отримає з кожного витраченого долара на інвестиції в сонячні панелі.

Щоб зрозуміти загальну картину щодо застосування сонячної електростанції для підприємства та побудувати стратегічний план розвитку, необхідно підсумувати всі основні дані й розрахунки, пояснити стратегію забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств.

Для цього було проведено розрахунок показників забезпечення від 40% до 100% енергетичних потреб підприємства (табл. 3.1) з метою отримання результатів прогнозу.

Таблиця 3.1

Результати прогнозування оцінки впливу інвестицій в сонячну електростанцію на ефективність управління енергетичною безпекою підприємств у стратегічній перспективі

Рік	P (%)	N _{solar} (одиниць)	V _{En} (USD/місяц)	T _{ок} (місяц)	Q _{ef} (USD/місяц)	I _{solar} (USD)
2000	40	5	20	11,9	0,0023	1500
2005	40	5	20	11,9	0,0023	1500
2010	40	5	21	11,9	0,0023	1500
2015	50	10	42	23,81	0,0046	3000
2020	60	15	63	35,72	0,007	4500
2025	70	30	126	71,43	0,014	9000
2030	80	23	187,2	40,5	0,0247	7590
2035	100	54	200	75,6	0,0132	15120

Оскільки термін окупності сонячної електростанції коливається в межах 3,5 – 6,5 років, то доцільно прогнозування проводити через кожні 5 років згідно з даними табл. 3.1 (наприклад, на протязі періоду 2000 - 2035 рік). Таким чином, застосування запропонованих аналітичних виразів (3.1)-(3.11), дозволяє проводити оцінку впливу інвестицій в сонячну електростанцію для прогнозування стратегічних результатів реалізації організаційно - економічних заходів в рамках забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств у довгостроковій перспективі (табл. 3.1).

На основі даних табл. 3.1 побудовані графіки на рис. 3.2-3.8, що відображають залежність економії на енергетичних витратах від вартості установки, періоду окупності та ефективності витрат, що є важливими інструментами для стратегічного планування і довгострокових інвестицій в енергетичну безпеку, зокрема, для таких об'єктів, як Запорізька АЕС. Для детального розуміння їхньої ролі в процесі стратегічного управління енергетичними ресурсами, слід розглянути кожен із зазначених графіків у контексті енергетичної стратегії. Ці графіки також можуть бути корисними для стратегічного планування та довгострокових інвестицій в енергетичну безпеку.

На рис. 3.2. представлено графік залежності кількості сонячних панелей від покриття енергетичних потреб, який показує тенденцію зміни кількості необхідних сонячних панелей залежно від рівня покриття енергетичних потреб підприємства (наприклад, 40%÷100%), що є важливим інструментом для стратегічного планування, зокрема в контексті довгострокових інвестицій у забезпеченні управління енергетичною безпекою підприємств.

Оскільки сонячні панелі є однією з основних технологій, що дозволяють зменшити залежність від традиційних енергетичних ресурсів (наприклад, електроенергії з мережі), то це може використовуватись для прийняття обґрунтованих рішень щодо інвестицій, планування та розвитку енергетичних стратегій на підприємстві.

Цей графік є важливим для підприємств, які планують впровадження або розширення використання сонячних панелей в енергетичних стратегіях та здійснити стратегічне планування енергетичної безпеки підприємства, яке відповідає не лише поточним потребам підприємства, а й його цілям в майбутньому. Планування кількості сонячних панелей, дозволяє підприємству прогнозувати, скільки енергії йому потрібно для покриття своїх потреб на короткострокову та довгострокову перспективу.

На рис. 3.3, представлений графік залежності вартості установки від кількості

сонячних панелей, який дозволяє побачити, як зміна кількості сонячних панелей, впливає на загальні витрати на установку (наприклад. більше сонячних панелей — більші витрати). Графік є важливим інструментом для оцінки інвестиційних витрат на енергетичні проекти та планування енергетичної безпеки підприємств та дозволяє чітко зрозуміти, як змінюються витрати на установку системи сонячних панелей в залежності від масштабу проекту, що є важливим для стратегічного планування в умовах обмежених ресурсів.

Ця стратегія дозволить підприємствам зрозуміти, яку суму їм потрібно інвестувати залежно від необхідної кількості сонячних панелей. Графік є важливим інструментом для стратегічного планування в контексті енергетичної безпеки підприємства, оскільки він дозволяє підприємствам планувати свої витрати на кілька років або десятиліть вперед. Враховуючи, що сонячні панелі мають тривалий термін служби (20÷30 років), правильне планування витрат на їх установку є критично важливим для забезпечення стабільності енергопостачання в майбутньому.

На рис. 3.4, представлений графік залежності економії на енергетичних витратах від покриття енергетичних потреб, який показує, як збільшення покриття енергетичних потреб, відбивається на економії підприємства. Коли відсоток покриття зростає, економія на енергетичних витратах також збільшується. Ця стратегія дозволяє підприємствам побачити, наскільки більше вони заощаджують при повному покритті своїх енергетичних потреб.

Цей графік є важливим інструментом для підприємств, що здійснюють стратегічне планування в сфері енергетичної безпеки, та демонструє, як зростання відсотка покриття енергетичних потреб підприємства сонячними панелями чи іншими відновлюваними джерелами енергії сприяє зменшенню витрат на енергетику, що дає можливість підприємствам оцінити, яку економію на енергетичних витратах вони можуть отримати в залежності від рівня покриття своїх енергетичних потреб.

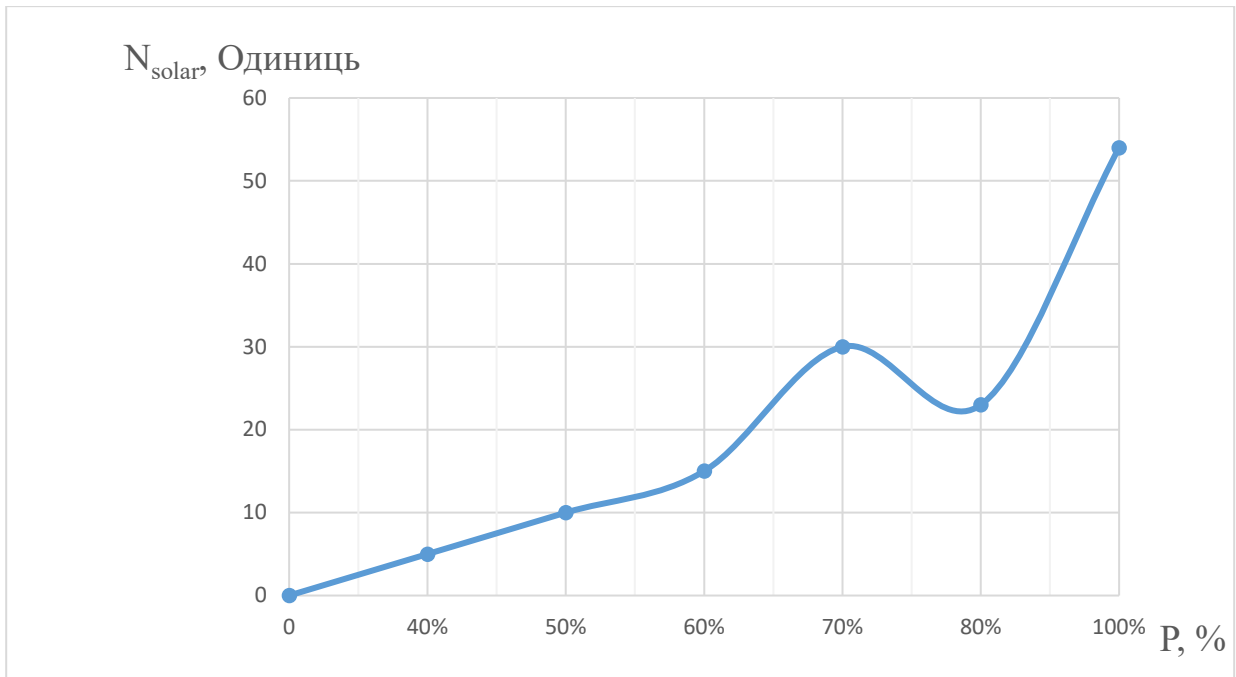


Рис. 3.2. Графік залежності кількості сонячних панелей (N_{solar}) від покриття енергетичних потреб (P) (розробка автора)

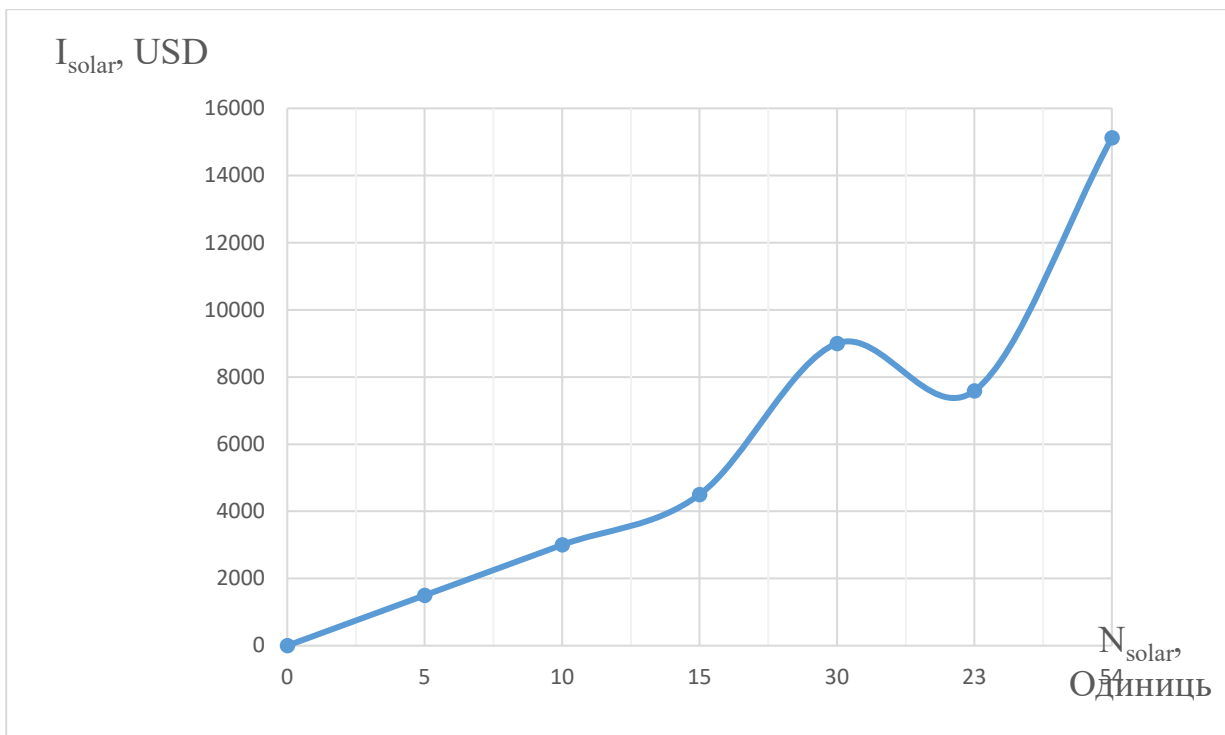


Рис. 3.3. Графік залежності вартості установки (I_{solar}) від кількості сонячних панелей (N_{solar}) (розробка автора)

Підприємство може скласти прогнози на кілька років або десятиліть щодо зниження енергетичних витрат. Якщо з часом ціна на енергію зростатиме, збільшення покриття енергетичних потреб власними відновлювальними джерелами енергії, допоможе підприємствам захистити себе від коливань цін на енергоносії, одночасно забезпечуючи стабільність витрат на енергетику.

На рис. 3.5. представлено графік залежності періоду окупності від вартості установки, який дозволяє побачити, як зміни у вартості установки впливають на час, необхідний для окупності.

Графік показує зростаючу тенденцію: чим більше інвестицій, тим довший період окупності, що наочно демонструє, як зростає період окупності залежно від початкових витрат. Ця дозволить підприємствам краще планувати обсяг часу для того, щоб повернути витрачені кошти. Графік є ключовим елементом у стратегічному плануванні для підприємств, які розглядають можливість інвестицій у відновлювальні джерела енергії, зокрема в сонячні панелі. Цей графік також показує, як різні рівні інвестицій впливають на час, необхідний для повернення коштів, що має важливе значення для стратегічного планування, оскільки дозволяє підприємствам приймати обґрунтовані фінансові рішення в умовах обмежених ресурсів. Для стратегічного планування підприємства можуть розглянути різні сценарії інвестицій і порівняти їх між собою. Наприклад, може бути корисно порівняти час окупності для варіантів з різною кількістю панелей або різними типами установок, щоб зрозуміти, як масштаб проєкту впливає на фінансові результати.

На рис. 3.6, представлений графік залежності коефіцієнта ефективності від покриття енергетичних потреб, який дозволяє зрозуміти, наскільки ефективно підприємство використовує кожен витрачений одиницю для покриття енергетичних потреб. При зростанні покриття енергетичних потреб коефіцієнт ефективності зазвичай зменшується, оскільки підприємство інвестує більше, але вигоди від цих витрат стають менш значимими на кожен витрачений одиницю грошей.

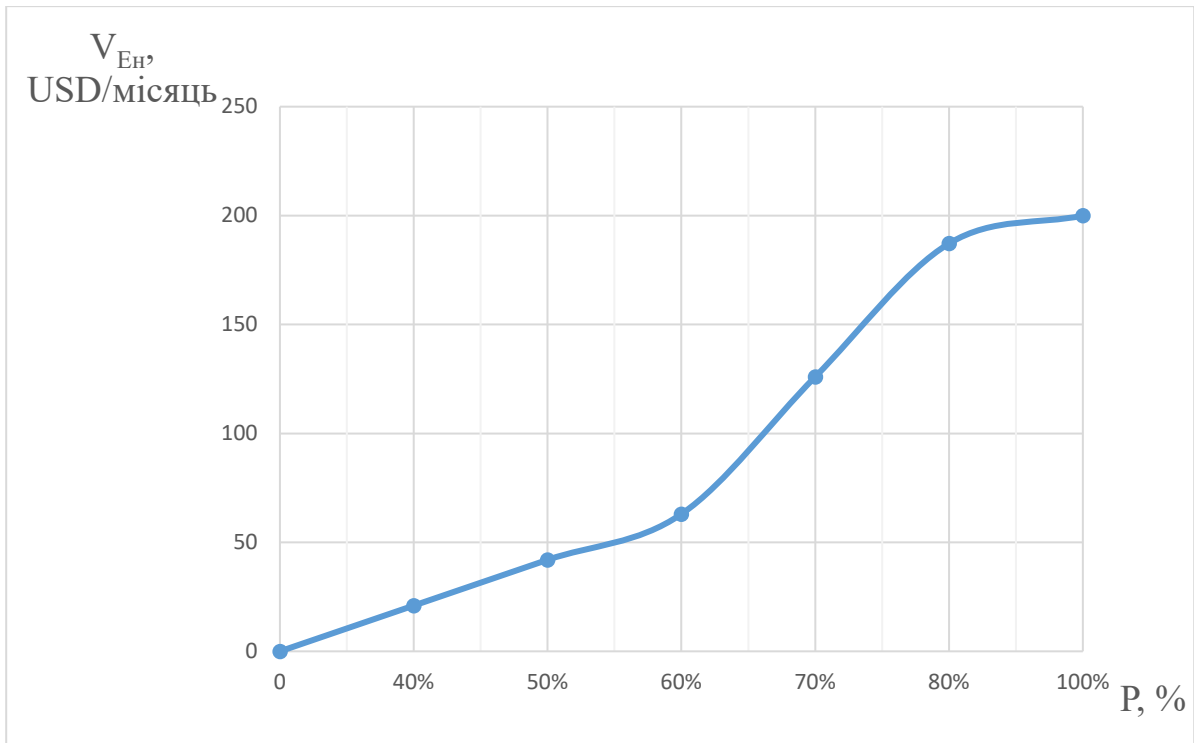


Рис. 3.4. Графік залежності економії на енергетичних витратах (V_{En}) від покриття енергетичних потреб (P) (розробка автора)

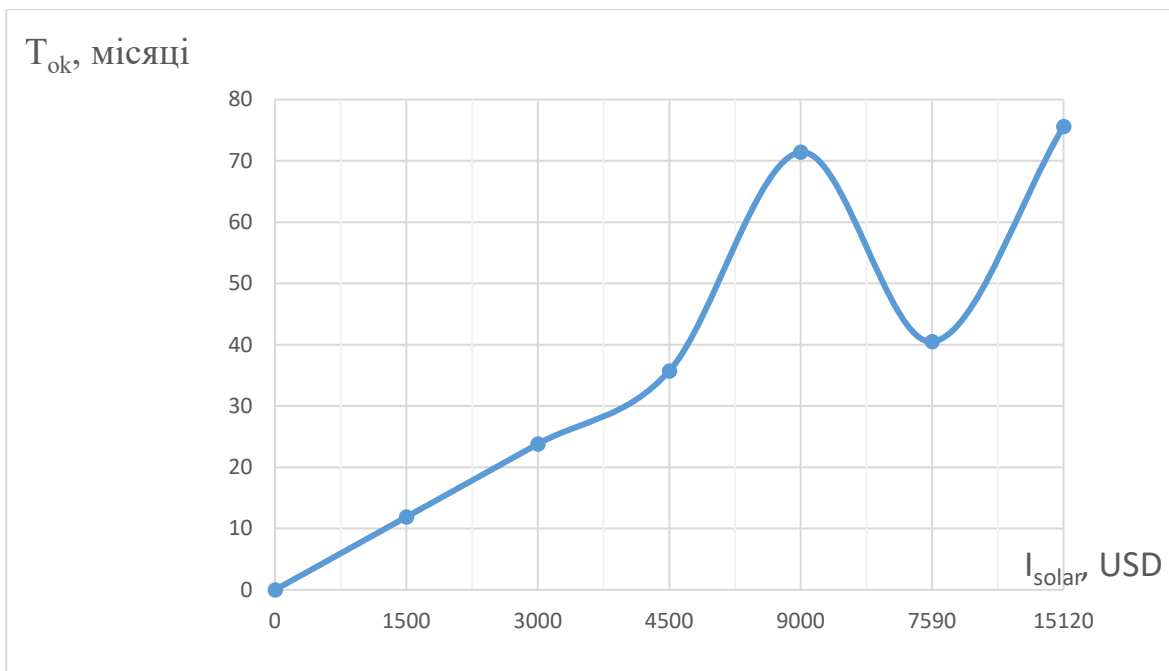


Рис. 3.5. Графік залежності періоду окупності (T_{ok}) від вартості сонячної установки (I_{solar}) (розробка автора)

Цей коефіцієнт дозволяє визначити, скільки енергії може бути отримано на кожен витрачений одиницю коштів при різних рівнях покриття енергетичних потреб. Графік є важливим інструментом для оцінки того, як ефективно підприємство використовує свої інвестиції у відновлювальні джерела енергії, зокрема сонячні панелі, для покриття своїх енергетичних потреб.

Якщо покриття зростає, підприємство може бути змушене здійснити більші інвестиції, і ефективність цих витрат може знижуватися через зростання затрат на додаткові установки (наприклад, сонячні панелі), які забезпечують лише незначне зростання економії енергії. Це означає, що на початкових етапах, коли підприємство інвестує в основну частину своїх енергетичних потреб, ефективність витрат на одиницю енергії є високою.

Однак при подальшому збільшенні покриття, коли підприємство інвестує у додаткові сонячні панелі для досягнення майже 100% покриття своїх енергетичних потреб, вигоди від додаткових інвестицій стають менш значними, і коефіцієнт ефективності починає знижуватися.

На ранніх етапах інвестування, коли підприємство забезпечує покриття основної частини своїх енергетичних потреб (наприклад, 20% ÷ 50%), коефіцієнт ефективності є високим. Це пов'язано з тим, що початкові інвестиції дають значну економію енергії та значно знижують витрати на традиційні енергоносії.

При досягненні середніх рівнів покриття (наприклад, 50% ÷ 80%), ефективність інвестицій починає знижуватися. Це відбувається через те, що для забезпечення додаткового покриття потрібно вкладати більші кошти в додаткові сонячні панелі чи інші енергетичні установки, а вигоди від цих інвестицій є менш значними.

При максимальному покритті (80%÷100%) коефіцієнт ефективності зазвичай зменшується ще більше. Вкладання великих сум у додаткові енергетичні установки може не призвести до пропорційного зростання економії, що пов'язано з обмеженнями в обсягах енергії, яку можна ефективно отримати з кожної додаткової одиниці інвестицій.

Коли підприємство досягає високих рівнів покриття, може бути доцільно переглянути стратегію і скоротити обсяг нових інвестицій, оскільки додаткові витрати не дають пропорційного зростання економії. У такому випадку підприємство може перенаправити ресурси на інші напрямки бізнесу або інші інвестиційні проекти.

Графік залежності коефіцієнта ефективності від покриття енергетичних потреб є потужним інструментом для стратегічного планування в сфері енергетичної безпеки, що дозволяє підприємствам ефективно оцінити економічну доцільність інвестицій на різних етапах покриття енергетичних потреб і приймати обґрунтовані рішення щодо подальших тактичних і стратегічних дій у розвитку відновлювальної енергетики. Розуміння цієї залежності допомагає уникнути надмірних витрат і забезпечити максимальну вигоду від кожної витраченої одиниці коштів.

На рис. 3.7. представлений графік залежності економії на енергетичних витратах від періоду окупності, який показує, як зростання періоду окупності пов'язане з економією на енергетичних витратах.

Кожен варіант стратегії відобразить на графіку свою економію, що дозволить підприємствам вибрати варіанти з коротшим періодом окупності та більшою економією, це важливий інструмент для підприємств, які планують довгострокові інвестиції в енергетичну безпеку, зокрема в установку відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні панелі. Графік допомагає оцінити, наскільки ефективно інвестиції повертаються протягом певного періоду часу, та як це впливає на економію підприємства. Кожна точка на графіку представляє собою певний варіант стратегії інвестицій, що має свій унікальний період окупності та рівень економії.

Підприємства, аналізуючи графік, можуть порівняти різні стратегії та вибрати ту, яка оптимально відповідає їхнім потребам щодо зниження енергетичних витрат і часу, необхідного для окупності.

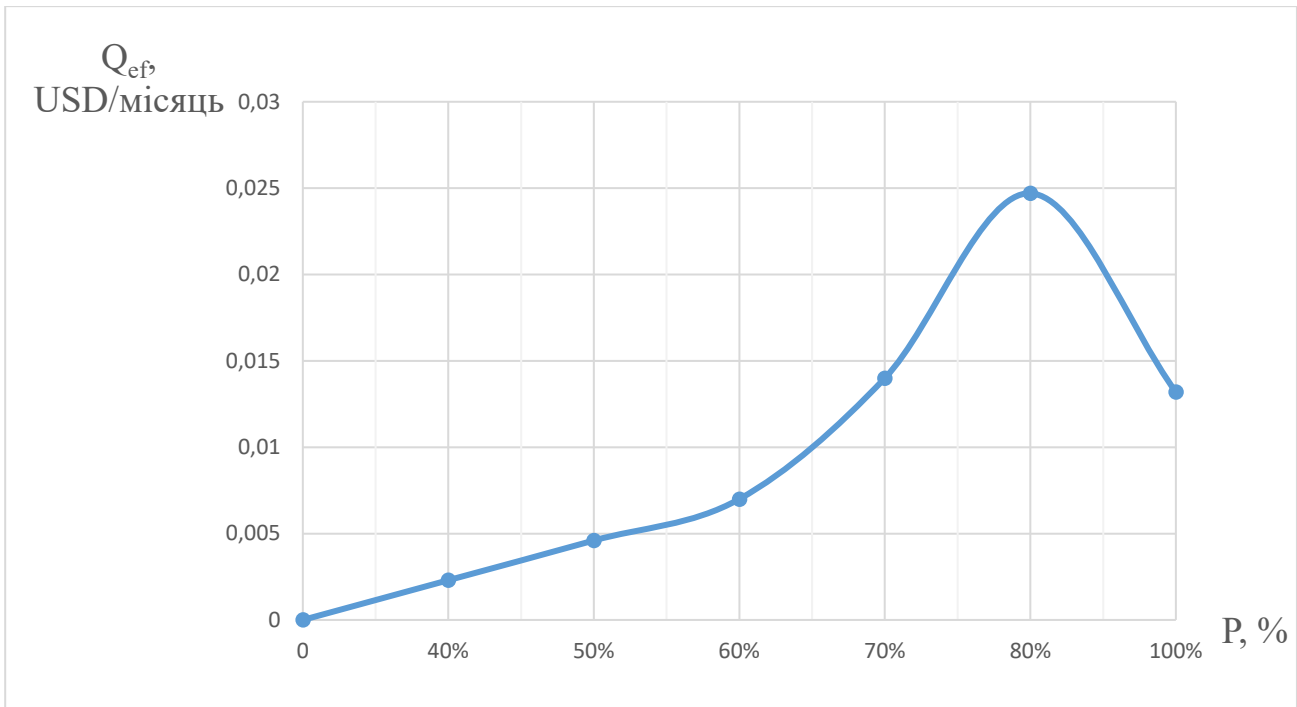


Рис. 3.6. Графік залежності коефіцієнта ефективності (Q_{ef}) від покриття енергетичних потреб (P) (розробка автора)

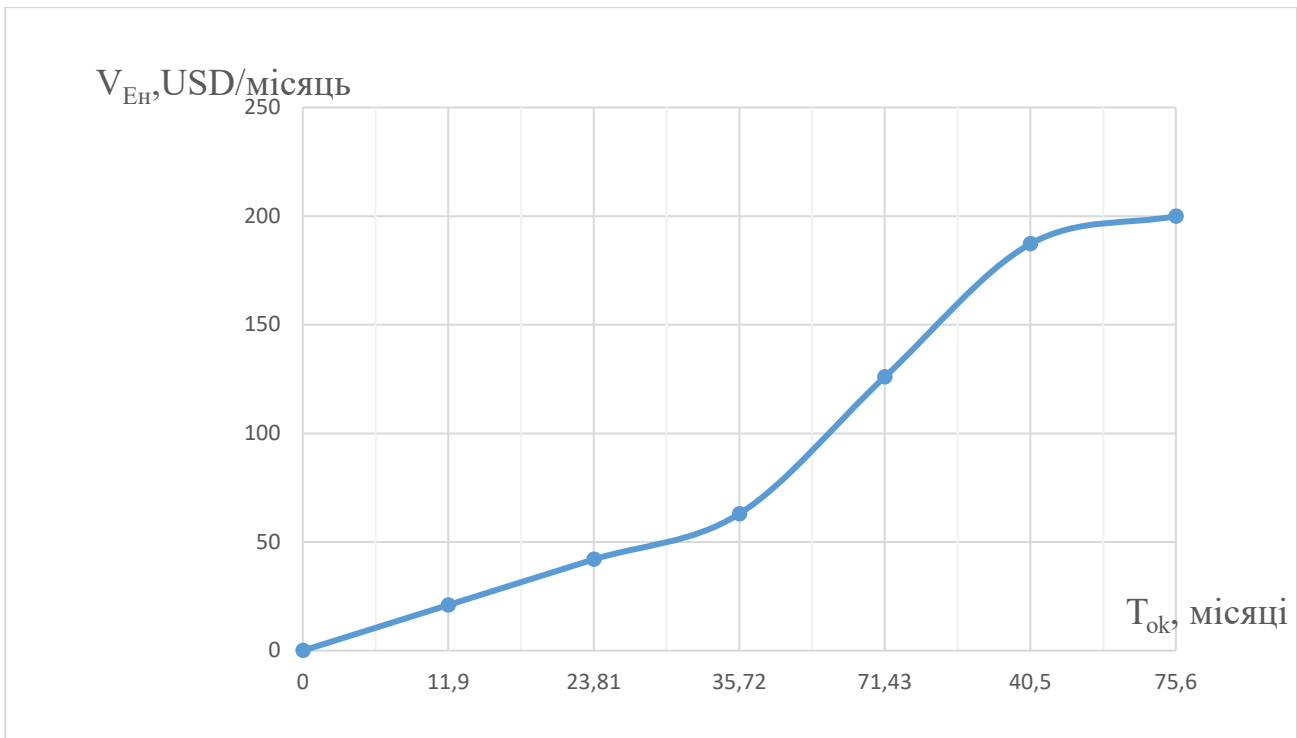


Рис. 3.7. Графік залежності економії на енергетичних витратах (V_{En}) від періоду окупності ($T_{ок}$) (розробка автора)

Графік залежності економії від періоду окупності має зазвичай зростаючу тенденцію, при довшому періоді окупності (збільшенні часу, необхідного для повернення інвестицій) підприємство зазвичай отримує більшу економію на енергетичних витратах; графік також може відображати ситуацію, коли більші інвестиції в енергетичні системи (наприклад, встановлення більшої кількості сонячних панелей або використання більш ефективних технологій) дозволяють отримати більшу економію в майбутньому, хоча ці витрати займають більше часу для повернення.

Однак зростання економії не є пропорційним до зростання періоду окупності. Це означає, що хоча більше інвестицій можуть призвести до більшої економії, ефект від додаткових витрат може поступово зменшуватись, і після певної точки подальше збільшення інвестицій може не давати такої ж значної вигоди.

Інформація, отримана з графіка, може бути також корисною для визначення оптимальних стратегій в умовах змін на ринку енергетичних ресурсів. У разі зростання цін на традиційні енергоносії підприємства можуть скоригувати свої інвестиційні стратегії та зосередитися на більших проєктах, які мають довший період окупності, але дозволяють отримати значну економію на енергетичних витратах.

Таким чином, графік, що показує залежність економії на енергетичних витратах від періоду окупності, є важливим інструментом для стратегічного планування і визначення оптимальних шляхів інвестування в енергетичну безпеку підприємства. Він допомагає підприємствам визначити, які інвестиційні стратегії найкраще відповідають їхнім фінансовим можливостям та стратегічним цілям, а також оцінити, скільки часу буде потрібно для повернення витрачених коштів.

На рис. 3.8. представлено графік залежності коефіцієнта ефективності від періоду окупності, який демонструє залежність між періодом окупності та ефективністю інвестицій. Збільшення періоду окупності зазвичай веде до зниження коефіцієнта ефективності, оскільки інвестиції довше не приносять прибутку на

кожну витрачену одиницю коштів. Цей графік є важливим інструментом для аналізу ефективності інвестицій у контексті відновлювальних джерел енергії та енергетичної безпеки підприємства. Він дозволяє оцінити, наскільки ефективно інвестиції виправдовують себе з точки зору економії енергетичних витрат в процесі їхньої окупності.

Кожна точка на графіку деталізує певну стратегію інвестування, де підприємства можуть порівняти, як довгий період окупності впливає на ефективність використання коштів. Як правило, графік має зворотну кореляцію: збільшення періоду окупності призводить до зниження коефіцієнта ефективності. Це означає, що довший час для повернення витрачених коштів може знижувати віддачу від інвестицій у вигляді економії на енергетичних витратах на одиницю витрачених коштів.

На рис. 3.9. представлено графік залежності економії на енергетичних витратах від вартості установки, який демонструє важливу залежність між економією на енергетичних витратах і вартістю установки сонячних панелей або іншої енергетичної технології для покриття енергетичних потреб підприємства.

Цей графік дає змогу визначити рентабельність проєкту та зрозуміти, як швидко інвестиції в енергетичну безпеку почнуть приносити вигоду у вигляді економії енергетичних витрат та порівняти, як зростання вартості установки панелей (або інших енергозберігаючих систем) впливає на економію енергетичних витрат у місяць та дозволяє порівняти ефективність різних інвестиційних стратегій за кількома параметрами: вартість установки; економія на енергетичних витратах.

Підприємства можуть використовувати цей графік для планування довгострокових інвестицій в енергетичну безпеку, враховуючи не тільки економічні вигоди, але й можливі ризики, такі як зміни у цінах на енергоносії або технологічні інновації, які можуть вплинути на ефективність обраних стратегій.

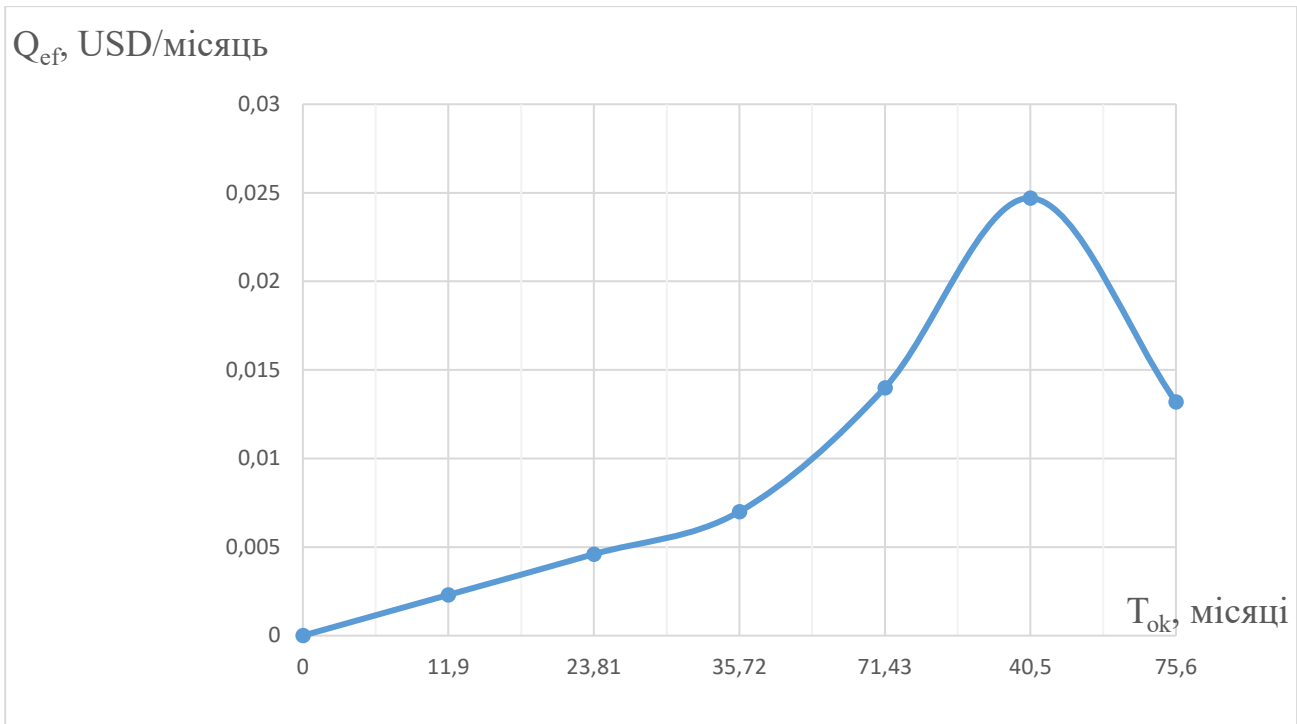


Рис. 3.8. Графік залежності коефіцієнта ефективності (Q_{ef}) від періоду окупності (T_{ok}) (розробка автора)

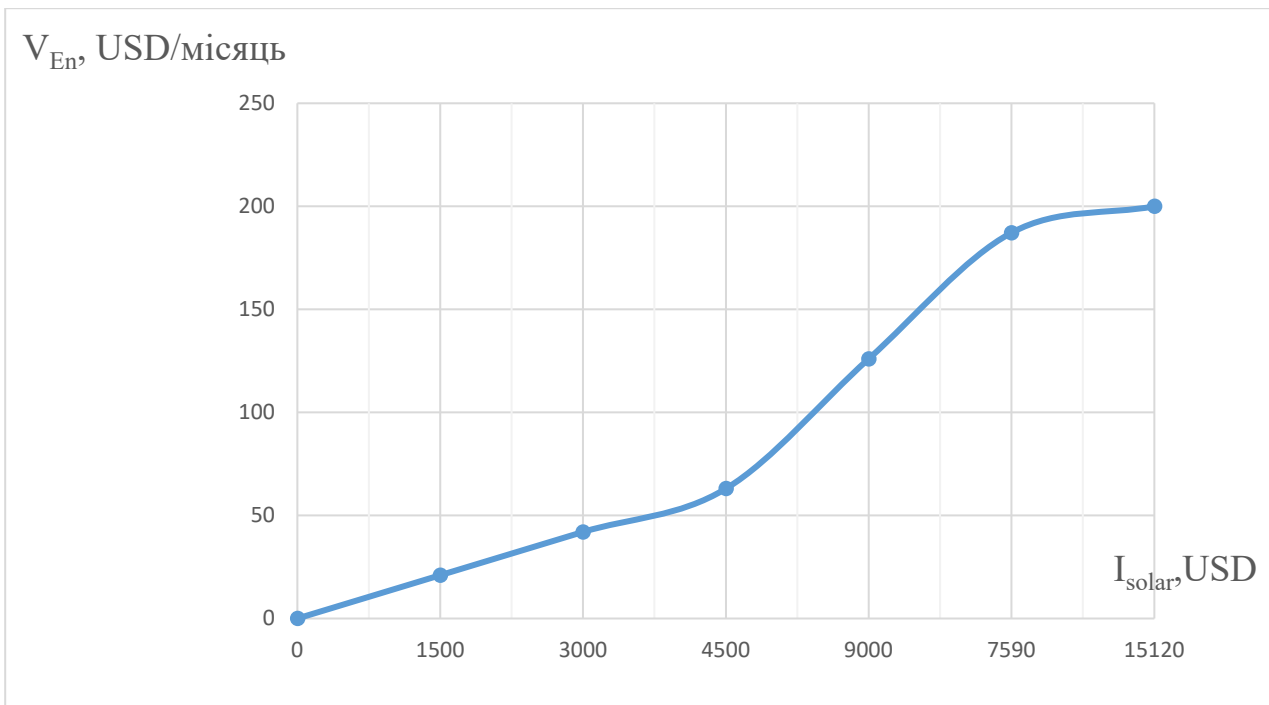


Рис. 3.9. Графік залежності економії на енергетичних витратах (V_{En}) від вартості установки (I_{solar}) (розробка автора)

Загалом, аналіз цих графіків (рис. 3.1÷3.8) є основою для прийняття обґрунтованих рішень щодо інвестицій у сонячні панелі та інші енергетичні ресурси, що сприятиме досягненню енергетичної безпеки підприємства. Вони дають змогу:

- оцінити, який розмір інвестицій є найкращим для досягнення бажаного рівня енергетичної незалежності;
- прогнозувати фінансові потоки і планувати бюджети на кілька років вперед, що важливо для стратегічного управління енергетичною інфраструктурою;
- мінімізувати ризики за допомогою більш детального прогнозування періоду окупності та ефективності витрат.

Таким чином, ці графіки виступають не лише інструментами для стратегічного планування, а й є важливим елементом стратегії забезпечення управління енергетичною безпекою на рівні підприємства як в організаційному так і в економічному аспекті, що включає довгострокові фінансові та технологічні рішення.

На основі графіків (рис. 3.2-3.9) була побудована загальна гістограма динаміки розвитку енергетичних підприємств з урахуванням ефективності реалізації стратегічних заходів економічного характеру (інвестиційних проєктів) в рамках забезпечення управління енергетичною безпекою Запорізької АЕС на період з 2010 по 2035 роки (рис. 3.10). Цей графік є важливим інструментом для стратегічного планування, оскільки він відображає зміни у ефективності різних енергетичних стратегій, зокрема тих, що стосуються використання сонячних панелей, у контексті таких важливих показників як: економія на енергетичних витратах, період окупності та ефективність витрат. Загальна гістограма дозволяє відстежити, як з часом змінюються ключові показники енергетичної безпеки, що дозволяє підприємствам і організаціям, зокрема Запорізької АЕС, планувати свої інвестиції в енергозабезпечення на довгострокову перспективу.

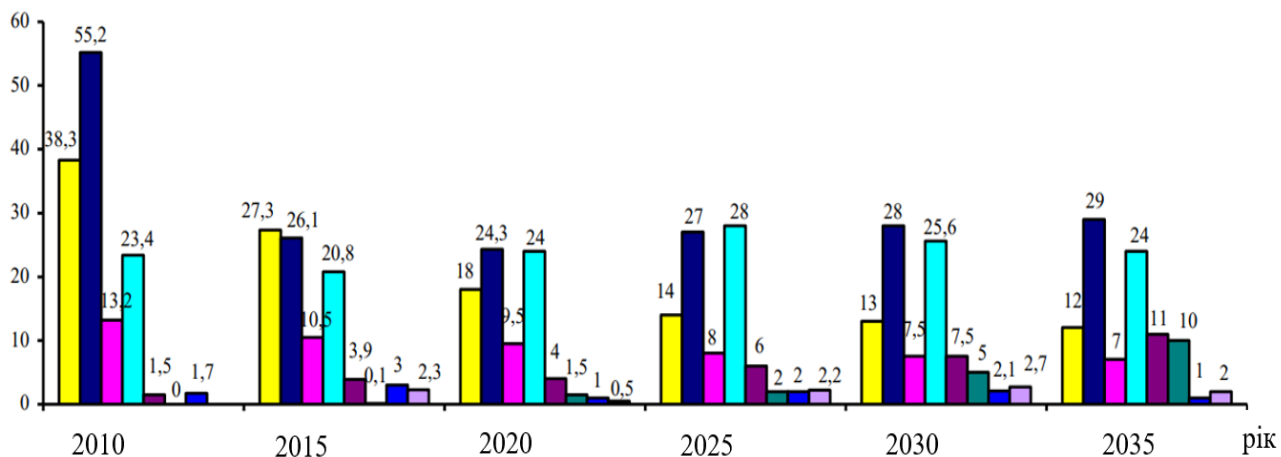


Рис. 3.10. Динаміка розвитку енергетичних підприємств з урахуванням ефективності реалізації стратегічних заходів економічного характеру (інвестиційних проєктів) в рамках забезпечення управління енергетичною безпекою Запорізької АЕС на період з 2010 по 2035 роки (розробка автора)

Дані графіку дозволяють спостерігати, як змінюється економія на енергетичних витратах від впровадження заходів стратегічного характеру в рамках забезпечення управління енергетичною безпекою, особливо із впровадженням сонячних панелей. На гістограмі (рис. 3.10) можна побачити, як економія зростає протягом часу, оскільки кількість сонячних панелей збільшується, а також з часом знижується вартість їх установки завдяки розвитку технологій.

Етапи впровадження сонячних панелей в рамках локальної фінансової стратегії показують, що спочатку, в перші роки реалізації стратегії, економія на енергетичних витратах буде помітною, але обмеженою через невелику кількість сонячних панелей та високі початкові витрати на установку. З часом, із розширенням установки сонячних панелей і покриття енергетичних потреб, економія буде зростати.

Однак важливо враховувати, що на початку цей процес буде не лінійним, а залежним від технологічних змін, змін у вартості енергії та державної підтримки. Також необхідно відмітити вплив зовнішніх факторів (зміни в цінах на енергоносії

або наявність державних субсидій для відновлювальних джерел енергії), які можуть значно прискорити темпи економії. На графіку це може відобразитися як стрімкий ріст економії на певних етапах залежно від політичних чи економічних факторів.

Період окупності на графіку відображає час, необхідний для того, щоб початкові витрати на встановлення сонячних панелей були компенсовані через економію на енергетичних витратах, що є важливим показником для стратегічного планування, оскільки підприємства прагнуть скоротити період окупності, щоб швидше повернути інвестиції.

Аналіз короткострокової окупності показав, що на початкових етапах, коли встановлюється тільки обмежена кількість панелей, період окупності може бути довшим через високі початкові витрати на установку. Однак із кожним роком окупність зменшуватиметься завдяки зростанню економії на енергетичних витратах і потенційно зниженню вартості установок.

Аналіз стратегічної перспективи показав, що протягом 2010÷2035 років графік, ймовірно, продемонструє зменшення періоду окупності внаслідок технологічних досягнень, здешевлення обладнання та зростання вартості традиційних енергоносіїв, що робить інвестиції в сонячні панелі ще більш вигідними.

Фінансова стратегія полягає в тому, щоб оптимізувати фінансування, а також мінімізувати період окупності, що може включати використання фінансових інструментів, таких як державні субсидії, кредитні лінії чи інші форми залучення інвестицій, які дозволяють зменшити початкові витрати.

Ефективність витрат є ще одним важливим показником, який на графіку показує, скільки економії на енергетичних витратах отримує підприємство на кожну одиницю вкладених коштів. Зазвичай, з часом ефективність знижується, оскільки збільшення масштабів проєкту (більш широке впровадження сонячних панелей) потребує додаткових капіталовкладень, але вигоди від кожної окремої одиниці витрат стають менш значними.

В цьому контексті доцільно розглянути зниження ефективності при великому масштабі: коли підприємство інвестує значно більше коштів у збільшення покриття енергетичних потреб, кожен наступний етап може приносити менше вигоди в порівнянні з попереднім. Це явище пояснюється тим, що початкові установки дають вищу віддачу, а додаткові інвестиції у більш масштабні проекти можуть не призвести до пропорційного зростання економії на енергетичних витратах.

Стратегічним завданням підприємства є пошук оптимального балансу між інвестиціями та економією, що обумовлює доцільність перманентного пошуку моделей, методів, інструментів, використання яких дозволить розробляти найефективніші стратегії для забезпечення управління енергетичною безпекою з урахуванням моделювання результатів відносно збереження балансу між збільшенням інвестицій та зменшенням коефіцієнта ефективності витрат, та прогнозувати тенденції зміни рівня енергетичної незалежності підприємства.

Особливо важливе значення це має для стратегічного планування, оскільки дозволяє підприємствам, зокрема Запорізької АЕС, планувати оптимізацію інвестицій в енергетичну інфраструктуру, зважаючи на ефективність різних стратегій на кожному етапі розвитку. Враховуючи, що початкові інвестиції можуть бути значними, важливо планувати довгострокову стратегію так, щоб максимально збільшити економію при мінімальних витратах і мінімізувати період окупності.

Збільшення кількості встановлених сонячних панелей, безумовно, знижує залежність від зовнішніх постачальників енергії, що є важливим аспектом для забезпечення стійкості і безпеки енергетичних постачань в умовах глобальних економічних і політичних викликів.

Це підтверджує необхідність пошуку шляхів постійного оновлення технологій, що дозволяє знижувати витрати на встановлення і підвищувати ефективність енергетичних систем. Із зниженням вартості обладнання та зростанням інноваційних технологій сонячної енергетики підприємства можуть обрати стратегії, які гарантують більшу економію при мінімальних початкових

витратах. Оцінка економії на енергетичних витратах, періоду окупності та ефективності витрат надає підприємствам чітке розуміння того, які інвестиції є найбільш вигідними на різних етапах розвитку і як вони можуть сприяти зростанню рівня енергетичної безпеки підприємств.

3.2 Розробка механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств

У сучасних умовах, коли питання управління енергетичною безпекою на всіх рівнях економіки стають дедалі актуальнішими, інвестиції в енергетичну інфраструктуру не лише підвищують конкурентоспроможність підприємств, але й забезпечують надійність постачання енергоресурсів. Проте, існуючі підходи до оцінки економічної ефективності часто не враховують специфічні вимоги та ризики, пов'язані з управлінням енергетичною безпекою, що може призводити до значних економічних втрат.

Сьогодні в умовах ринкових відносин кожне енергетичне підприємство повинно орієнтуватися не лише на забезпечення ефективності економічних процесів, а й акцентувати увагу на розробленні та впровадженні систем і механізмів забезпечення управління, які здатні оперативно реагувати на мінливі умови й несприятливі виклики зовнішнього середовища.

У сучасному економічному просторі недооцінювання ролі економічної безпеки та її значення в системі управління підприємством робить його чутливим до зовнішніх та внутрішніх викликів і може призвести до виникнення цілого комплексу проблем системно характеру.

Одним із важливих чинників, який впливає на темпи зростання економіки України, є низький рівень енергетичної безпеки підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки. Серед головних факторів, які

впливають на енергетичну безпеку України, можна виділити залежність від імпорту енергоресурсів, нестабільність внутрішньої та зовнішньої політичної ситуації, терористичну загрозу та недостатню розвиненість інфраструктури [174].

На підставі аналізу праць [1, 16, 35, 42, 45, 47], у яких приведені визначення поняття «механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства», були сформульовані основні підходи, щодо трактування його сутності.

Основні підходи до формування механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки, які розглянуті різними авторами (табл. 3.2).

На основі розглянутих вище підходів щодо визначення сутності поняття «механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства» дано авторське визначення механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства – це сукупність організаційних та економічних заходів щодо запобігання негативним факторам у вигляді зовнішніх та внутрішніх загроз енергетичній безпеці як самого енергопідприємства, так і об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії, що входять до його складу.

Саме тому в умовах нестабільної української економіки особливої актуальності для вітчизняного паливно-енергетичного комплексу набуває питання розроблення ефективного механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою (ЕБ) підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

Одним із напрямів підвищення рівня енергобезпеки виробничих підрозділів підприємства є застосування механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства.

Таблиця 3.2

Підходи щодо визначення сутності поняття «механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства»

Автори	Сутність поняття «механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства»
Т. Афонченкова	Це сукупність заходів, що забезпечують максимальне використання енергетичного потенціалу за мінімальних питомих витрат енергії на виробництво одиниці продукції.
І. Бевз	Це сукупність організаційних та економічних заходів, які впливають на економічні й організаційні параметри підприємства, що сприяє формуванню та посиленню енергетичного потенціалу й ефективності його діяльності.
Ю. Вовк	Комплексна система управління, яка характеризується раціональним використанням ресурсів на підприємстві, що може використовуватися для досягнення управлінських цілей за допомогою економічних методів.
В. Джеджула	Це сукупність економічних, організаційних, мотиваційних методів і способів, що спрямовані на економічно обґрунтоване виявлення та максимальне використання потенціалу енергозбереження з метою мінімізації питомих витрат на виробництво продукції та зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище.
К. Докуніна	Структура механізму енергозбереження передбачає правовий, організаційно-управлінський, економічний та технічний аспект, взаємодія яких у підсумку має забезпечувати позитивний економічний результат.
П. Неміш	Це сукупність заходів, які забезпечують максимально ефективне використання енергетичного потенціалу за мінімальних питомих витрат енергії на виробництво одиниці продукції. Ці заходи повинні мати яскраво виражений стимулюючий характер і забезпечувати економію коштів.
Т. Сердюк	Система взаємопов'язаних економічних та організаційних елементів, спрямованих на активізацію економічного витрачання паливо-енергетичних ресурсів, впровадження енергозберігаючих заходів з урахуванням інноваційних досягнень у галузі як технологічних, так і продуктових.
Ю. Чистов	Система інструментів, яка за певного застосування, приводиться в дію та здійснює процес енергозбереження, за якого має забезпечуватися позитивний ефект відразу у декількох площинах, що відображає багатовекторну природу механізму.

Стратегічною задачею механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства є об'єднання технологій, систем, методів, засобів в єдину комплексну систему управління підприємствами на основі проведення неперервного моніторингу в автоматизованому режимі реального часу.

Необхідно зазначити, що впровадження механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства у виробництво енергії, дозволить підвищити її економічну ефективність. Для забезпечення успішного його функціонування необхідна результативна синхронна реалізація всіх його складових. Однак на сьогодні відсутній єдиний науковий підхід щодо формування механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства, що актуалізує зазначену проблематику та обумовлює доцільність та необхідність подальшого вивчення.

Питання розробки механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств досліджували багато вітчизняних науковців, зокрема, Гевко Б. [35], Дзядикувич Ю. [45, 47], Брич В. [47], Джеджула В. [47], Матвійчук Н. [88], Мельниченко О. [90], Миколюк О. [92], Прохорова В. [110, 112, 115], Бабічев А. [112], Струк Н. [143], Шевчук Я. [167], Ярова О. [174], Леонов Я. [174] та багато ін.

Незважаючи на спектр питань, охоплених дослідженнями, недостатньо опрацьованими як у зарубіжній, так і у вітчизняній літературі залишаються питання формування механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства як основи підвищення рівня електроенергетичної системи держави на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

Мета дослідження – вирішення комплексу завдань щодо формування механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки як інструменту досягнення можливостей переходу підприємства з одного якісного рівня до іншого, враховуючи акумулювання ресурсних резервів та застосування технологій адаптаційного характеру.

Для дослідження процесів забезпечення управління енергобезпекою необхідно визначити об'єкт управління енергетичною безпекою, який необхідно відрізнити його масштабом, що може бути міжнародним (світ в цілому, континент,

група країн), національним (окрема країна), регіональним (регіон, область), масштабом окремого підприємства та процесів які відбуваються на підприємстві, що зумовлює доцільність розгляду процесу забезпечення управління енергобезпекою на усіх рівнях побудови економіки (рис. 3.11).

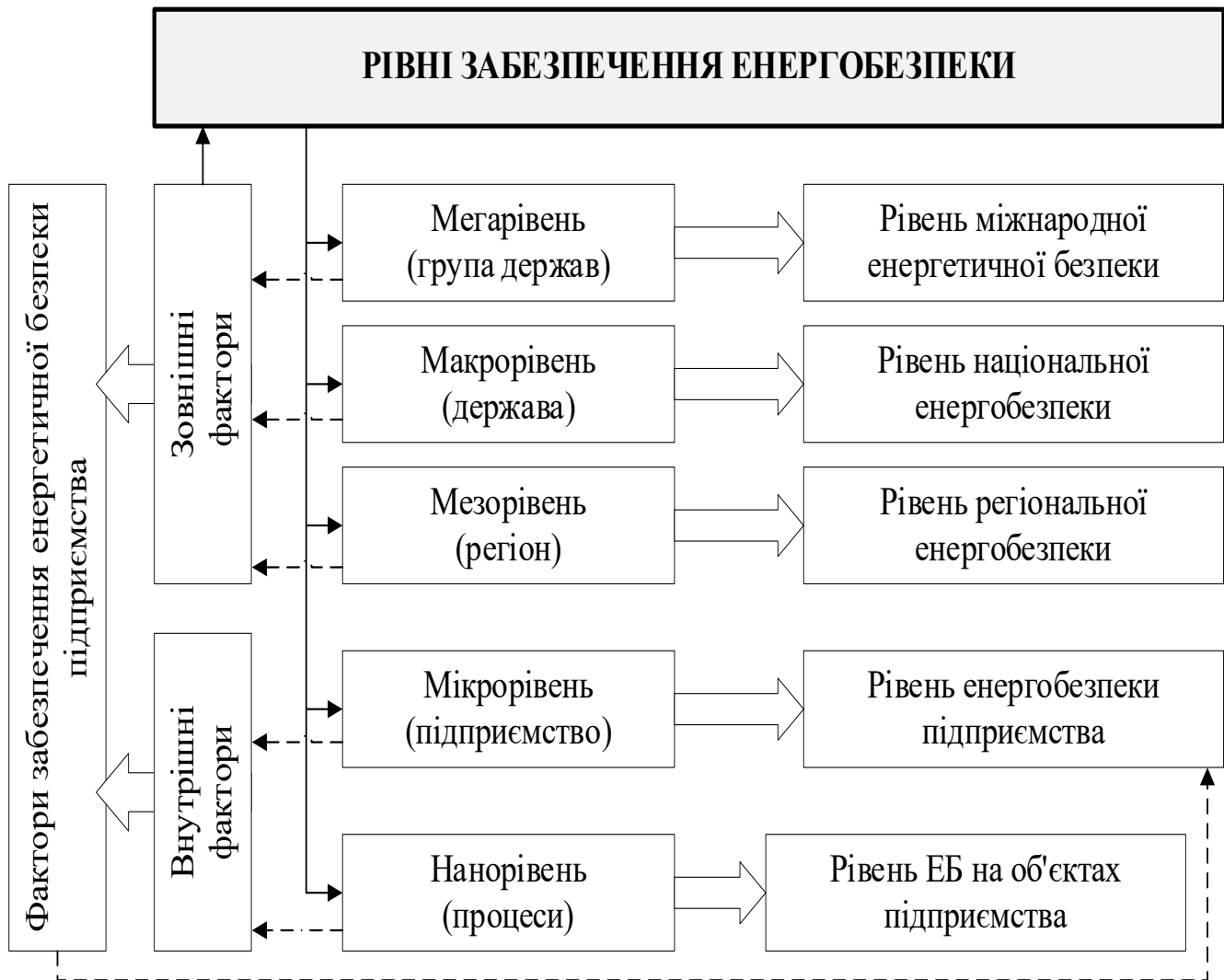


Рис. 3.11. Рівні забезпечення енергетичної безпеки (розробка автора)

Як зазначено авторами праці [163], реалізація системи заходів щодо забезпечення рівня енергетичної безпеки України, дозволить забезпечити ЕБ як найважливішу частину національної безпеки, запобігти загрозам для економіки України та її регіонів, підвищити її стійкість, створити умови для динамічного

розвитку енергетики та покращення добробуту населення України. Саме мікрорівень (рівень енергопідприємства) є базовим об'єктом управління для забезпечення енергетичної безпеки на мезорівні (регіону) та макрорівні (країни), що дозволяє охарактеризувати сутність енергетичної безпеки підприємства як економічної системи як ступінь захищеності його енергопостачання від ендегенних та екзогенних загроз в умовах стабільного функціонування з урахуванням перспективи розвитку, а також ступінь енергозабезпечення мінімально необхідних потреб в енергії в надзвичайній ситуації.

Водночас постійні зміни середовища функціонування та позицій підприємств на ринку, ускладнені несприятливими політичними та соціально-економічними змінами в суспільстві, вимагають визначення найважливіших факторів безпеки сучасного підприємства та розробки заходів щодо забезпечення їх стану на належному рівні. Забезпечення належного рівня енергетичної безпеки передбачає вибір пріоритетних напрямів діяльності.

Аналіз ряду наукових робіт [1, 16, 35, 42, 45, 47, 65, 83] дозволяє стверджувати, що фактори забезпечення енергетичної безпеки підприємства умовно поділяються на зовнішні та внутрішні. При цьому, зовнішні фактори діють у глобальному оточенні підприємства і не підконтрольні підприємству, а внутрішні в певній мірі залежать від діяльності підприємства.

До зовнішніх факторів забезпечення енергетичної безпеки підприємства відносяться: геополітичні, економічні, природні, науково-технічні фактори країни та регіону. На відміну від зовнішніх факторів, внутрішні цілком залежать від діяльності підприємств.

Серед основної групи внутрішніх факторів для енергетичного підприємства виділяють:

– техніко-технологічні фактори забезпечення енергобезпеки підприємства, що пов'язані з прогресивними змінами у техніці й технології виробництва енергії. До них відносяться: впровадження у виробничий процес енергоефективних

технологій і нової техніки; модернізація існуючого устаткування; підвищення завантаження енергообладнання; використання більш якісних та ефективних видів палива та енергії, в тому числі, з відновлювальних джерел; зниження енергоємності продукції; перехід на автономні системи енергопостачання; попередження порушень правил техніки безпеки при використанні обладнання, в тому числі, й енергетичного; підвищення обізнаності керівництва та персоналу з питань енергозбереження; мотивація персоналу до енергозбереження; залучення усього персоналу до підвищення енергоефективності; використання персоналу підприємства в процесі енергоаудиту тощо;

– організаційно-економічні фактори забезпечення енергобезпеки підприємства, що забезпечують прогресивні зміни в організації виробництва, праці та управління підприємством. До них відносяться: вдосконалення системи управління енергетичним господарством підприємства, зокрема, за рахунок впровадження сучасних інструментів енергоменеджменту та енергетичного контролінгу; впровадження автоматизованих систем управління; вдосконалення організації та обслуговування робочих місць; впровадження прогресивних норм і нормативів енергоспоживання; вдосконалення системи стимулювання процесів енергозбереження; організація можливості диверсифікації джерел постачання паливно-енергетичних ресурсів тощо.

Відповідно використовуючи набір вище розглянутих факторів, менеджери підприємства зможуть вжити заходів для поліпшення стану енергетичного господарства та забезпечення енергетичної безпеки. Оптимальний набір факторів сприятиме підвищенню енергоефективності та ефективному функціонуванню підприємства в цілому. Крім того, підвищення рівня енергетичної безпеки підприємств у стратегічній перспективі призведе до підвищення рівня енергетичної безпеки на макро- та мезорівнях економіки.

Першочерговою проблемою забезпечення енергетичної безпеки є відстеження та оцінка рівня загроз за допомогою багатовимірних, системних та

інших методів та прогнозування розвитку ситуацій (сценаріїв) з метою управління ними та впровадження відповідних заходів для підвищення рівня енергобезпеки.

Для вирішення завдання забезпечення управління енергобезпекою підприємства необхідно, щоб енергетичне підприємство могло адаптуватися до нових умов господарювання, а для цього необхідно змінити його внутрішню структуру, генерувати нові форми та методи управління як поточними виробничими процесами, так і процесами відтворювального характеру, безпосередньо пов'язаними з процесами генерації, передачі, розподілу та споживання енергії.

У сучасних умовах енергетична безпека підприємства є значним елементом економічного потенціалу енергопідприємства, для забезпечення її необхідна чітко розроблена та ефективно функціонуюча система управління енергетичною безпекою.

Автори праці [167] зауважують, що використання відновлюваних джерел енергії сприяє створенню сталої та ефективної енергетичної системи, що зменшує залежність від ненадійних джерел енергії та забезпечує стабільність енергопостачання в мінливих умовах. Невизначеність стану енергетичних ресурсів підтверджує, що енергопідприємствам ЕЕС, щоб перейти від адміністративних принципів роботи до ринкових, особливо у випадках, коли постає питання зниження втрат і оновлення виробничих фондів енергопідприємства, необхідно формувати механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергетичної безпекою підприємства, який доцільно розуміти як єдину систему забезпечення енергетичної безпеки підприємства його функціональними підрозділами та об'єктами, органами управління підприємства, ефективно планування необхідних заходів та оптимальне розподілення ресурсів на їх здійснення (рис. 3.12).

Процес формування такого механізму включає визначення мети, шляхів та способів її досягнення, а також необхідних засобів та їх джерел. Механізм

організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємств повинен об'єднувати організаційні та економічні цілі, стимули та заходи, які направлені на підвищення рівня енергобезпеки підприємства, із використанням різних інструментів керування енергобезпекою. В рамках дослідження для реалізації поставленої мети запропоновано чинники, що впливають на процеси генерації, передачі, розподілу та споживання енергії.

Стратегічною метою реалізації механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств ЕЕС виступає вибудовування комплексу оптимальних умов для протистояння впливу внутрішніх та зовнішніх загроз в області енергетичної безпеки, а також має включати відповідні структури, функції та процедури прийняття та реалізації рішень з питань енергетичної безпеки підприємства ЕЕС.

Виходячи з цього, було розроблено механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства ЕЕС на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки, що дозволяє реалізувати функції управління енергетичною безпекою підприємства ЕЕС на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

Управління енергетичною безпекою підприємства полягає в ідентифікації загроз та ризиків, оцінці ступеня кризового стану системи безпеки, використанні енергетичних ресурсів через реалізацію наступних етапів: виявлення потреб у енергетичних ресурсах, оцінка вартості, формування та використання ресурсів, оцінка ефективності використання енергетичних ресурсів підприємства. Основні принципи, на основі яких базується забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства, представлено на рис. 3.13.

Запропоновано розглядати такі основні функції процесу управління енергетичною безпекою підприємства (табл. 3.3), що забезпечують реалізацію механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства ЕЕС.

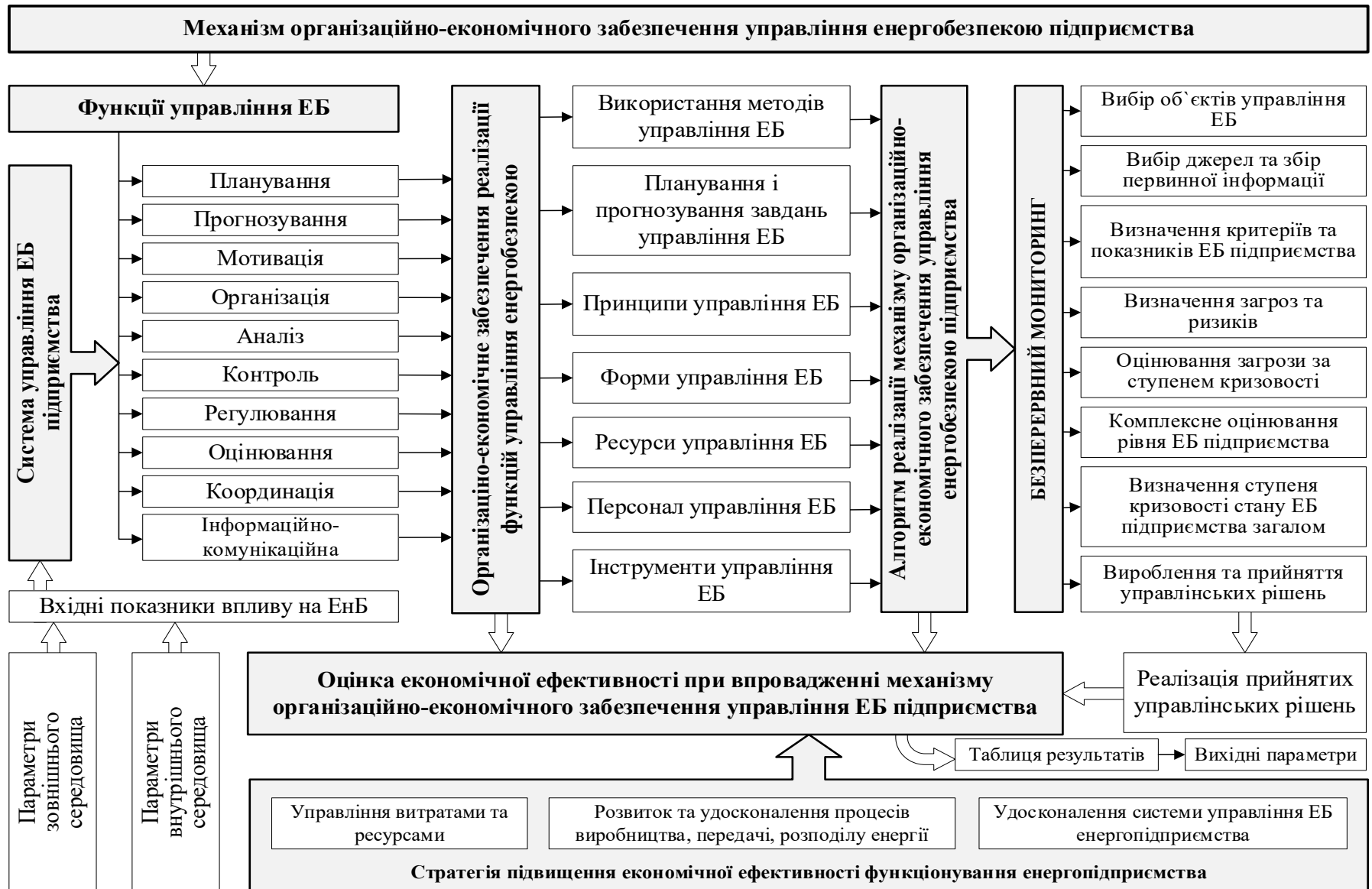


Рис. 3.12. Механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств (розробка автора)

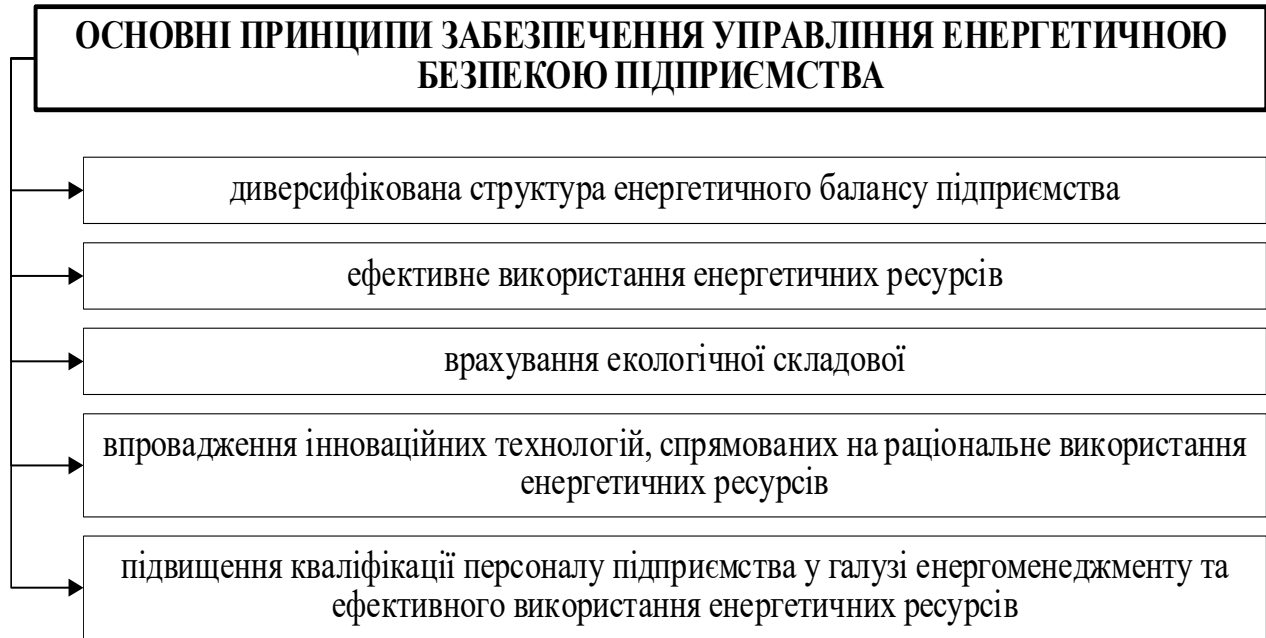


Рис. 3.13 Основні принципи забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства *(розробка автора)*

До значимих функцій слід віднести функції захисту, управління, регулювання, координації, попередження, інновації, планування, прогнозування, мотивації, організації, аналізу, контролю, регулювання, оцінювання, координації, інформаційної комунікації, розрахунку, реалізації, завдання яких розкрито в табл. 3.3.

Складові механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства, являють собою сукупність методик, способів, прийомів, важелів, що організують стабільну та ефективну економічну діяльність енергопідприємства. Сукупність методик, способів, прийомів, важелів на об'єктах генерації, передачі, розподілу енергії, що входять до складу підприємства, поділяються за змістом впливу на об'єкти управління на організаційно-управлінський, фінансовий, соціально-психологічний та інші, як моделі механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства.

Таблиця 3.3

Основні функції механізму організаційно-економічного забезпечення
управління ЕБ підприємства ЕЕС

Функція 1	Задача функції 2
Захисти	Функція спрямована на захист розвитку підприємства ЕЕС на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки від сукупності внутрішніх та зовнішніх загроз, які пов'язані з наявністю достатнього ресурсного енергетичного потенціалу.
Управління	Функція управління спрямована на координацію діяльності органів управління енергетичною безпекою підприємства шляхом забезпечення єдності дій всіх управлінських об'єктів і підрозділів з метою ефективного впливу на виробничий процес з позиції економічної ефективності.
Регулювання	Функція регулювання передбачає нейтралізацію внутрішніх та зовнішніх загроз шляхом механізму державного регулювання чи ринкового саморегулювання.
Координації	Функція координації процесу управління енергетичною безпекою підприємства покликана забезпечувати узгодженість у часі та просторі дій органів управління енергетичною безпекою та посадових осіб, а також між системою енергетичної безпеки загалом та зовнішнім середовищем.
Попередження	Функція попередження спрямована на передбачення та подальше попередження про виникнення внутрішніх та зовнішніх загроз, ризиків та критичних ситуацій у процесах, що протікають на об'єктах генерації, передачі, розподілу та споживання енергії.
Інновації	Функція інновації заснована на виробленні та подальшому застосуванні інноваційних рішень та заходів для подолання загроз, що виникають і вже діють.
Планування	Функція планування зводиться до складання енергетичних балансів для підприємства ЕЕС.
Прогнозування	Функція дозволяє робити прогнози про наслідки у зв'язку з виникненням внутрішніх та зовнішніх загроз, ризиків та критичних ситуацій у процесах, що протікають на об'єктах генерації, передачі, розподілу та споживання енергії.
Мотивації	Функція мотивації оперативного персоналу енергопідприємства спрямована забезпечення зацікавленості оперативного персоналу в ефективному енергоспоживанні, в енергоефективності енергопідприємства в цілому.
Організації	Функція організації енергетичної безпеки підприємства включає організацію контрольованого господарства, впровадження обґрунтованих нормативів енергоспоживання, організацію ефективної системи обліку витрат енергоресурсів.

Продовження табл. 3.3

1	2
Аналізу	Функція аналізує стан енергетичної безпеки підприємства та має забезпечувати зворотний зв'язок між очікуваннями, визначеними початковими планами управління енергетичною безпекою підприємства, з реальними значеннями індикаторів енергетичної безпеки. Заключна мета аналізу у забезпеченні енергетичної безпеки полягає у обслуговуванні функції планування енергетичної безпеки та забезпечення цілей управління енергобезпекою.
Контролю	Функція спрямована на проведення поточного контролю та діагностики, що дозволяють своєчасно коригувати результати заходів, що проводяться для зміцнення енергетичної безпеки та виконання цільових показників-індикаторів.
Оцінювання	Функція дозволяє оцінити рівень стану енергетичної безпеки енергопідприємства за пороговими значеннями її показників-індикаторів.
Координації	Функція координує функціонування механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства та затвердження його результатів. Координація процесу управління енергетичною безпекою покликана забезпечувати узгодженість у часі та просторі дій органів управління енергетичною безпекою та посадових осіб, а також між системою енергетичної безпеки в цілому та зовнішнім середовищем. Координація діяльності органів управління енергетичною безпекою призначена забезпечувати єдність дій всіх управлінських підрозділів з метою ефективного впливу на виробничий процес з позиції економічної, ефективності.
Інформаційної комунікації	Функція здійснює збір інформації про фактори, що впливають на вибір тих чи інших напрямів зміцнення енергетичної безпеки, а також надання даних спрямовано на збір первинних даних щодо показників-індикаторів загроз енергетичної безпеки.
Розрахунку	Функція дозволяє проводити розрахунок показників-індикаторів щодо стану рівня енергобезпеки підприємства.
Реалізації	Функція спрямована на реалізацію інструментарію з виконання поточного контролю та аудиту, що дозволить своєчасно коригувати результати заходів, що проводяться для зміцнення ЕБ та виконання цільових показників.

Тому система управління енергобезпекою підприємства зводиться не тільки до набору методів та важелів впливу на виробничі, технологічні, екологічні, соціально-економічні та інші процеси.

Основними етапами запровадження механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства є: аналітичний,

оціночно-діагностичний, організаційно-управлінський, контрольний етап.

На аналітичному етапі реалізації механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства аналізується та дається техніко-економічна оцінка тенденцій розвитку енергопідприємства. Виділяються пріоритетні вектори розвитку за існуючих умов виробничого процесу підприємства, і навіть визначаються ризики у його економічній діяльності. Даний етап можна визначити, як збір, обробку, аналіз всієї первинної інформації, що надходить, яка може використовуватися для вдосконалення управління енергобезпекою на об'єктах генерації, передачі, розподілу та споживання енергії. Достовірність поточної інформації, отриманої на основі проведення безперервного моніторингу, буде підставою оперативного прийняття управлінських рішень і тим самим дозволить заздалегідь попереджати про виникнення загроз та ризиків.

На оціночно-діагностичному етапі реалізації механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства, її рівень стану та економічна ефективність оцінюється відповідно до обраних умов та показників-індикаторів енергетичної безпеки енергопідприємства.

На організаційно-управлінському етапі реалізації механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства аналізуються та виявляються тенденції та передумови відхилення фактичних показників-індикаторів від заздалегідь запланованих порогових значень. Залежно від результатів порівняння вибираються відповідні нормативні, економічні, організаційні та управлінські методи управління енергетичною безпекою підприємства.

Контрольний етап реалізації механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства визначає ефект, досягнутий за рахунок оптимізації управління енергетичною безпекою підприємства. Крім того, на контрольному етапі, у разі досягнення або перевищення отриманих цільових показників порогових значень, проміжні цілі впровадження та реалізації

механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства будуть вважатися досягнутими (мікрорівень). А також може збільшитись ефективність управління енергетичною безпекою підприємства на регіональному рівні (мезо-рівень). Згодом може бути і вплив на електроенергетичну систему на макрорівні. Таким чином, здійснення всіх етапів реалізації механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства дозволить підвищити рівень енергетичної безпеки та покращити економічну ефективність підприємства на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

Розглянуто проблеми забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства електроенергетичної системи. Виявлено елементи, які включає управління енергетичною безпекою підприємства на макро-, мезо- та мікрорівнях та уточнено функції управління енергетичної безпеки підприємства.

Наведено результати формування та розробки механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки. Проаналізовано зовнішні та внутрішні загрози енергетичній безпеці підприємств та визначено їх вплив на стан рівня енергобезпеки, а також розглянуто можливості їхньої нейтралізації.

Розглянуто комплексний підхід до формування структури складових механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівні економіки.

В результаті досліджень було запропоновано механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства з точки зору системного підходу, що дозволяє підвищити рівень забезпечення енергобезпеки підприємства не лише завдяки окремим функціональним підсистемам, а підійти до вирішення проблеми енергобезпеки на підприємстві комплексно.

У рамках стратегічного управління енергетичною безпекою підприємствам необхідно розглядати низку факторів, що мають вплив на їхню енергетичну залежність і стійкість. Така стратегія повинна включати комплексний підхід до оцінки ризиків, що дозволяє передбачити потенційні загрози від перебоїв у постачанні енергії, зміни вартості енергоресурсів, техногенних аварій, а також негативних наслідків зміни клімату.

Інтеграція новітніх технологій, таких як відновлювані джерела енергії, енергозберігаючі системи та технології зберігання енергії, є ключовим аспектом, що дозволяє не лише знизити витрати на енергію, але й зменшити вплив на навколишнє середовище.

Впровадження таких технологій має стратегічне значення для підприємств, оскільки дозволяє підвищити енергоефективність, зменшити залежність від традиційних енергетичних джерел та забезпечити енергетичну безпеку на довгострокову перспективу.

Удосконалення організаційно-економічних механізмів управління енергетичною безпекою є важливим етапом у реалізації стратегії. Це включає оптимізацію витрат на енергоносії, впровадження систем енергетичного менеджменту, а також розробку фінансових і правових механізмів для підтримки інвестицій у модернізацію енергетичної інфраструктури. Окрім того, забезпечення правової підтримки та відповідності екологічним стандартам має важливе значення для забезпечення довгострокової стійкості підприємства, зокрема у контексті вимог щодо скорочення викидів парникових газів і енергетичної ефективності.

Правильно розроблена та своєчасно реалізована стратегія енергетичної безпеки дозволяє підприємствам не лише знизити енергетичні ризики, але й підвищити загальну ефективність використання енергетичних ресурсів, що безпосередньо впливає на зниження витрат і підвищення фінансової стабільності підприємства. Крім того, така стратегія сприяє розвитку інновацій, забезпечує адаптацію до нових економічних і технологічних реалій, підвищує рівень

екологічної відповідальності і допомагає зберігати конкурентоспроможність у глобальному масштабі.

У підсумку, механізм енергетичної безпеки є основою для сталого розвитку підприємства в умовах сучасних викликів, що передбачає не лише ефективне управління енергетичними ресурсами, але й відповідальне ставлення до довкілля та готовність до швидкої адаптації в умовах глобальних змін на енергетичних ринках.

Розглянуто проблеми забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства електроенергетичної системи. Виявлено елементи, які включає управління енергетичною безпекою підприємства на макро-, мезо- та мікрорівнях та уточнено функції управління енергетичної безпеки підприємства.

Наведено результати формування та розробки складових механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки. Проаналізовано зовнішні та внутрішні загрози енергетичній безпеці підприємств та визначено їх вплив на стан рівня енергобезпеки, а також розглянуто можливості їхньої нейтралізації.

Розглянуто комплексний підхід до формування структури складових механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівні економіки.

В результаті досліджень було запропоновано механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства з точки зору системного підходу, що дозволяє підвищити рівень забезпечення енергобезпеки підприємства не лише завдяки окремим функціональним підсистемам, а підійти до вирішення проблеми енергобезпеки на підприємстві комплексно, не нехтуючи окремими складовими механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства електроенергетичної системи на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

Розглянуто етапи впровадження механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергобезпекою підприємства, які дозволяють покращити економічну ефективність підприємства на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

3.3 Економічна ефективність реалізації інвестиційних проєктів в рамках забезпечення енергетичної безпеки підприємств

Економічна ефективність реалізації інвестиційних проєктів у сфері енергетики є критично важливим аспектом для забезпечення стабільності та розвитку промислових підприємств [8].

Економічні реалії підтверджують, що традиційні методи оцінювання економічної ефективності інвестицій зазвичай зосереджуються на фінансових показниках, залишаючи поза увагою більш комплексні аспекти, такі як наслідки при протіканні процесів генерації, передачі, розподілу, споживання енергії. Відсутність інтегрованого підходу до оцінювання може призвести до недооцінювання впливу інвестицій на рівень енергетичної безпеки підприємств. Це підкреслює необхідність розробки нових методик, які б дозволяли адекватно оцінити економічну ефективність інвестицій з урахуванням усіх факторів, що впливають на енергетичну безпеку, що обумовлює актуальність дослідження саме питань стосовно розробки комплексної методики оцінки інвестиційних проєктів, що сприяє організації багаторівневого управління та побудові структурно-функціональної конфігурації забезпечення енергетичної безпеки підприємств на мікроекономічному рівні.

Відсутність інтегрованого підходу до оцінювання може призвести до недооцінки впливу інвестицій на рівень енергетичної безпеки підприємств. Це підкреслює необхідність розробки нових методик, які б дозволяли адекватно оцінити економічну ефективність інвестицій з урахуванням усіх факторів, що

впливають на енергетичну безпеку.

Актуальність теми полягає у потребі в комплексному аналізі інвестиційних проєктів, що сприяють забезпеченню енергетичної безпеки підприємств на мікроекономічному рівні. Розробка методології, яка включає організаційно-економічні аспекти, дозволить підприємствам не лише підвищити ефективність використання ресурсів, але й знизити ризики, пов'язані з енергетичними загрозами. Врахування цих аспектів має суттєве значення для формування ефективної інвестиційної політики в умовах постійно змінюваного енергетичного ландшафту.

Також сучасні методики оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів не завжди враховують специфіку процесів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії на рівні промислових підприємств.

Це призводить до недооцінки реальних ризиків та можливостей, пов'язаних із забезпеченням енергетичної безпеки на мікроекономічному рівні, що є критично важливим для стабільності і розвитку економіки в цілому.

Метою даного дослідження є аналіз економічної ефективності реалізації інвестиційних проєктів у сфері забезпечення енергетичної безпеки підприємств та розробка рекомендацій щодо вдосконалення організаційно-економічних підходів.

Вивчення даної теми розширює теоретичні уявлення про інвестиційну діяльність у енергетичному секторі й сприяє практичному вирішенню актуальних проблем енергетичної безпеки на макро-, мезо- та мікрорівнях економіки.

Для всебічного аналізу проблеми економічної ефективності реалізації інвестиційних проєктів щодо забезпечення енергетичної безпеки підприємств, був проведений аналіз наукових публікацій, які досліджують різноманітні аспекти цієї тематики.

Такий розвиток справляє значний вплив на структуру витрат на інвестиції. Зв'язок з оцінкою економічної ефективності в цьому контексті особливо важливий, оскільки методика, що пропонується, дозволяє більш точно визначати рентабельність інвестиційних проєктів, враховуючи матеріальні, нематеріальні

активи, а також вплив на людський капітал. Як недолік даного підходу, варто відзначити, що бізнес-кейс є лише підтримкою прийняття рішень і, отже, не забезпечує безпосередніх переваг, що може обмежити його практичне використання в умовах швидко змінюваного ринку.

У роботах [181, 191, 193, 201, 203, 205, 214, 216, 230, 233, 236, 237, 239, 244, 246, 250, 253, 254] подано системне бачення щодо проблематики дослідження, пов'язаного з визначенням економічної ефективності реалізації інвестиційного проєкту, щодо забезпечення енергетичної безпеки підприємств: організаційно-економічний аспект, а саме: розглянуто запропоновано метод прийняття рішення, щодо інвестиційної оптимізації для багаторазових проєктів будівництва електричних мереж складної конструкції під певним інвестиційним масштабом [191, 193], запропоновано інтегровану модель оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів вітряної енергетики, враховуючи знання та досвід експертів [201], запропоновано гнучку модель для оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів, яка може допомогти компаніям оцінювати свої власні інвестиційні проєкти з розробки енергоресурсів з різними характеристиками відповідного технологічного процесу [244, 253, 254], запропоновано модель, яка може бути адаптована для різних типів інноваційних проєктів і промислових підприємств, що робить її застосовною в різних контекстах і підвищує шанси на економічну ефективність [230, 237], проведено дослідження розробки методології оцінки економічної ефективності та взаємодії підприємств в інноваційному кластері для подальшого планування заходів щодо покращення його функціонування [216, 250], запропоновано метод оцінки економічної ефективності інвестиційного проєкту, який полягає в зборі даних для бізнес-кейса в рамках виробництва за допомогою інформаційних цифрових технологій, інтелектуальних технічних систем та розумних пристроїв [181, 214, 246], розроблена методика оцінки економічної ефективності на основі моделі множинної лінійної регресії, яка надає середню квадратурну помилку окупності в 0.48 року і дозволяє визначати

економічну ефективність за допомогою безрозмірних параметрів [203, 239], запропонована комплексна методика оцінки економічної ефективності, що акцентує взаємозалежність між економічними, соціальними та екологічними аспектами [205], розглянуто модель конвергенції домінуючих форм інвестиційного проєкту в залежності від стадій промислового розвитку [233, 236].

В контексті дослідження актуалізуються саме питання, результати вирішення яких можуть бути використані для розробки комплексних організаційно-економічних заходів, що сприятимуть скороченню споживання енергоресурсів, підвищенню енергоефективності та забезпеченню стійкого розвитку енергетичних підприємств, а також є важливим для забезпечення енергетичної безпеки підприємств. Це обумовлює удосконалення теоретико - методичних та методологічних підходів до оцінки економічної ефективності інвестицій у енергетичну безпеку, які залишаються недостатньо розробленими.

Це актуалізує питання розробки комплексної методики оцінки економічної ефективності реалізації інвестиційного проєкту, спрямованого на забезпечення енергетичної безпеки промислових підприємств, з акцентом на організаційно-економічний аспект, що дозволяє виявити ключові фактори, які впливають на економічну ефективність інвестицій.

Таким чином, аналіз робіт [181, 191, 193, 201, 203, 205, 214, 216, 230, 233, 236, 237, 239, 244, 246, 250, 253, 254] показав, що існує частина невирішеної проблеми оцінки економічної ефективності реалізації інвестиційних проєктів щодо забезпечення енергетичної безпеки промислового підприємства (рис. 3.14).

Ці фактори підкреслюють необхідність подальших досліджень, спрямованих на вдосконалення методик оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів у сфері енергетичної безпеки. Таким чином, проблема економічної ефективності реалізації інвестиційних проєктів щодо забезпечення енергетичної безпеки підприємств є багатогранною та вимагає комплексного підходу:

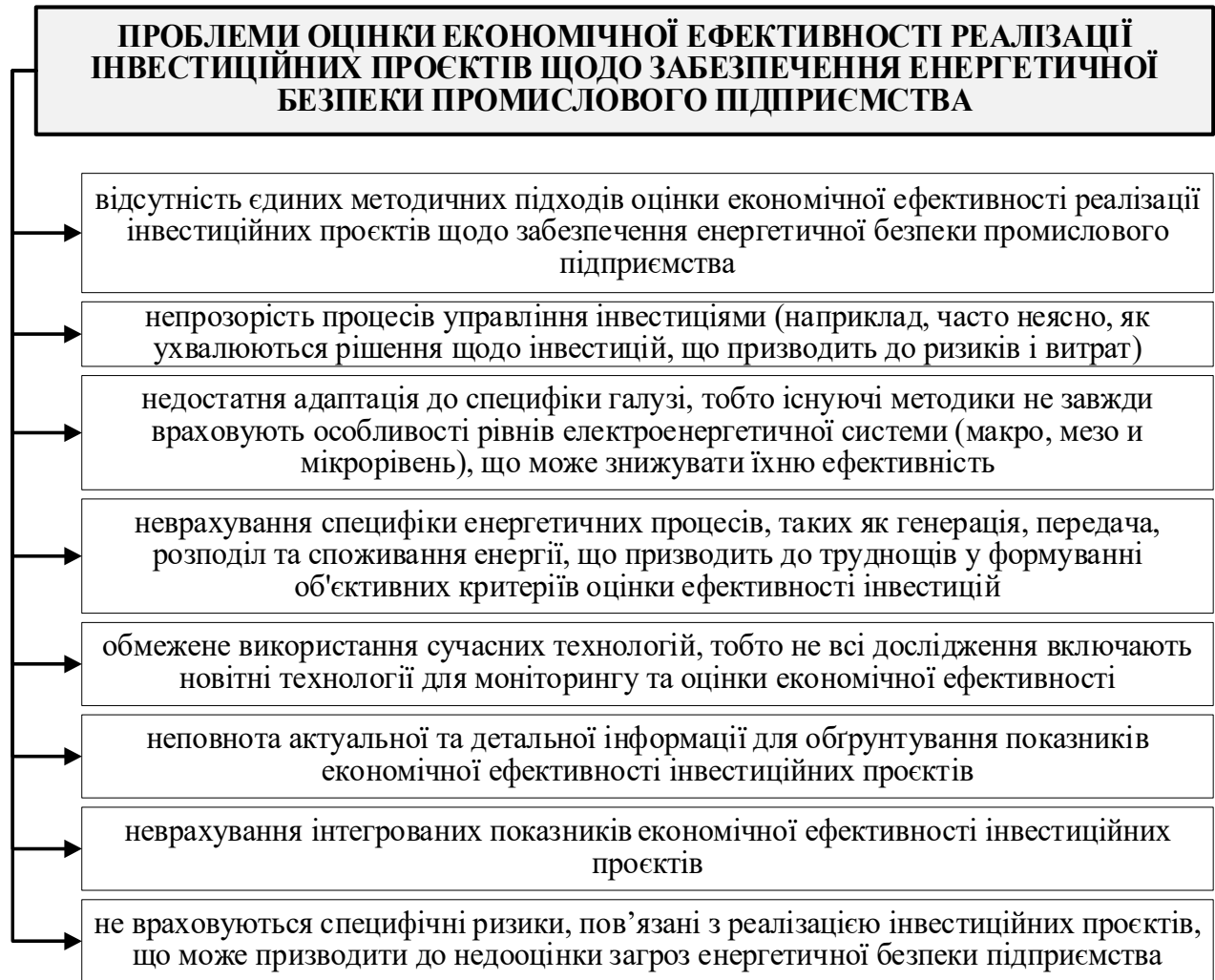


Рис. 3.14. Проблеми оцінки економічної ефективності реалізації інвестиційних проєктів щодо забезпечення Енергетичної безпеки промислового підприємства
(розробка автора)

По-перше, енергетична безпека стає невід'ємною складовою стратегічного управління підприємствами, оскільки її рівень безпосередньо впливає на стабільність їх діяльності та конкурентоспроможність. Інвестиційні проєкти, спрямовані на підвищення енергетичної безпеки, потребують значних фінансових ресурсів, а їх економічна ефективність часто є невизначеною через непередбачувані зміни в ринкових умовах.

По-друге, існує проблема недостатньої інтеграції економічних, екологічних

та соціальних аспектів при реалізації інвестиційних проєктів. Багато підприємств зосереджуються на короткострокових економічних вигодах, ігноруючи потенційні екологічні та соціальні наслідки, які можуть вплинути на їх економічну ефективність.

По-третє, методологічні підходи до оцінки економічної ефективності інвестицій в енергетичну безпеку залишаються недостатньо розробленими.

В четвертих, організаційно-економічний аспект реалізації інвестиційних проєктів, також вимагає окремого аналізу. Ефективна організація управлінських процесів та раціональне використання ресурсів є ключовими чинниками для досягнення поставлених цілей. Непрозорість у прийнятті рішень, відсутність чітких процедур та недостатня координація між різними структурними підрозділами підприємств можуть суттєво знизити економічну ефективність інвестицій.

Таким чином, проблема економічної ефективності реалізації інвестиційних проєктів щодо забезпечення енергетичної безпеки підприємств є багатогранною та потребує комплексного підходу до її вирішення. Для досягнення стійкості та конкурентоспроможності підприємств необхідно враховувати не лише економічні показники, а й екологічні та соціальні наслідки, а також удосконалювати організаційні структури та методології управління. Це дозволить забезпечити більш глибоке та об'єктивне оцінювання економічної ефективності інвестицій у сфері енергетичної безпеки.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

– розробка етапів комплексної методики оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів на основі визначення критеріїв та показників оцінки економічної ефективності інвестицій у контексті енергетичної безпеки, з урахуванням впливу зовнішніх та внутрішніх загроз енергетичній безпеці.

– створення обчислювального алгоритму, що інтегрує розроблену методика оцінки економічної ефективності в програмно-обчислювальні комплекси (ПОК) автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУ ТП) для

автоматизації процесу оцінки економічної ефективності інвестиційного проєкту;

– проведення дослідження результатів практичного застосування запропонованої методики оцінки економічної ефективності на прикладі інвестиційного проєкта, щодо впровадження модуля попередження аварій (МПА) в складі АСУ ТП енергоблоку Запорізькій атомній електростанції (ЗАЕС);

Розглянемо вибір методів дослідження процес оцінки економічної ефективності реалізації інвестиційного проєкту.

Об'єктом дослідження є процес оцінки економічної ефективності реалізації інвестиційного проєкту, спрямованого на забезпечення енергетичної безпеки підприємств електроенергетичної системи на мікроекономічному рівні.

Гіпотеза дослідження передбачає, якщо вибір і розрахунок показників оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів проводити на основі комплексної методики з використанням обчислювального алгоритму АСУ ТП енергоблоку, то це дозволить:

- оперативно виявити зовнішні (внутрішні) загрози та ризики енергобезпеки;
- підвищити економічну ефективність інвестиційного проєкту.

Проведемо аналіз існуючих методик оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів у сфері енергетичної безпеки підприємства. Оцінка економічної ефективності інвестиційних проєктів є ключовим етапом у прийнятті управлінських рішень. Основні методики оцінки економічної ефективності, такі як чиста теперішня вартість (NPV), внутрішня норма доходності (IRR) та строк окупності (Т), мають свої наукові обґрунтування та практичне застосування.

Розглянемо кожен з цих методик детальніше.

1. Метод оцінки показника чистої теперішньої вартості (NPV), визначає різницю між теперішньою вартістю майбутніх грошових потоків, які генерує проєкт, і початковими інвестиціями. При цьому, якщо значення показника чистої теперішньої вартості (NPV) позитивне, то проєкт вважається економічно ефективним. Кількісний показник чистої теперішньої вартості (NPV) визначається

відповідно до виразу (3.11):

$$NPV = \sum \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad (3.11)$$

де NPV – кількісний показник чистої теперішньої вартості;

CF_t – грошові потоки в момент t ;

r – ставка дисконтування;

I_0 – початкові інвестиції;

t – час отримання грошових потоків.

Позитивне значення кількісного показника чистої теперішньої вартості (NPV), свідчить про доцільність інвестицій. Необхідно зазначити, що ставка дисконтування (r), є критично важливою для оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів, оскільки вона дозволяє інвесторам врахувати ризики та вартість грошей у часі. Вибір правильного значення цієї ставки (r), може суттєво вплинути на рішення щодо інвестицій. Ставка дисконтування (r), може бути визначена через альтернативні інвестиції з подібним рівнем ризику.

2. Метод оцінки показника внутрішньої норми доходності (IRR) – це така ставка дисконтування, при якій кількісний показник чистої теперішньої вартості інвестиційного проєкту дорівнює нулю ($NPV=0$). Цей показник, дозволяє зрозуміти, наскільки ефективний інвестиційний проєкт у порівнянні з альтернативними інвестиціями. Для знаходження кількісного показника внутрішньої норми доходності (IRR), вирішується рівняння (3.12):

$$0 = \sum \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - I_0, \quad (3.12)$$

де IRR – кількісний показник внутрішньої норми доходності.

Необхідно зазначити, що якщо значення кількісного показника внутрішньої норми доходності (IRR) перевищує альтернативну ставку інвестування, проєкт є вигідним.

3. Метод оцінки строку окупності показує, за який час проєкт зможе повернути інвестиції, що дозволяє швидко оцінити ризики. Кількісний показник строку окупності (T_{so}), визначається відповідно до виразу (3.13):

$$T_{so} = \frac{I_0}{CF_{sred}}, \quad (3.13)$$

де T_{so} – строк окупності;

CF_{sred} – середній грошовий потік за рік.

Кількісний показник строку окупності (T_{so}) простий у розрахунках і корисний для швидкої оцінки ризиків. Комбінація показників економічної ефективності (NPV, IRR, T_{so}) надає всебічну оцінку інвестиційних проєктів, дозволяючи приймати обґрунтовані управлінські рішення. Розглянемо вимоги до вибору критеріїв для оцінки економічної ефективності (рис. 3.15). Ці критерії в сукупності дають змогу всебічно оцінити інвестиційні проєкти та приймати обґрунтовані рішення. Розглянемо розробку етапів методики оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів. Розробка комплексної методики оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів включає кілька етапів (рис. 3.16), кожен з яких має свої особливості. В сучасних умовах турбулентності та агресивності змін соціально- економічного середовища енергетична безпека стає невід'ємною складовою стратегічного управління підприємствами, оскільки її рівень безпосередньо впливає на стабільність їх діяльності та конкурентоспроможність.

Інвестиційні проєкти, спрямовані на підвищення енергетичної безпеки, потребують значних фінансових ресурсів, а їх економічна ефективність, часто є невизначеною через непередбачувані зміни в ринкових умовах.

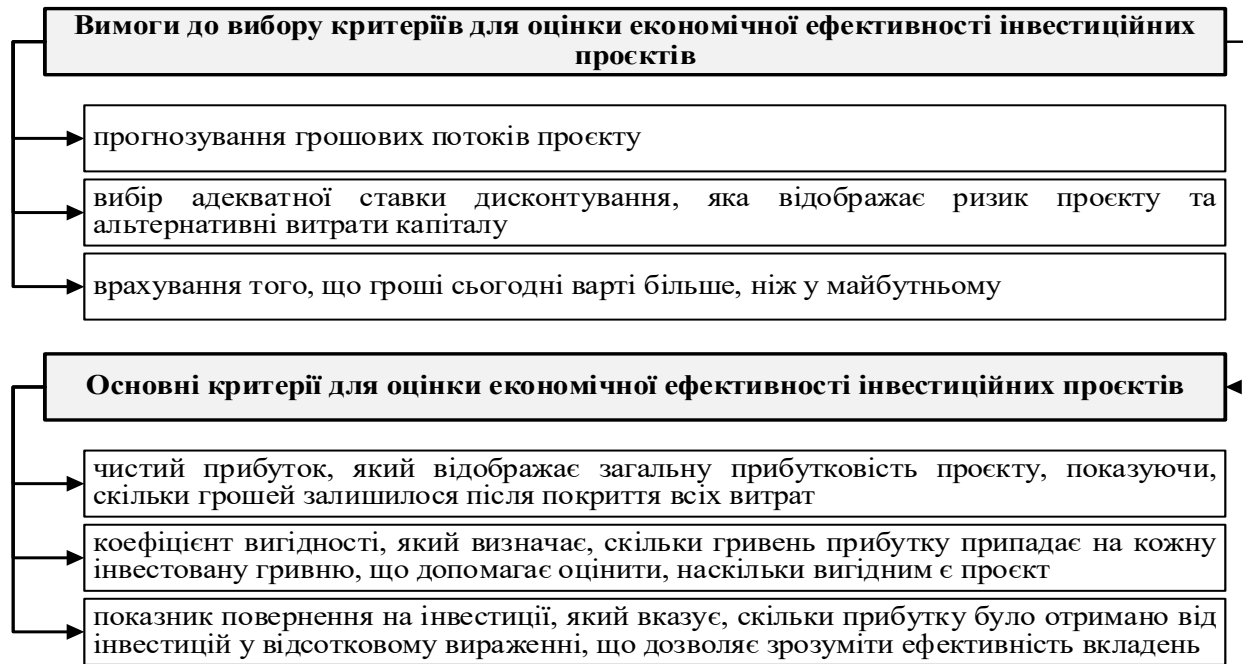


Рис. 3.15. Оцінка економічної ефективності інвестиційних проєктів
(розробка автора)

Існує проблема недостатньої інтеграції економічних, екологічних та соціальних аспектів при реалізації інвестиційних проєктів. Багато підприємств зосереджуються на короткострокових економічних вигодах, ігноруючи потенційні екологічні та соціальні наслідки, які можуть вплинути на їх економічну ефективність.

Організаційно-економічний аспект реалізації інвестиційних проєктів також вимагає окремого аналізу, тому що ефективна організація управлінських процесів та раціональне використання ресурсів є ключовими чинниками для досягнення поставлених цілей.

Непрозорість у прийнятті рішень, відсутність чітких процедур та недостатня координація між різними структурними підрозділами підприємств, можуть суттєво знизити економічну ефективність інвестицій.

Це об'єктивно доводить необхідність розробки комплексної методики оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів (рис. 3.16).

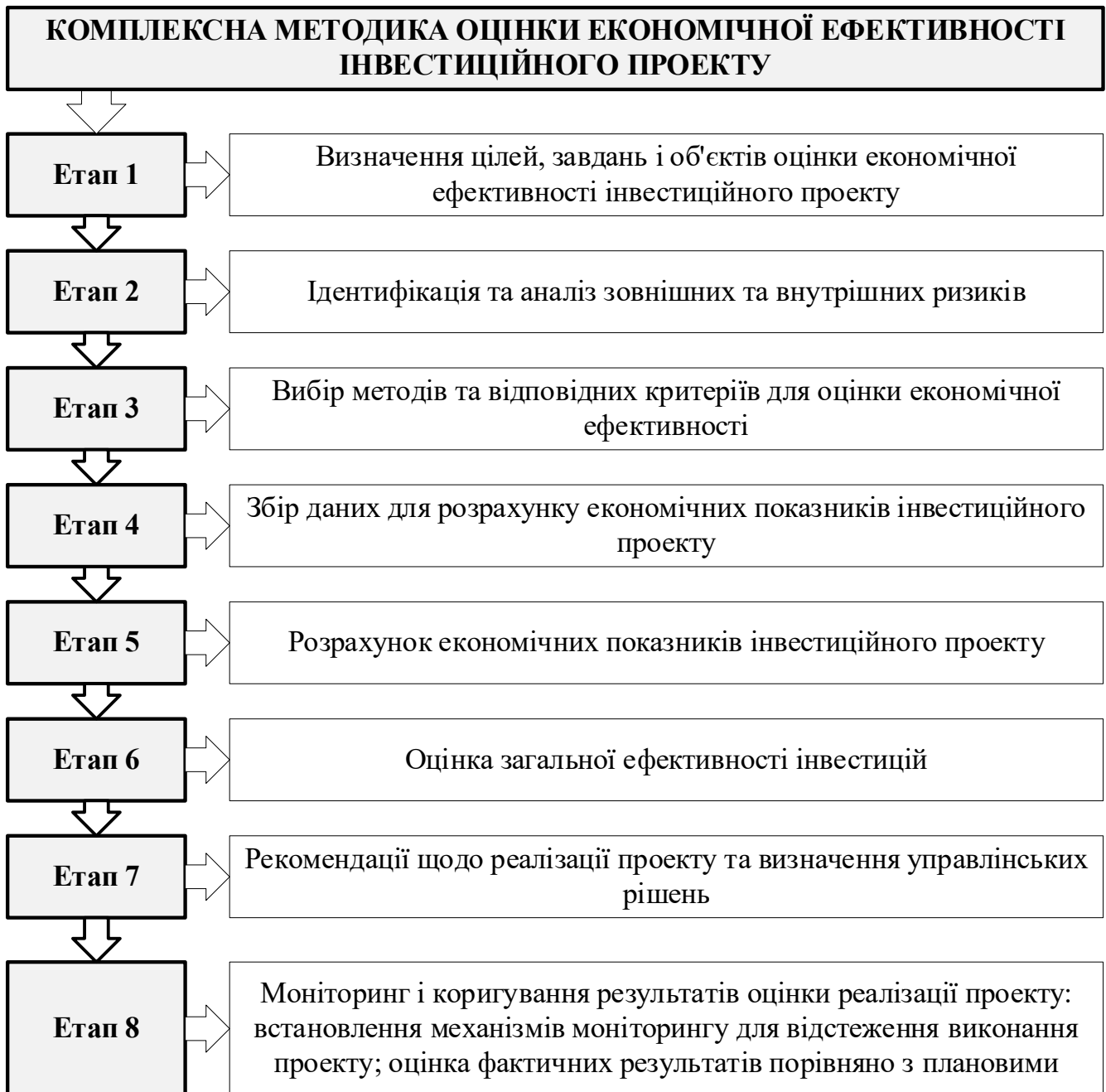


Рис.3.16. Етапи комплексної методики оцінки економічної ефективності інвестиційних проектів *(розробка автора)*

Розробка етапів комплексної методики оцінки економічної ефективності інвестиційного проекту в контексті енергетичної безпеки є системним процесом, в процесі реалізації якої кожен з етапів виконує свою унікальну роль у комплексному аналізі економічної ефективності, забезпечуючи усебічний підхід до вирішення

проблеми оцінки економічної ефективності інвестиційного проєкту на енергетичних підприємствах.

Згідно з комплексною методикою оцінки економічної ефективності було проведено вибір показників для оцінки економічної ефективності інвестиційного проєкту з впровадження модуля попередження аварій (МПА) в автоматизовану систему управління технологічним процесом (АСУ ТП) енергоблока Запорізької атомної електростанції (ЗАЕС) [187, 234]. Основою вибору показників для оцінки ефективності інвестиційного проєкту є поєднання як кількісних так і якісних характеристик, що дозволяє здійснити комплексний аналіз на всіх етапах реалізації проєкту.

Всі зазначені критерії оцінки економічних витрат та ефективності впровадження модуля попередження аварій на енергоблоці ЗАЕС ґрунтуються на загальноприйнятих економічних методах, які дозволяють об'єктивно оцінити інвестиційну привабливість проєкту, його ризики та потенційні вигоди. Врахування економії від зменшення аварійних витрат, аналіз чистої теперішньої вартості, зниження витрат та визначення терміну окупності є основними складовими для прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень.

Визначення цілей і об'єктів оцінки, дозволяє зосередити зусилля на найбільш критичних аспектах, таких як нові технології та управлінські рішення.

Ідентифікація ризиків – критично важливий етап, оскільки ризики можуть суттєво вплинути на економічні показники проєкту. Цей етап допомагає виявити потенційні проблеми на ранніх стадіях, що сприяє зменшенню негативних наслідків у майбутньому.

Визначення критеріїв оцінки – важливий для стандартизації оцінки, забезпечує чіткі показники для порівняння та аналізу, що дозволяє формалізувати підходи до оцінки та зробити їх прозорими для зацікавлених сторін. Збір якісних даних забезпечує надійність та точність розрахунків та є основою для подальших аналізів, і від їхнього збору залежить ефективність оцінки.

Розрахунки економічних показників – ключовий етап, на якому відбувається трансформація зібраних даних у кількісні показники.

Цей етап демонструє економічну життєздатність проєкту та його рентабельність. Оцінка загальної економічної ефективності інвестицій, дає можливість порівняння результатів з попередньо визначеними показниками, а також дає змогу виявити слабкі місця та вчасно коригувати стратегію.

Визначення управлінських рішень – на основі проведеного аналізу, цей етап фокусується на прийнятті рішень, щодо оптимізації інвестицій, зменшення ризиків та підвищення ефективності використання ресурсів. Тут також формуються рекомендації, які можуть суттєво вплинути на успішність інвестиційного проєкту.

Моніторинг та коригування – забезпечує динамічність процесу оцінки економічної ефективності, дозволяє адаптувати стратегію в умовах змінного зовнішнього середовища, що є особливо важливим у сфері енергетики, де фактори ризику можуть змінюватися швидко.

Таким чином, ці етапи взаємопов'язані та забезпечують цілісне уявлення про процес оцінювання економічної ефективності, що дозволяє сформувати комплексну методику оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів у сфері енергетичної безпеки.

Для оцінки економічної ефективності інвестиційного проєкту з впровадження модуля МПА в АСУ ТП енергоблока ЗАЕС на основі систематизованих і розглянутих критеріїв були обрані показники, які представлені аналітичними виразами, та дозволяють охопити всі важливі аспекти впливу цього проєкту на економічну ефективність діяльності підприємства загалом.

Розглянемо створення обчислювального алгоритму розрахунку інтегрального показника економічної ефективності. Для реалізації комплексної методики оцінки економічної ефективності інвестиційного проєкту для забезпечення рівня енергетичної безпеки підприємства, запропоновано алгоритм розрахунку інтегрального показника економічної ефективності, який поєднує різні аспекти

енергетичної безпеки (рис. 3.17).

Цей алгоритм дозволяє комплексно підійти до оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів, забезпечуючи врахування усіх важливих факторів та ризиків у сфері енергетичної безпеки [24, 208, 234, 239].

Алгоритм, розроблений для оцінки економічної ефективності та забезпечення енергетичної безпеки, має кілька ключових особливостей:

– алгоритм забезпечує безперервний збір та оновлення даних про індикатори загроз енергобезпеці, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в навколишньому середовищі, такі як коливання цін на енергію, технічні збої;

– алгоритм адаптується до виявлених загроз, дозволяючи регулярно коригувати управлінські рішення, а це означає, що при виникненні нових ризиків, алгоритм автоматично пропонує зміни в стратегії управління енергетичною безпекою підприємства;

– алгоритм використовує методи статистичного та машинного навчання для прогнозування можливих загроз, що дозволяє заздалегідь ідентифікувати потенційні проблеми і приймати превентивні заходи;

– алгоритм включає в себе багаторівневий підхід до аналізу, що дозволяє враховувати як внутрішні, так і зовнішні фактори, які впливають на енергетичну безпеку, а також забезпечує більш глибоке розуміння ризиків;

– алгоритм оснащена функціями автоматизованого сповіщення, що дозволяє оперативно інформувати відповідальну особу про виникнення загроз або відхилень від норм, а також мінімізує час реакції на потенційні ризики;

– алгоритм надає інтуїтивно зрозумілі візуалізації поточних показників і загроз, що спрощує процес прийняття рішень для експертів;

– алгоритм збирає дані про результати прийнятих рішень і їх наслідків, що дозволяє постійно покращувати алгоритми для різних інвестиційних проєктів.

– алгоритм може бути інтегрований з уже існуючими системами управління та автоматизованого моніторингу.

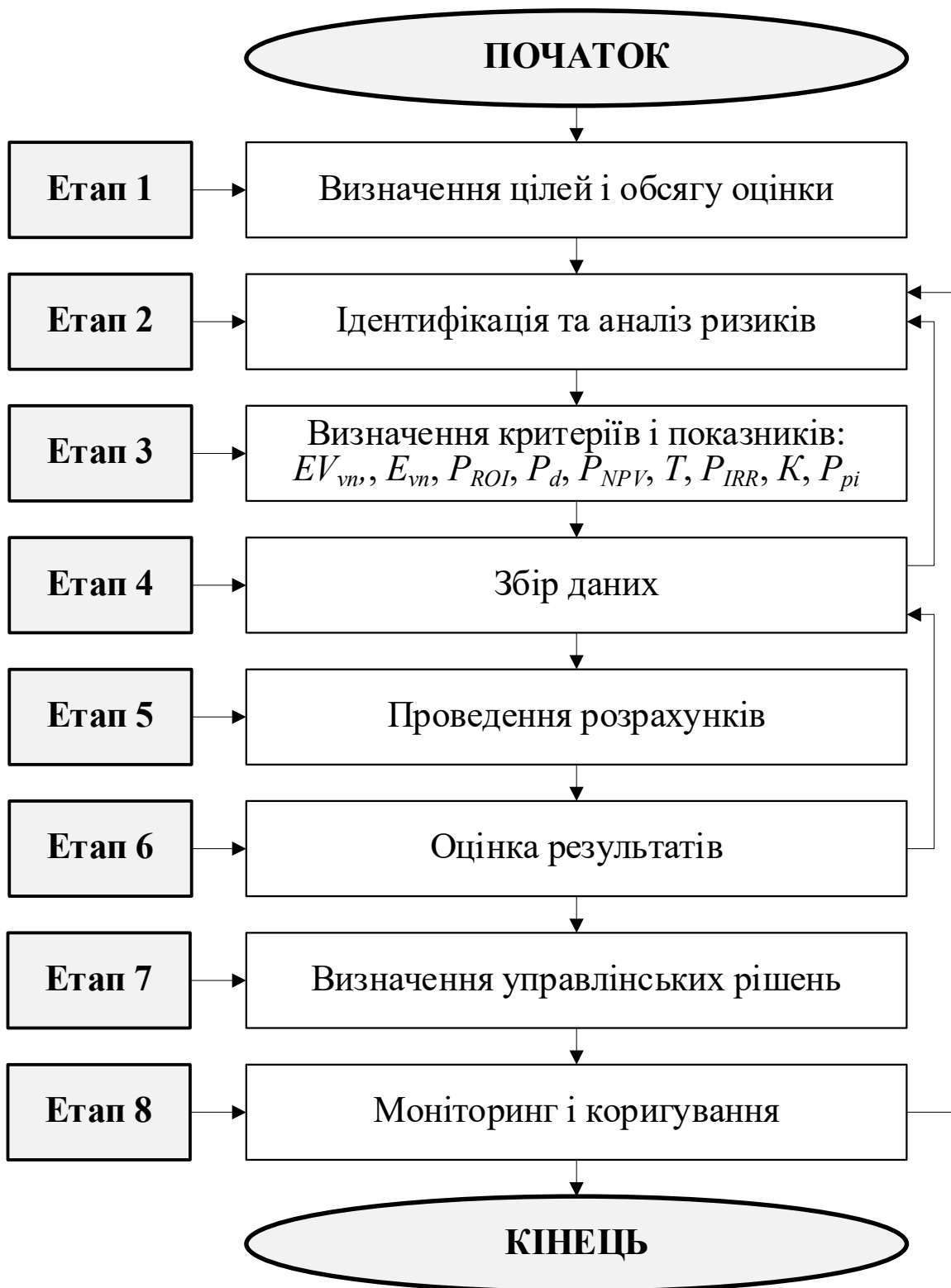


Рис 3.17. Структурна схема алгоритму розрахунку показників економічної ефективності інвестиційного проєкту (розробка автора)

Додавання функціональності до алгоритму моніторингу показників економічної ефективності, для відстеження загроз і ризиків, в режимі реального часу, є критично важливим для своєчасного прийняття рішень [24, 223, 234].

Цей алгоритм не лише оптимізує процеси управління, але й забезпечує системний підхід до аналізу ризиків і загроз, що виникають у динамічному середовищі енергетичного сектору.

Інтеграція цього алгоритму в програмно-обчислювальних комплексах автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП) об'єктів генерації електроенергії, є важливим кроком для підвищення економічної ефективності інвестиційних проєктів, які забезпечують енергетичну безпеку електроенергетичних підприємств [24, 234].

Проведемо оцінку економічної ефективності інвестиційного проєкту, щодо впровадження модуля запобігання аваріям (МПА) у складі АСУ ТП енергоблока ЗАЕС.

Для цього можна використовувати такі вихідні дані інвестиційного проєкту:

- середня вартість однієї аварії на енергоблоці ЗАЕС: $S_{\text{avar}} = \$150000$;
- частота аварій до впровадження модуля МПА АСУ ТП: $N_{\text{god}} = 10$ авар./рік;
- загальна кількість варіювання запобігання аварій: $N_{\text{pr}} = 0 - 10$ аварій на рік;
- інвестиції, щодо впровадження модуля МПА АСУ ТП: $I_0 = 1500000\$$;
- ставка дисконтування: $r = 10\%$;
- термін проєкту: $n = 5$ років.

Згідно з комплексною методикою оцінки економічної ефективності, проведемо вибір показників для оцінки економічної ефективності інвестиційного проєкту з впровадження модуля МПА АСУ ТП енергоблока ЗАЕС. Для цього розглянемо уніфікований розрахунок визначення витрат до впровадження модуля МПА АСУ ТП, відповідно до виразу (3.14):

$$\sum S_{\text{avar}} = S_{\text{avar}} \cdot N_{\text{avar}}, \quad (3.14)$$

де $\sum S_{avar}$ – загальні економічні витрати на аварії на рік (\$);

S_{avar} – середня вартість однієї аварії (\$);

N_{avar} – кількість аварій на рік (авар/рік);

Далі визначимо економічні витрати після впровадження модуля МПА АСУ ТП, згідно з виразом (3.15):

$$\sum S_{avar/vn} = S_{avar/vn} \cdot N_{avar/vn}, \quad (3.15)$$

де $\sum S_{avar/vn}$ – загальні економічні витрати на аварії на рік після впровадження модуля МПА АСУ ТП (\$);

$S_{avar/vn}$ – середня вартість однієї аварії після впровадження модуля МПА АСУ ТП (\$);

$N_{avar/vn}$ – кількість аварій на рік після впровадження МПА АСУ ТП (авар./рік);

Визначимо економію від витрат на аварії після впровадження модуля МПА АСУ ТП, відповідно до виразу (3.16):

$$E_{vn} = (S_{avar/vn} \cdot N_{avar/vn}) - (S_{avar} \cdot N_{avar}), \quad (3.16)$$

де E_{vn} – показник економії від витрат на аварії після впровадження модуля МПА АСУ ТП.

Проведемо розрахунок кількісного показника чистої теперішньої вартості згідно з виразом (3.17):

$$P_{NPV} = \sum_{t=1}^n \frac{E_{vn}}{(1+r)^t} - I_{in}, \quad (3.17)$$

P_{NPV} – кількісний показник чистої теперішньої вартості;

r – ставка дисконтування;

n – термін проєкту.

Проведемо розрахунок показника повернення на інвестиції, згідно з виразом (3.18):

$$P_{ROI} = \frac{E_{vn} - I_{in}}{I_{in}} \cdot 100\%, \quad (3.18)$$

де P_{ROI} – показник повернення на інвестиції;

I_{in} – інвестиції, щодо впровадження модуля МПА АСУ ТП.

Показник чистого доходу можна розрахувати за формулою (3.19):

$$P_d = E_{vn} - I_{in}, \quad (3.19)$$

Проведемо розрахунок коефіцієнта зниження витрат (K) згідно з виразом (3.20):

$$K = \frac{E_{vn}}{S_{a \text{ var}}}, \quad (3.20)$$

Проведемо розрахунок показника індексу прибутковості (P_{pv}) згідно з виразом (3.21):

$$P_{ip} = \frac{N_{pr} \cdot S_{a \text{ var}} \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+r)^t}}{I_{iv}}, \quad (3.21)$$

де P_{ip} – показник індексу прибутковості проєкта.

Розрахунок періоду окупності (цей час, необхідний у тому, щоб сумарна економія покрила вартість впровадження модуля МПА АСУ ТП проводиться відповідно до виразу (3.22).

$$T = \frac{I_{in}}{E_{vn}}, \quad (3.22)$$

Для оцінки інвестиційного проєкту щодо впровадження модуля попередження аварій (МПА) на енергоблоці Запорізької атомної електростанції (ЗАЕС) було проведено детальне науково-методологічне обґрунтування кожного з наведених критеріїв оцінки економічних витрат і ефективності (рис. 3.18), яке дозволило обґрунтувати висновок про те, що ці критерії дозволяють не лише оцінити інвестиційну привабливість проєкту, а й прорахувати економічний ефект від зниження ризиків аварій та підвищення надійності роботи енергоблоку. Це довело об'єктивну необхідність систематизації критеріїв визначення економічних витрат до впровадження модуля попередження аварій, критеріїв визначення економічних витрат після впровадження модуля попередження аварій та критеріїв визначення економії від витрат на аварії після впровадження модуля попередження аварій, які обумовлені зниженням ймовірності та масштабів аварій (рис. 3.19). Згідно з методами аналізу ризиків оцінка зазначених видів економії передбачає аналіз статистики аварій на атомних станціях, ймовірності їх виникнення та коштів, необхідних для ліквідації їх наслідків (наприклад, економічний аналіз ймовірнісних подій), систематизація критеріїв в рамках методу аналізу ризиків реалізації інвестиційного проєкту подано на рис. 3.20. Оцінка ефективності інвестицій у впровадження модуля попередження аварій на ЗАЕС вимагає комплексного підходу до розрахунку економічних витрат та вигод.

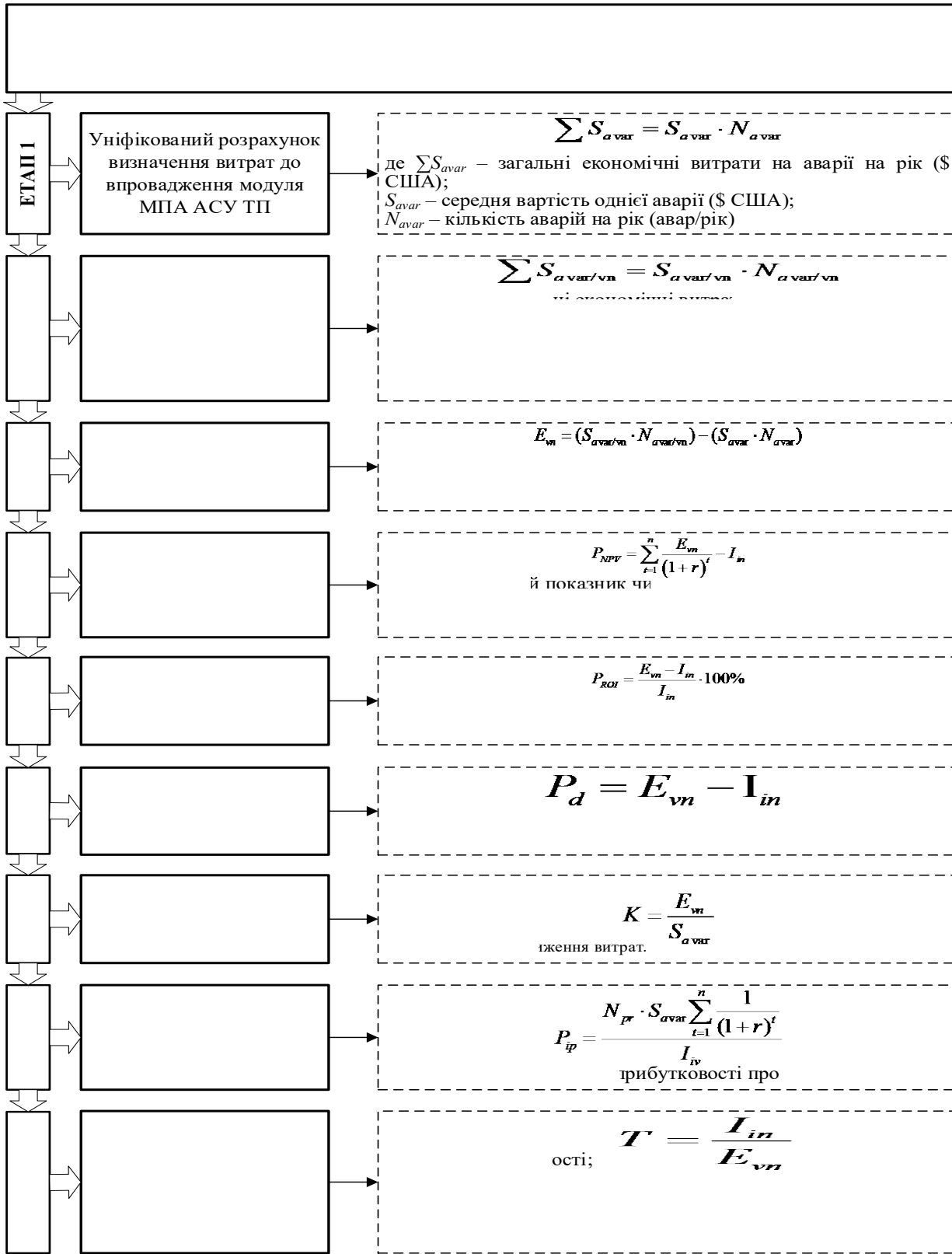


Рис. 3.18. Етапи розрахунку критеріїв та показників оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів (розробка автора)

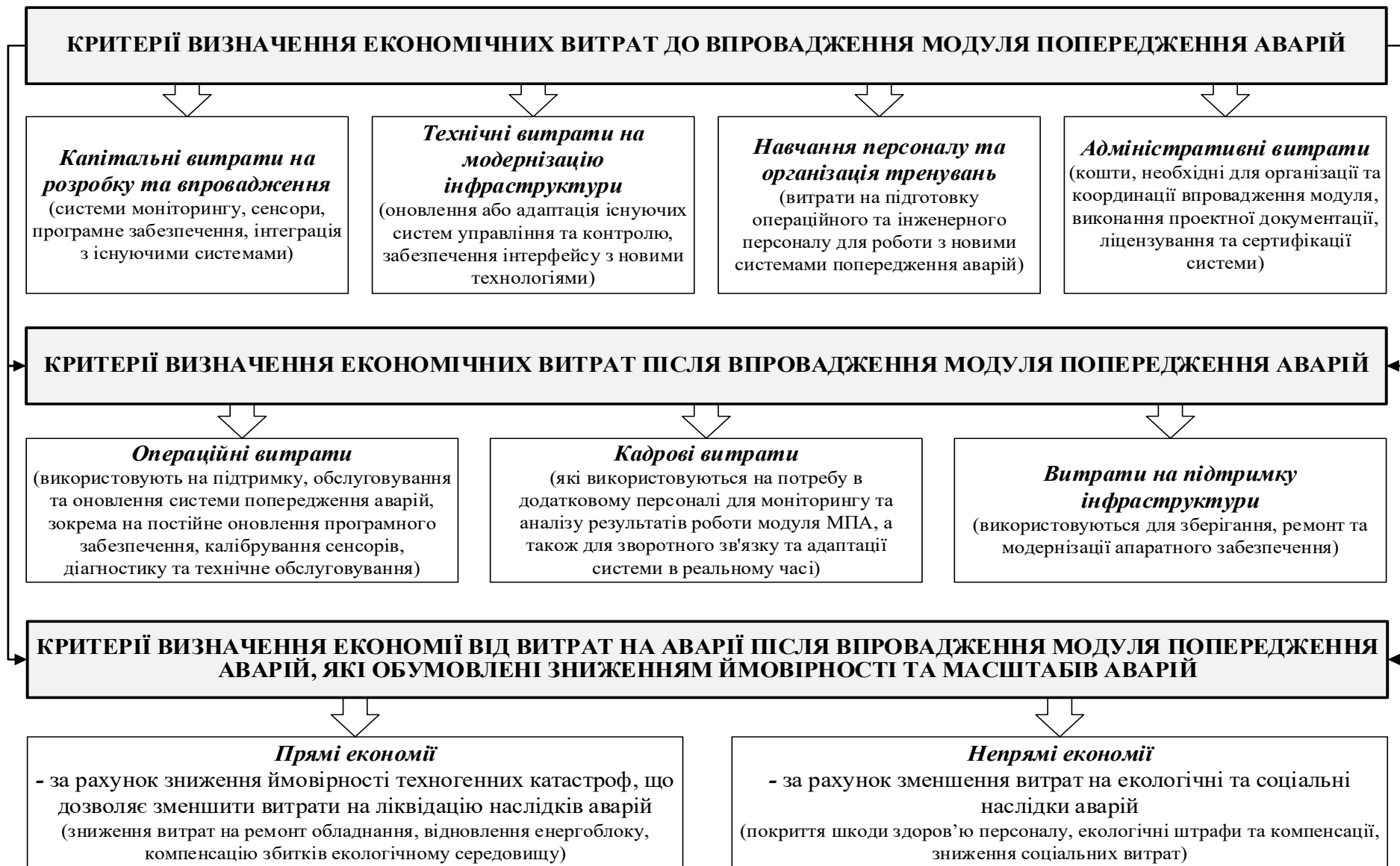


Рис. 3.19. Систематизація критеріїв оцінки економічної ефективності інвестиційного проекту

(розробка автора)

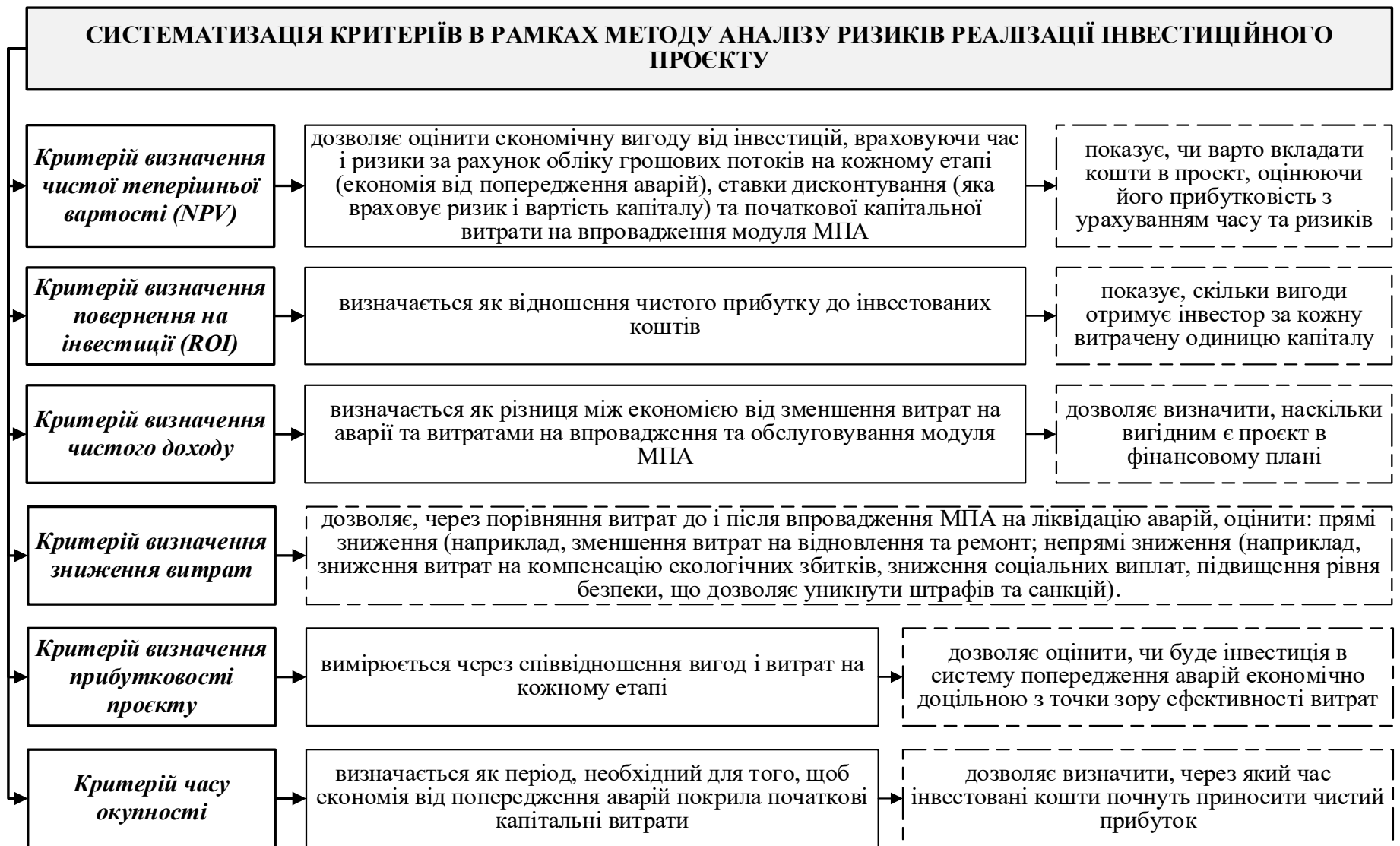


Рис. 3.20. Систематизація критеріїв в рамках методу аналізу ризиків реалізації інвестиційного проєкту

(розробка автора)

За допомогою таких показників, як NPV, ROI, термін окупності та зниження витрат на аварії можна визначити, наскільки ефективним є цей інвестиційний проєкт з економічної точки зору. Ці розрахунки дозволяють приймати обґрунтовані рішення щодо інвестування в нові технології для підвищення безпеки атомної станції. На основі аналітичних виразів, які подано на рис. 3.18, було проведено оцінку економічної ефективності інвестиційного проєкту щодо впровадження модуля запобігання аваріям (МПА) у складі АСУ ТП енергоблока ЗАЕС (табл. 3.4). Підсумкові результати розрахунків показників економічної ефективності дозволяють визначити наскільки економічно вигідним було впровадження модуля МПА АСУ ТП для забезпечення стану енергетичної безпеки енергоблоку ЗАЕС. Дані таблиці показують тенденції зміни показників економічної ефективності в залежності від кількості запобігання аварій ($N_{god/vn}$) після впровадження модуля МПА АСУ ТП енергоблоку ЗАЕС.

Таблиця 3.4

Розрахунок показників економічної ефективності інвестиційного проєкту щодо впровадження модуля запобігання аваріям (МПА) у складі АСУ ТП енергоблоку ЗАЕС (розробка автора)

$N_{god/vn}$	EV_{vn} (грн/рік)	E_{vn} (грн)	P_{ROI} (%)	P_d (грн)	P_{NPV} (грн)	T (рік)	P_{IRR} %	K	P_{pi}
10	0	1500000	279	0,0	2284784	1,00	41%	1,0	3,79
9	150000	1350000	241	-150000	1952206	1,11	35%	0,9	3,42
8	300000	1200000	203	-300000	1619627	1,25	30%	0,8	3,03
7	450000	1050000	165	-450000	1287049	1,43	25%	0,7	2,65
6	600000	900000	122	-600000	954470	1,67	15%	0,6	2,28
5	750000	750000	89	-750000	621892	2,00	10%	0,5	1,89
4	900000	600000	51	-900000	289314	2,50	5%	0,4	1,52
3	1050000	450000	13	$-1,05 \cdot 10^6$	-43264	3,33	0%	0,3	0,96
2	1200000	300000	-24	$-1,20 \cdot 10^6$	-375842	5,00	0%	0,2	0,76
1	1350000	150000	-62	$-1,35 \cdot 10^6$	-708421	10,00	0%	0,1	0,38
0	1500000	0	-100	$-1,50 \cdot 10^6$	$-1,5 \cdot 10^6$	∞	0%	0,0	0,0

Таблиця показує, як змінюються показники економічної ефективності в

залежності від кількості запобігання аварій (КЗА). На основі результатів розрахунку показників економічної ефективності інноваційного проєкту, були побудовані графіки (рис. 3.21 – рис. 3.25) залежності цих показників від кількості запобігання аварій ($N_{\text{god/vn}}$), після впровадження модуля МПА АСУ ТП енергоблока ЗАЕС. На рис 3.21, показано графік залежності показника внутрішньої норми дохідності (P_{IRR}) від числа запобігання аваріям ($N_{\text{god/vn}}$). З графіка видно, що прибутковість проєкту, різко починає знижуватися після ($N_{\text{god/vn}} = 4$) запобігання аваріям і становить 5 %, що призводить до збільшення збитків, а це означає, що проєкт стає неефективним.

На рис 3.22, показаний графік залежності показника чистого доходу (P_d) від числа запобігання аваріям ($N_{\text{god/vn}}$), де видно, що чистий дохід проєкта, стає позитивним лише при запобіганні 0 аварій. У всіх інших випадках він негативний, що свідчить про те, що витрати на впровадження модуля, перевищують економію від запобігання аваріям.

На рис 3.23, показаний графік залежності показника чистої наведеної вартості проєкту (P_{NPV}) від числа запобігання аваріям ($N_{\text{god/vn}}$). З графіка видно, що за $-43264 < P_{\text{NPV}} < 289314$ \$ США, проєкт стає неефективним та збитковим.

На рис 3.24, показаний графік залежності показника повернення на інвестиції (P_{ROI}) від числа запобігання аваріям ($N_{\text{god/vn}}$). При $N_{\text{god/vn}} = 0$, $P_{\text{ROI}} = 100\%$, що означає повні збитки. Показник повернення на інвестиції (P_{ROI}) стає позитивним при $N_{\text{god/vn}} = 3$, що свідчить про доцільність інвестицій. Зі збільшенням числа запобігання аварій ($N_{\text{god/vn}}$), P_{ROI} зростає, досягаючи 279.12% при $N_{\text{god/vn}} = 10$, що говорить про високу ЕкЕф інвестицій у проєкт.

На рис 3.25, показаний графік залежності показника індексу прибутковості (P_{pi}) від числа запобігання аваріям ($N_{\text{god/vn}}$). При $N_{\text{god/vn}} = 0$ індекс прибутковості дорівнює 0,0. При $N_{\text{god/vn}} = 3$ індекс стає меншим 1 ($P_{\text{pi}} = 0,96$), що вказує на доцільність та збитковість інвестицій.

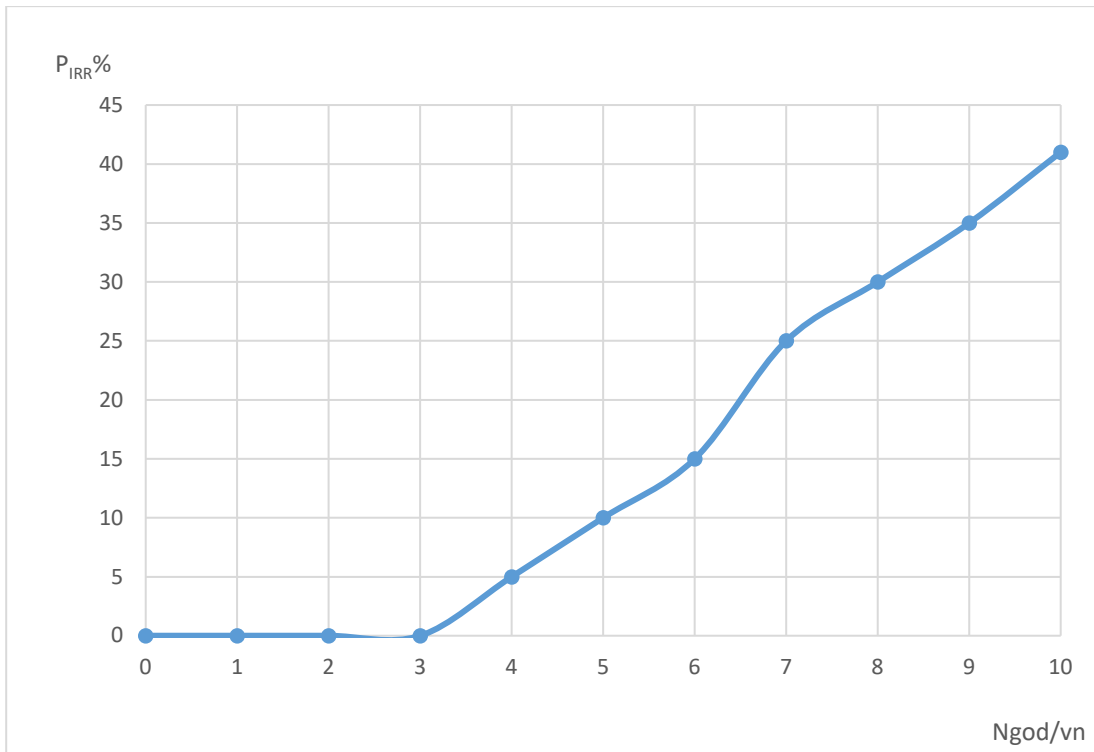


Рис. 3.21. Графік залежності показника внутрішньої норми доходності (P_{IRR}) від числа запобігання аваріям ($N_{god/vn}$) (розробка автора)

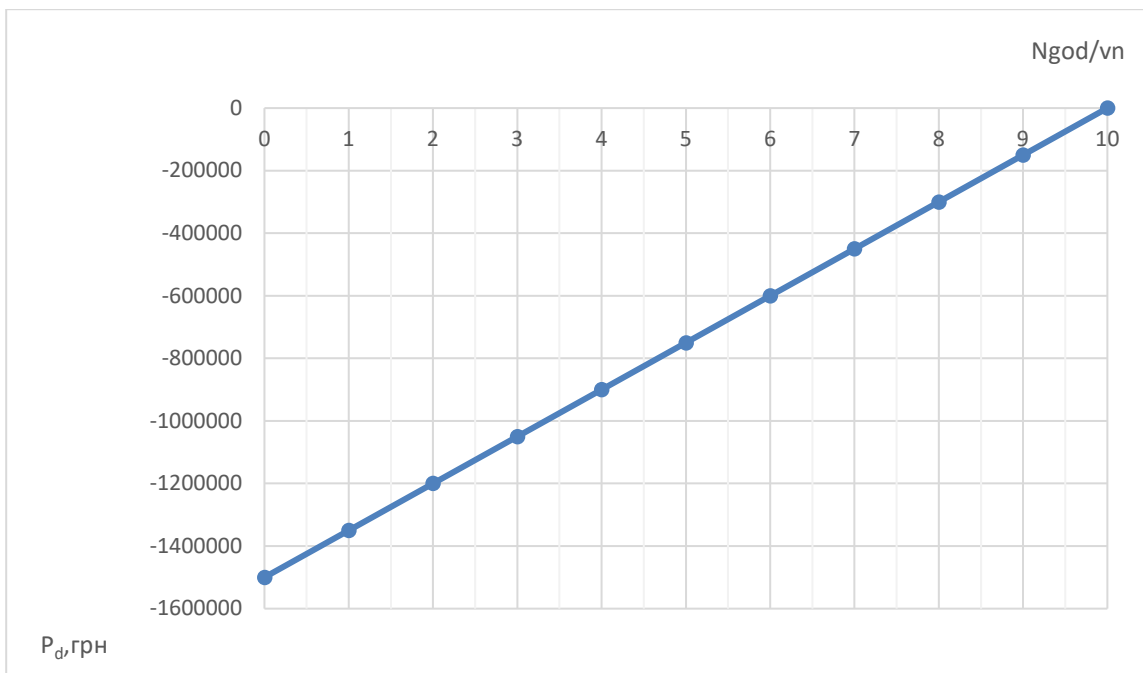


Рис. 3.22. Графік залежності показника чистого доходу (P_d) від числа запобігання аваріям ($N_{god/vn}$) (розробка автора)

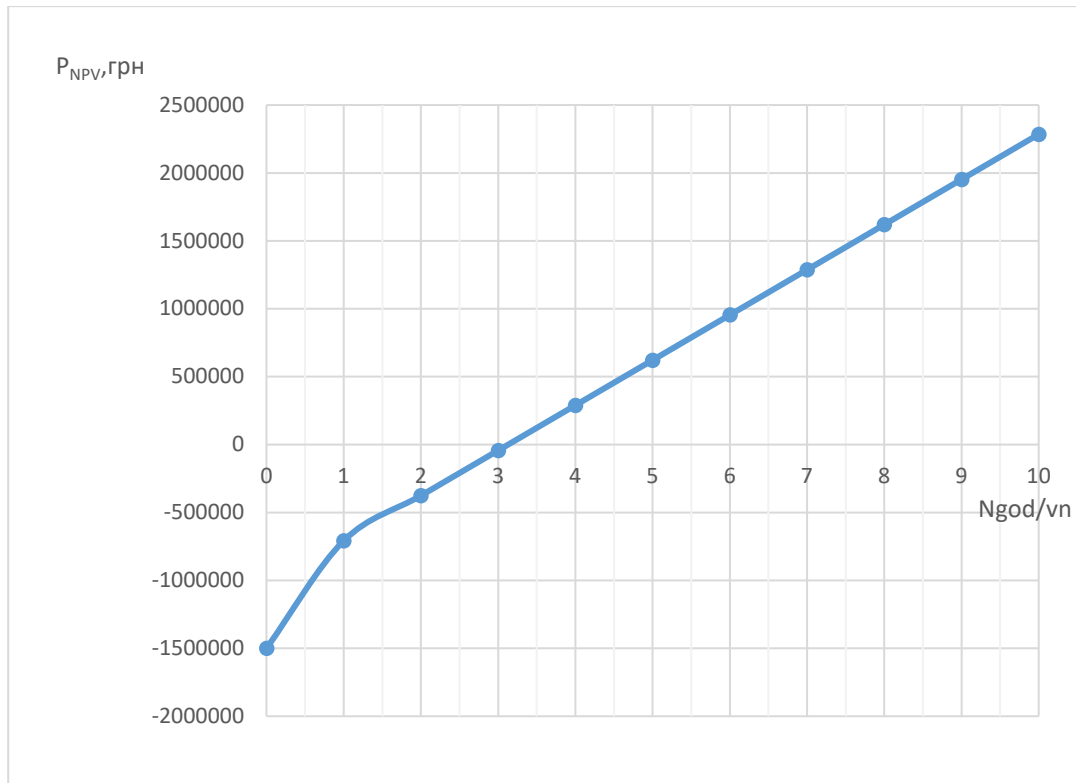


Рис 3.23. Графік залежності показника чистої наведеної вартості проекту (P_{NPV}) від числа запобігання аваріям ($N_{god/vn}$) (розробка автора)

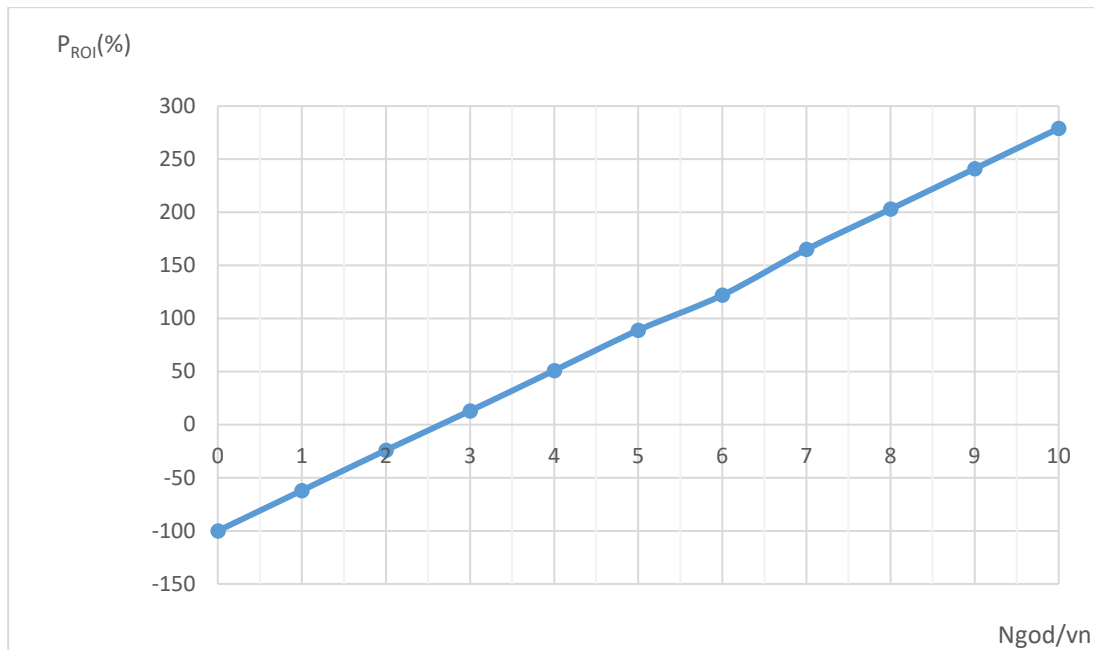


Рис. 3.24. Графік залежності показника повернення на інвестиції (P_{ROI}) від числа запобігання аваріям ($N_{god/vn}$) (розробка автора)

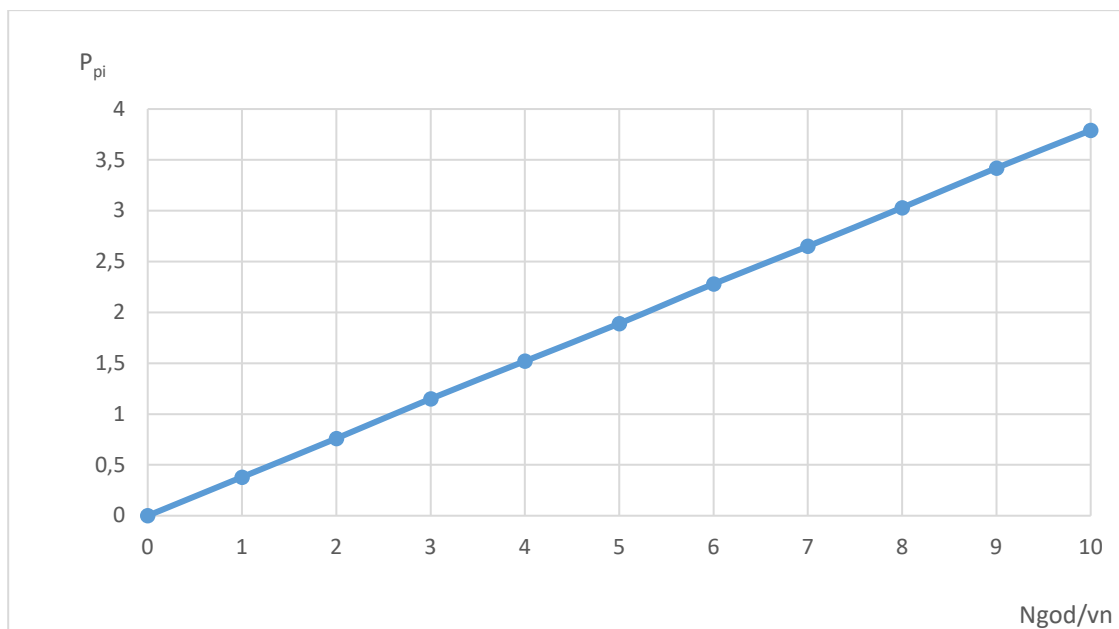


Рис 3.25. Графік залежності показника індексу прибутковості (P_{pi}) від числа запобігання аваріям ($N_{god/vn}$) (розробка автора)

Зі збільшенням числа запобігання аварій, індекс прибутковості зростає, досягаючи 3,79 за максимуму ($N_{god/vn} = 10$ аварій).

Можна зробити висновок, що проєкт стає неефективним і збитковим, а також вказує на недоцільність інвестицій.

– можливість ідентифікації критичних точок, де економічна ефективність починає помітно зростати або падати (наприклад, точка 4,4 року, де різке падіння показника чистої наведеної вартості проєкту з $PNPV = 289314$ до $PNPV = -43264$ \$ США. На основі даних табл. 3.4, біла складена діаграма узагальненого інтегрованого показника економічної ефективності інвестиційного проєкту (рис. 3.26), яка допомагає зробити кілька важливих висновків:

– найбільшим фактором, який впливає на інтегрований показник економічної ефективності інвестиційного проєкту, є число запобігання аварій ($N_{god/vn}$). Так за значення $N_{god/vn} < 4$, показник чистої наведеної вартості проєкту має негативне значення ($P_{NPV} = -43264$), отже, можна зробити висновок, що проєкт стає неефективним і збитковим, а також вказує на недоцільність інвестицій.

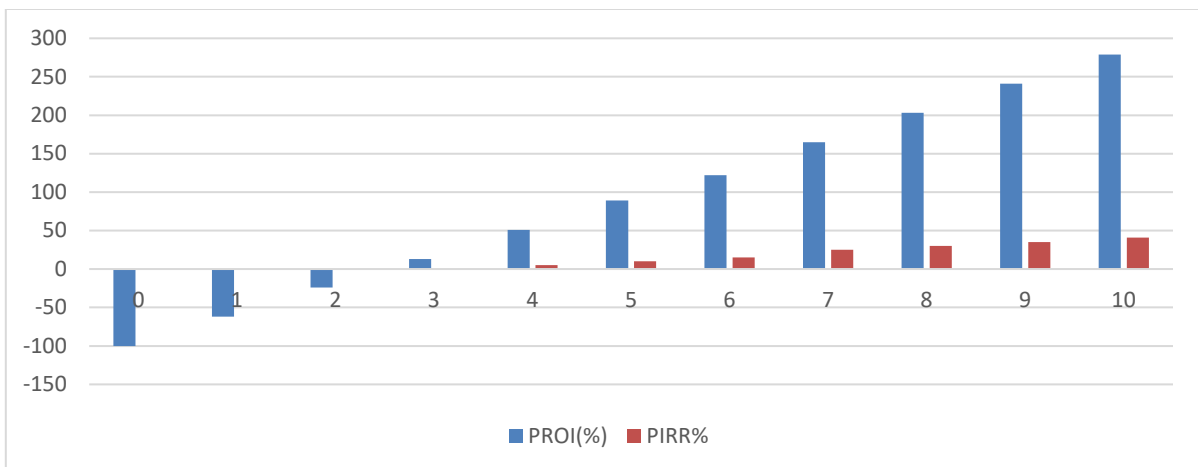
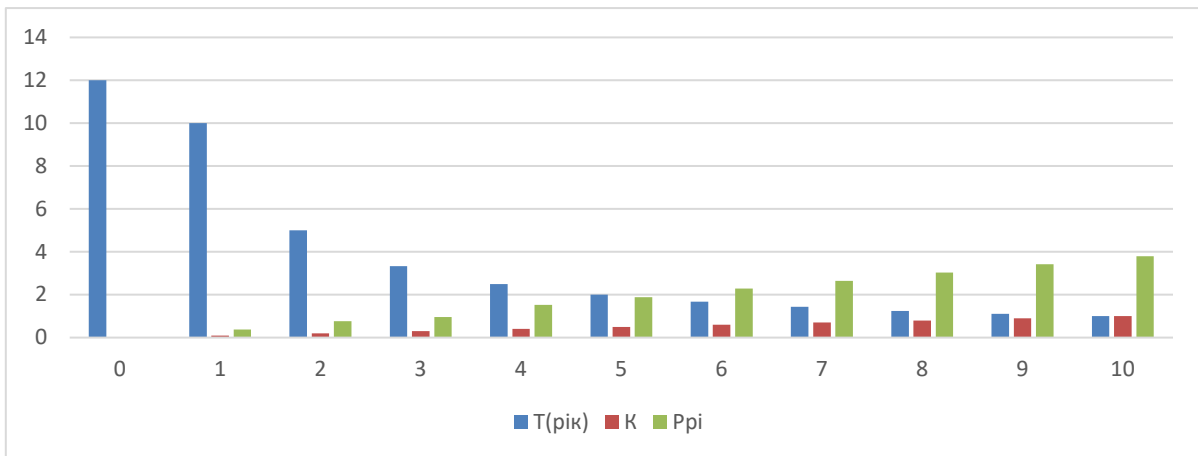
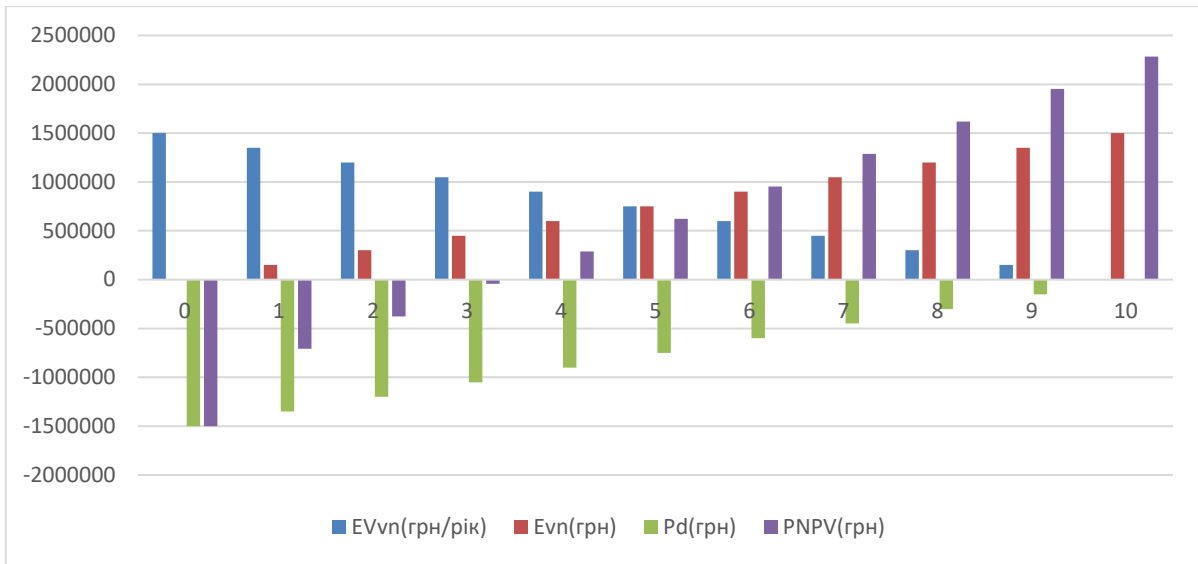


Рис. 3.26. Діаграма інтегрованого показника економічної ефективності інвестиційного проєкту (розробка автора)

– можливість ідентифікації критичних точок, де економічна ефективність починає помітно зростати або падати (наприклад, точка 4,4 року, де різке падіння показника чистої наведеної вартості проєкту з $P_{NPV} = 289314$ до $P_{NPV} = -43264$ \$ США.

Відповідно до розробленої методики, проведемо оцінку загальної ефективності інвестицій. Для цього проведемо аналіз результатів розрахунку показників економічної ефективності інвестиційного проєкту та їх впливу на енергетичну безпеку з урахуванням варіювання загальної кількості запобігання аварій ($N = 0 \div 10$) на енергоблоці ЗАЕС:

1. При $N_{god/vn} = 10$, проєкт запобігає 100% аваріям, при цьому забезпечена максимальна енергобезпека та значні фінансові вигоди. Висока економічна ефективність досягнута за рахунок прибутковості проєкту дорівнює 41%.

2. При $N_{god/vn} = 9$, проєкт знижує кількість аварій на 90%, а також значно зменшує витрати та ризики. Енергобезпека залишається на високому рівні. Достатній рівень економічної ефективності досягнутий за рахунок доходності проєкту, який дорівнює 35%.

3. При $N_{god/vn} = 8$, проєкт запобігає 80% аварій, що забезпечує високий рівень Енб, але з меншими прибутками. Економічна ефективність при прибутковості проєкту дорівнює 30%.

4. При $N_{god/vn} = 7$, проєкт запобігає 70% аварій, що збільшує витрати на усунення ризиків. Низька економічна ефективність, оскільки прибутковість проєкту дорівнює 25%.

5. При $N_{god/vn} = 6$, проєкт знижує кількість аварій на 60%, що призводить до збільшення збитків, а це означає, що проєкт стає неефективним. Крім того, це призводить до підвищення ризиків та загрози енергетичній безпеці. Низька економічна ефективність, оскільки прибутковість проєкту становить 15%.

6. При $N_{god/vn} = 5$, проєкт знижує кількість аварій на 50%, але стає збитковим та неефективним. При цьому підвищуються витрати та загрози енергетичній

безпеці. Низька економічна ефективність, оскільки дохідність проекту становить 10%.

7. При $N_{\text{god/vn}} = 4$, проєкт знижує кількість аварій на 40%, але не дає прибутку, і ризик аварій залишається високим. Критично низька економічна ефективність, оскільки дохідність проекту становить 5%.

8. При $N_{\text{god/vn}} = 3$, проєкт знижує кількість аварій на 30%, але стає критично неефективним, що створює серйозні ризики для енергобезпеки.

9. При $N_{\text{god/vn}} = 2,0$ проєкт знижує кількість аварій на 20%, але не доцільний. Збитки зростають та енергобезпека під загрозою.

10. При $N_{\text{god/vn}} = 1,0$ проєкт знижує кількість аварій на 10%, Система не забезпечує достатньої Енб, що може призвести до серйозних інцидентів.

11. При $N_{\text{god/vn}} = 0,0$ проєкт цілком неефективний, так як не забезпечує запобігання аваріям, що призводить до серйозних фінансових втрат та загрожує енергобезпеці.

Таким чином, економічна ефективність інвестиційного проекту, щодо впровадження модуля МПА АСУ ТП, навіть при попередженні двох аварій з десяти, є окупним на протязі п'яти років, Це впливає із отриманих даних у роботі [175, 184, 195, 228, 240, 243, 255], які вказують, що середня чистота аварій, які відбуваються на АЕС дорівнює $2 < N_{\text{god/vn}} < 3$ на рік, що робить цей проєкт доцільним.

Таким чином, розроблена комплексна методика оцінки рівня економічної ефективності інвестиційного проекту в промисловому енергопідприємстві, дозволяє адаптивно реагувати на зміни в стані енергетичних об'єктів, особливо в умовах загроз. Ця методика забезпечує можливість, в режимі реального часу, моделювати нові показники економічної ефективності, що потребують коригування порогових значень показників економічної ефективності. Проведене дослідження показало, що економічна ефективність інвестиційного проекту безпосередньо залежить від кількості запобігання аварій.

Взаємозв'язок між кількістю запобігання аварій і економічними вигодами є очевидним. Наприклад, вартість модуля МПА АСУ ТП становить 1,5 мільйона \$ США, і він здатен запобігти 6 з 10 можливих аварій. Завдяки цьому загальні витрати на аварії зменшуються з 1,5 мільйона до 600000 \$ США, що свідчить про економічну вигоду від запобігання аваріям у розмірі 900000 \$ США на рік. Позитивне значення показника чистої приведеної вартості ($P_{NPV} > 0$) проекту, яке становить 289314 \$ США, вказує на вигідність інвестицій. Це підкреслює важливість адаптації методики до реальних умов експлуатації, оскільки поріг ефективності свідчить, що якщо проект не здатен запобігти принаймні 40% аварій, він стає економічно невигідним. Зростання прибутковості також вказує на те, що збільшення кількості запобігання аварій, веде до підвищення індексу прибутковості. При максимальному запобіганні аварій ($N_{god/vn} = 10$) індекс прибутковості може досягати $P_{pi} = 3.79$.

Застосування обчислювального алгоритму в рамках АСУ ТП на енергоблоці ЗАЕС є ключовим для реалізації комплексної методики оцінки економічної ефективності. Алгоритм здатен адаптуватися до виявлених загроз, що дозволяє регулярно коригувати управлінські рішення та оптимізувати стратегії управління Енб підприємства. Наприклад, якщо модуль виявляє зменшення частоти аварій, він пропонує переглянути порогові значення показників економічної ефективності і стратегії для їх запобігання. Взагалі, позитивний економічний ефект: приблизно через 5 років реалізації проекту, початкові інвестиції 1500000 \$ США окупаються, і підприємство починає отримувати стабільний прибуток. Результати розрахунків показників економічної ефективності для енергоблоку ЗАЕС, окремо (див. табл. 3.4) підтверджують, що застосування модуля МПА АСУ ТП, дозволяє істотно підвищити економічну ефективність підприємства.

Інтеграція обчислювального алгоритму в комплексну методику оцінки економічної ефективності інвестиційного проекту, дозволяє не лише проводити точну оцінку показників економічної ефективності, але й формувати стратегії

управління, які забезпечують стабільність та конкурентоспроможність підприємства. Це робить методику актуальною та ефективною для сучасного енергетичного сектора, враховуючи постійні зміни в умовах ринку та технологій. Таким чином, подальше вдосконалення та розвиток цієї методики можуть стати важливим кроком до забезпечення управління енергобезпекою підприємств.

Аналіз економічної ефективності інвестиційного проєкту, щодо запобігання аваріям на енергоблоці ЗАЕС показує, що ефективність проєкту значно зростає зі збільшенням кількості попереджених аварій. Максимальна енергетична безпека і фінансові вигоди досягаються при повному запобіганні аваріям ($N_{\text{god/vn}} = 10$), що забезпечує прибутковість на рівні 41%. Зі зменшенням кількості запобігань економічна ефективність і прибутковість суттєво падають, і при певних порогових значеннях проєкт стає збитковим та неефективним. Це підкреслює важливість адаптації управлінських стратегій до реальних умов експлуатації, оскільки навіть незначне зниження запобігання аваріям може загрожувати енергетичній безпеці та фінансовій стабільності підприємства.

Запропоновано комплексну методику оцінки економічної ефективності, яка ґрунтується на системному підході до розрахунку економічних показників та оперативному коригуванні управлінських рішень в реальному часі.

Основною метою цієї методики є підвищення рівня енергетичної безпеки підприємств шляхом інтеграції як кількісних, так і якісних характеристик інвестиційних проєктів.

Відзначено, що розробка етапів методики оцінки економічної ефективності є складним багаторівневим процесом, який включає в себе певну кількість взаємопов'язаних етапів, кожен з яких має вирішальне значення для комплексного та всебічного аналізу економічної доцільності інвестицій.

Важливим аспектом цього процесу є ідентифікація та оцінка ризиків, що дозволяє не лише визначити потенційні загрози, а й розробити відповідні заходи для їх мінімізації. Крім того, виявлення ключових економічних показників і

проведення розрахунків за ними дозволяє здійснити об'єктивну оцінку ефективності інвестиційних проєктів.

Розроблені етапи методики оцінки економічної ефективності не лише систематизують існуючі підходи до аналізу, але й створюють науково обґрунтовану основу для прийняття стратегічних управлінських рішень. Зокрема, моніторинг аварійних ситуацій в режимі реального часу дозволяє оперативно реагувати на потенційні загрози, що значно знижує ймовірність серйозних інцидентів, а отже, зменшує не лише фінансові втрати, але й ризики для енергетичної безпеки підприємства в цілому.

Практичне застосування запропонованої методики на прикладі ЗАЕС підтверджує її високу ефективність на всіх етапах процесу оцінки економічної ефективності. Методика враховує специфіку енергетичних підприємств, що надає їй гнучкість у адаптації до змінюваних умов ринку та новітніх технологічних рішень, підтверджуючи таким чином доцільність її використання у довгостроковій перспективі.

Подальші дослідження у напрямку вдосконалення методики оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств є багатограними та охоплюють різні аспекти, що включають технологічні, економічні та управлінські інновації.

Таким чином, подальші наукові дослідження в даному напрямку дозволять не лише перманентно удосконалювати методику оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів, а й розробити аналітичні інструменти для ефективного управління енергетичними ресурсами на всіх рівнях — від окремих підприємств до державних програм забезпечення управління енергетичною безпекою.

Висновки до розділу 3

Показано, що розробка комплексної стратегії управління енергетичною безпекою підприємств є критично важливою для забезпечення їх стійкості та конкурентоспроможності в умовах економічної нестабільності та змін на енергетичних ринках.

Обґрунтовано, що комплексна стратегія повинна включати комплексну оцінку ризиків, таких як перебої в постачанні енергії, коливання цін на енергоресурси, техногенні аварії та зміни клімату.

Показано, що удосконалення організаційно-економічних механізмів, таких як системи енергетичного менеджменту та фінансові механізми для інвестицій, є важливою складовою.

Підкреслено, що правильно реалізована стратегія енергетичної безпеки знижує енергетичні ризики, підвищує енергоефективність і фінансову стабільність, сприяє розвитку інновацій та забезпечує адаптацію до нових технологічних і економічних реалій. Вона є основою для сталого розвитку підприємства в умовах глобальних змін на енергетичних ринках.

Розроблено механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємства, що базується на системно-кластерному підході, який дозволяє комплексно вирішувати проблеми енергобезпеки.

Визначено етапи впровадження механізму, що сприяють підвищенню економічної ефективності підприємств на макро-, мезо- та мікрорівнях.

Розроблено механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств як процес перманентної результативної синхронної реалізації організаційних та економічних заходів. Цей механізм об'єднує технології, системи, методи та засоби в єдину комплексну систему, що забезпечує можливість переходу підприємства з одного якісного рівня до іншого. Застосування адаптаційних технологій і акумулювання ресурсних резервів дозволяє

ефективно визначати ступінь захищеності енергоресурсів підприємства в умовах стабільного функціонування, з урахуванням перспектив розвитку в умовах ентропії.

Розроблена комплексна методика оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів, що є системним процесом, який включає взаємопов'язані етапи об'єктивного аналізу та побудови прогнозних трендів щодо активізації інвестиційної привабливості проєкту. Методика враховує систематизовані критерії економії від зменшення аварійних витрат, аналіз чистої теперішньої вартості, зниження витрат та визначення терміну окупності. Це становить основу для розробки аналітичних інструментів ефективного управління енергетичними ресурсами, що дозволяє приймати обґрунтовані інвестиційні рішення.

Запропонована вдосконалена методика оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів враховує як кількісні, так і якісні характеристики, сприяючи підвищенню енергетичної безпеки підприємств. Впровадження методики на ЗАЕС підтвердило її ефективність, демонструючи значний фінансовий ефект від інвестицій. Розроблено обчислювальний алгоритм забезпечує адаптивність управління та покращує точність оцінки ефективності.

Подальший розвиток методики включає розширення показників економічної ефективності, поглиблений аналіз ризиків та інтеграцію нових технологій для підвищення точності та швидкості оцінки. Це сприятиме сталому розвитку енергетичних підприємств в умовах змінюваного ринку та технологій.

Основні наукові положення, які подано у даному розділі роботи, відображено в наукових працях автора за списком використаної літератури [22, 24-26, 32, 33, 185].

ВИСНОВКИ

Результатом виконаних у дисертаційній роботі досліджень є вирішення актуального завдання, що полягає в уточненні теоретичного базису, поглибленні теоретико-методичних положень та розробленні науково-практичних рекомендацій, спрямованих на удосконалення організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії. На основі проведеного дослідження сформульовано такі висновки і пропозиції.

У дослідженні розвинуто понятійний апарат, що дозволяє глибше зрозуміти та визначити економічну сутність організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. Завдяки уточненню та встановленню логічних зв'язків між основними поняттями, таким як «організаційне забезпечення», «економічне забезпечення», «управління», «енергетична безпека», а також «управління енергетичною безпекою», було сформовано теоретичний базис, що забезпечує наукову обґрунтованість і доказовість дослідження. Це дозволяє комплексно вирішувати питання управління енергетичною безпекою підприємств в умовах нестабільності та ентропії економічного середовища.

В роботі розроблено науково-теоретичні основи управління ризиками в системі організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. Запропонований підхід включає алгоритмізацію управління як складного багатofакторного процесу, що передбачає системну класифікацію, ідентифікацію та ранжування загроз і ризиків на різних рівнях енергопідприємства. Комплексний аналіз та безперервний моніторинг загроз у реальному часі з урахуванням рівня інтеграції підприємства з енергоресурсами та його економічної стійкості забезпечують підвищення оперативності прогнозування та коригування впливу ризиків. Це сприяє ефективнішому прийняттю управлінських рішень, що знижує негативний вплив факторів ентропії та підвищує стійкість енергетичної

системи.

В роботі обґрунтовано теоретико-методичні засади впливу ентропії на управління енергетичною безпекою підприємств, що базуються на поєднанні статистичних інструментів узагальнення класичної ентропії (метод Шеннона, Рене, Кульбака-Лейблера). Цей підхід дозволяє оцінити рівень ентропії, що відображає хаос та невизначеність, а також визначити критично важливі фактори, які впливають на здатність енергопідприємств адаптуватися до динамічних умов розвитку. В результаті розроблено нові підходи до моделювання впливу цих факторів на стабільність, стійкість та адаптивність управлінських стратегій. Це дозволяє оптимізувати управлінські рішення, прогнозувати потенційні загрози та зменшувати негативні наслідки зовнішніх і внутрішніх ризиків, що сприяє підвищенню ефективності управління енергетичною безпекою в умовах постійних змін, притаманних ентропії.

Розроблена комплексна методика оцінки рівня енергетичної безпеки промислового підприємства, яка базується на безперервному оперативному моніторингу та контролі змін порогових індикаторів-показників, які визначають критичний стан енергетичної безпеки об'єктів генерації, передачі, розподілу та споживання енергії. Параметри цих показників корелюються відповідно до поточних значень, що змінюються в режимі реального часу, з урахуванням впливу зовнішніх і внутрішніх загроз та ризиків. Оцінка загальних інтегральних показників ступеня критичності енергетичної безпеки дозволяє ефективно визначити рівень її стану і тактично оптимізувати управлінські рішення для зменшення матеріальних збитків та економічних втрат, забезпечуючи своєчасне реагування на зміни і загрози.

Автором запропоновано науково-практичні аспекти комплексної стратегії організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств, що ґрунтується на поєднанні локальних стратегій завдяки використанню аргументованої системи наукових методів, які дозволяють

прогнозувати тенденції зміни рівня енергетичної незалежності підприємства. Стратегія враховує моделювання результатів щодо збереження балансу між збільшенням інвестицій та зменшенням коефіцієнта ефективності витрат. Це дозволяє оптимізувати інвестиції в енергетичну інфраструктуру в тактичному періоді та визначати довгострокову стратегію, спрямовану на максимізацію економії при мінімальних витратах та мінімізацію періоду окупності.

На основі проведеного дослідження розроблено механізм організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств як процес перманентної результативної синхронної реалізації організаційних та економічних заходів. Цей механізм об'єднує технології, системи, методи та засоби в єдину комплексну систему, що забезпечує можливість переходу підприємства з одного якісного рівня до іншого. Застосування адаптаційних технологій і акумулювання ресурсних резервів дозволяє ефективно визначати ступінь захищеності енергоресурсів підприємства в умовах стабільного функціонування з урахуванням перспектив розвитку в умовах ентропії.

В роботі подано комплексну методикку оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів, що є системним процесом, який включає взаємопов'язані етапи об'єктивного аналізу та побудови прогнозних трендів щодо активізації інвестиційної привабливості проєкту. Методика враховує систематизовані критерії економії від зменшення аварійних витрат, аналіз чистої теперішньої вартості, зниження витрат та визначення терміну окупності. Це становить основу для розробки аналітичних інструментів ефективного управління енергетичними ресурсами, що дозволяє приймати обґрунтовані інвестиційні рішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Азаренков Г. Ф., Сердечна С. М. Формування аналітичного інструментарію забезпечення економічної безпеки стратегічного розвитку підприємства. *Молодий вчений*. 2017. № 5. С. 508–517.
2. Алимов О., Микитенко В. Стратегічне партнерство й енергетична безпека держави. *Вісник НАН України*. 2004. № 9. С. 17–22.
3. Арбузова Т. В. Енергетична безпека в контексті економічної, екологічної та техногенної безпеки держави. *Екологічна безпека держави: тези доповідей Всеукраїнського круглого столу*, м. Київ, 16 вересня 2021 року / ІТТА. Київ, 2021. С. 259–264.
4. Ареф'єв С. О., Васюткіна Н.В., Ареф'єва О. В., Пілецька С.Т. Формування організації економічного механізму підвищення економічної стійкості підприємства в питаннях управління об'єктами інтелектуальної власності. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. Том 9. № 1. С. 296–301.
5. Ареф'єв С. О., Ареф'єва О. В., Антоненко К. В., Сластьяникова В. І. Мотивація лідерства у забезпеченні енергетичної безпеки підприємств через інтелектуалізацію процесного підходу в управлінні. *Проблеми економіки*. 2024. №2. С. 149–158.
6. Ареф'єва О. В., Гораль Л. Т., Ареф'єв С. О., Попович О. В. Організаційно-економічне забезпечення інтеграції інжинірингу у систему енергетичної безпеки підприємств на підставі процесного підходу. *Проблеми економіки*. 2024. №3. С. 149–155.
7. Ареф'єва, О., Титикало, В., Коваленко, Н. Економічний механізм забезпечення фінансової безпеки підприємств при нестабільності зовнішнього середовища. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія Економіка*. 2023.

16(32). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0654-16\(32\)-03](https://doi.org/10.33296/2707-0654-16(32)-03).

8. Бабич Д. В., Чобіток В. І., Чобіток І. О. Ефективність інноваційно-інвестиційного розвитку енергетичного комплексу країни в умовах нестабільності. *Проблеми економіки*. 2024. № 3 (61). С.68–75. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-3-68-75>.

9. Безугла Ю., Бондаренко М., Ковальов В. Управління фінансово-економічною безпекою підприємства: структурно-функціональний аспект. *Електронне наукове фахове видання «Адаптивне управління: теорія і практика» Серія «Економіка»*. 2020. Вип. 9(18). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0654-9\(18\)-02](https://doi.org/10.33296/2707-0654-9(18)-02).

10. Безугла Ю., Овчаренко М. Стратегічно-цільові напрямки управління ризиками на підприємстві. *Електронне наукове фахове видання «Адаптивне управління: теорія і практика» Серія «Економіка»*. 2024. Вип. 19(38). DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0654-19\(38\)-09](https://doi.org/10.33296/2707-0654-19(38)-09).

11. Безугла Ю.Є., Дем'яненко Т.І. Реноваційно-релевантний аспект удосконалення управління економічною безпекою підприємств. *Електронний журнал «Ефективна економіка»*. 2024. № 7. DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.7.55>.

12. Безугла Ю. Механізм управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії економічних процесів. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (економічні науки)*. 2024. 4. С. 124–129. DOI: <http://doi.org/10.20998/2519-4461.2023.4.124>.

13. Бобров Є. А. Енергетична безпека в системі економічної безпеки держави : автореф. дис. д-ра екон. наук : 21.04.01. Київ, 2013. 35 с.

14. Божанова О. В. Організаційно-економічне управління змінами на промисловому підприємстві. *Національний вісник Ужгородського національного університету. Сер.: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2016. Вип. 10. Ч. 1. С. 39–42.

15. Болотова О. О. Сутність організаційно-економічного забезпечення ефективності менеджменту персоналу. *Управління розвитком*. 2018. № 2 (192). С. 119–125.
16. Бондар В. Ю. Сутність поняття «організаційно-економічний механізм управління зовнішньоекономічною діяльністю підприємства». *Ефективна економіка*. 2018. № 8.
17. Бондаренко Г. В., Щерба В. О. Енергетична безпека як визначальна складова економічної незалежності України. *Вісн. Черкас. ун-ту. Сер. Екон. науки*. 2009. Вип. 152. С. 98–108.
18. Буданов М. Загрози енергетичній безпеці підприємств України: методичний аспект. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Економіка»*. 2024. Вип. 18. DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0654-18\(36\)-08](https://doi.org/10.33296/2707-0654-18(36)-08)
19. Буданов М. Інтегрований підхід для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Розвиток наукової думки постіндустріального суспільства: сучасний дискурс* : матеріали VI міжнародної наукової конференції, м. Хмельницький, 01.11.2024. / Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця 2024 С81–85.
20. Буданов М. Моніторинг як метод забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Наукові відкриття та фундаментальні наукові дослідження: світовий досвід* : матеріали V міжнародної науково-теоретичної конференції, м. Полтава, 08.11.2024 / Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця 2024, С77–80.
21. Буданов М. Підходи до класифікації загроз енергетичної безпеки промислових підприємств. *Актуальні питання розвитку галузей науки* : матеріали IV міжнародної наукової конференції, м. Київ, 15.11.2024. / Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця, 2024.С139–143.
22. Буданов М. Сучасні підходи до розробки комплексної стратегії забезпечення управління енергетичної безпеки підприємств. *Здобутки та*

досягнення прикладних та фундаментальних наук XXI століття : матеріали VIII міжнародної наукової конференції, м. Біла Церква, 22.11.2024 / Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця, 2024. С. 115–119.

23. Буданов М. П. Просторово-динамічний моніторинг у забезпеченні управління енергетичною безпекою підприємств. *Проблеми економіки*. 2024. №3. С. 170–177.

24. Буданов М. П. Реалізація інвестиційного проекту в рамках забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств: організаційно-економічний аспект. *Бізнес Інформ*. 2024. № 10. С. 102–110.

25. Буданов М. П. Стратегія забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії: інтегрований підхід. *Бізнес Інформ*. 2024. № 11. С. 177–186.

26. Буданов М. П. Формування механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Бізнес Інформ*. 2024. № 9. С. 303–312.

27. Буданов М. П. Системно-кластерний підхід до забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії зовнішнього середовища. *Бізнес Інформ*. 2024. №8. С. 209–217.

28. Буданов М. П. Підходи до класифікації ризиків діяльності промислових енергетичних підприємств. *Управління розвитком економічного середовища в умовах глобальних трансформацій* : матеріали II міжнародної науково-практичної конференції, м. Харків, 07–09 травня 2024 року) / УПА. Харків, 2024. С.155–157.

29. Буданов М. П. Огляд методів дослідження енергетичної безпеки об'єктів електроенергетичних систем. *Perspectives of contemporary science: theory and practice* : матеріали I міжнародної науково-практичної конференції, м. Львів, 04–06 травня 2024 року / Львів, 2024. С.681–685.

30. Буданов М. П. Управління ризиками в системі організаційно-економічного забезпечення енергетичної безпеки підприємств. *Економічний вісник*

Дніпровської політехніки. 2024. №3. С. 150–160.

31. Буданов М. П. Сучасні підходи до визначення поняття енергетичної безпеки об'єктів електроенергетичної системи. Статистичні методи та інформаційні технології аналізу соціально-економічного розвитку : матеріали XXIV міжнародної науково-практичної конференції, м. Хмельницький, 30 травня 2024 року / Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова. Львів, 2024. С. 171–174.

32. Буданов М. П. Розробка цілей і завдань стратегії управління енергетичною безпекою підприємств. *Науковий простір: актуальні питання, досягнення та інновації* : матеріали VIII Міжнародної науково-теоретичної конференція, м. Житомир, 29.11.2024 року / Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця, 2024. С. 96–101.

33. Буданов М. Теоретичне підґрунтя організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Development Service Industry Management*. 2023. (3). С. 18–225.

34. Гораль Л. Т. Багатоаспектність формування процесу управління безпекою розвитку промислового підприємства *Проблеми економіки*. 2020. №2. С. 240–246.

35. Гевко Б. Р. Організаційно-економічний механізм енергозбереження на підприємстві, його сутність та концептуальна модель. *Економічний вісник Дніпровської політехніки*. 2016. № 2. С. 99–106.

36. Гладій М. В., Іванух Р. А. Енергетична безпека України. *Регіон. економіка*. 2001. № 4. С. 7–17.

37. Гораль Л. Т. Методологія процесно-просторового управління потенціалом підприємств системи газопостачання в постіндустріальній економіці. *Innovation and Sustainability*. 2022. № 2. С. 191–198.

38. Гораль Л. Т., Шкварилюк М. В. Алгоритм імплементації стратегії розвитку енергетичних підприємств в кліматичну політику. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут"* (економічні

науки). 2023. (4). С. 54–59.

39. Гораль Л. Стратегічні аспекти управління енергетичною безпекою промислових підприємств в умовах мінливості зовнішнього середовища. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2024. 334(5). С. 404-411.

40. Гошовська В., Матюшенко О. Управління соціальними проектами в Україні: інституціональне забезпечення. *Україна 2030: публічне управління для сталого розвитку* : матеріали щоріч. міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 2020 р. / НАДУ. Київ, 2020. С. 156–158.

41. Губарева І. О., Хаустов М. М. Ризики енергетичній безпеці. Візуалізація наукових досліджень. *Проблеми економіки*. 2024. № 2 (60). С. 21–30.

42. Гузенко Г. М., Гайдученко Ю. О. Зовнішньоекономічна діяльність підприємства: сутність, економічний механізм її розбудови, особливості. *Вісник Національного університету «Юридична академія України імені Ярослава Мудрого»*. Серія «Економічна теорія та право». 2013. № 3. С. 77–89.

43. Денисенко М. П., Бреус С. В. Безпека як категорія та основні підходи до її трактування. *Економічна система країни в контексті міжнародного співробітництва: стан та перспективи розвитку* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Львів, 26–27 січня 2018 року / ГО "Львівська економічна фундація". Львів, 2018. С. 37–40.

44. Денисюк С. П., Таргонський В. А. Сталий розвиток енергетики України у світових вимірах. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2017. № 3. С. 7–31.

45. Дзядикевич Ю. В. Енергетична безпека України та шляхи її реалізації. *Сталий розвиток економіки*. 2014. № 2. С. 5–13.

46. Дзядикевич Ю. В. Енергетична безпека України та її складові. *Інноваційна економіка*. 2014. № 6. С. 5–13.

47. Дзядикевич Ю. В., Брич В. Я., Джеджула В. В. та ін. Організаційно-економічний механізм енергозбереження : монографія. Тернопіль : ТНЕУ, 2018. 154 с.

48. Дронов Д. С. Енергетична безпека як невід’ємна складова економічної і національної безпеки України. *Сталий розвиток територій: проблеми та шляхи вирішення* : матеріали X Міжнар. наук.-практ. конф., м. Дніпро, 25 жовт. 2019 р. / ДРІДУ НАДУ. Дніпро, 2019. С. 102–105.

49. Дуднік О. Національна безпека України в контексті проблем транспортноенергетичної співпраці з Азербайджаном на межі ХХ–ХХІ ст. *Київські історичні студії*. 2016. № 1. С. 46–53.

50. Енергетична безпека Європи ХХІ століття. *Євразійські енергетичні коридори* : зб. пр. VIII Міжнар. конф., м. Київ, 25–27 трав. 2005 р. / ред.: І. М. Карп. Київ, 2005. 80 с.

51. Енергетична безпека України : зб. ст. та аналіт. матеріалів / ред.: О. О. Волович ; Нац. ін-т стратег. дослідж. Одеса : Фенікс, 2009. 354 с.

52. Енергетична безпека України та світу: реф. Огляд. Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, Центр бібл. електрон. ресурсів і технологій, Від. технологій дистанц. обслуговування ; уклад.: Н. В. Добра, Є. О. Корнілова, Ж. В. Самохіна ; відп. за вип. Н. Ю. Каліберда. Київ, 2015.

53. Енергетична безпека України методологія системного аналізу та стратегічного планування : аналіт. доп. /зазаг. ред. О. М. Суходолі. Київ : НІСД, 2020. 178 с.

54. Енергетична стратегія України як інструмент політики енергетичної безпеки : зб. матеріалів наук.-практ. конф., м. Київ 23 груд. 2014 р., / Нац. ін-т стратег. дослідж. Київ, 2014. 167 с.

55. Жигірь А. А.. Різновиди підприємницьких ризиків та їх класифікація. *Ефективна економіка*. 2012. № 4.

DOI: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1063>

56. Забродська Г. І., Забродська Л. Д., Пічугіна Т. С. Організаційно-економічне забезпечення функціонування туристичного підприємства. *Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг*. 2018. Вип. 1. С. 183–

196.

57. Про національну безпеку України (Відомості Верховної Ради (ВВР): Закон України від 2018, № 31, ст. 241).

58. Запайщиков К. В. Концептуальні підходи до визначення правил нової моделі енергетичного ринку, забезпечення балансу «Енергетична безпека – економічна доцільність». *Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України*. 2012. Вип. 33. С. 149–152.

59. Заплатинський В. М. Логіко-детермінантні підходи до розуміння поняття «Безпека». *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини*. 2012. Вип. 5. С. 90–98.

60. Калініченко О. В., Лесюк А. С. Енергетична безпека України *Економіка. Фінанси. Право*. 2013. № 1. С. 3–6.

61. Капітула С., Шевченко С., Шпітко В. Методичні підходи до оцінки енергетичної безпеки підприємства. *Ефективна економіка*. 2010. № 8.

62. Кизим М. О. Шпілевський Т. І. Салашенко В. В. Ідентифікація національної моделі енергетичної безпеки України: системні складові та пріоритетні напрями. *Бізнес Інформ*. 2016. № 6. С. 79–89.

63. Кизим М. О., Хаустова В. Є., Трушкіна Н. В. Сутність поняття "критична інфраструктура" з позицій національної безпеки України. *Бізнес Інформ*. 2022. №12. С. 58–78.

64. Кириленко О. В. Енергетична безпека України в умовах поточної української кризи. *Вісн. Нац. акад. наук України*. 2014. № 5. С. 73–74.

65. Клименко Л. В. Організаційно-економічні механізми управління зовнішньоторговельною діяльністю підприємств: теорія та практика. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Економіка і менеджмент»*. 2013. Вип. 5. С. 163–169.

66. Клят Ю., Соломицький О., Семененко О. Визначення та класифікація загроз енергетичній безпеці України в сучасних умовах військових викликів. *Social*

Development and Security. 2024. Vol. 14. № 2. P. 272–285.

67. Кобєлева Т. О., Перерва П. Г. Методичні засади моніторингу показників енергетичної безпеки в діяльності бізнесструктур. *Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит*. 2023. № 3 (181). С. 33–42.

68. Коваленко Н. В. Організаційне забезпечення управління розвитком підприємств: цілі, принципи, функції та завдання. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. 2019. Т. 30 (69). № 4. С. 69–77.

69. Коваленко Н. В. Система управління розвитком підприємства та її складники. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2019. № 4(72). С. 98–107.

70. Колмакова О. М. Економічна безпека України: енергетичний аспект. *Комунальне господарство міст. Серія : Економічні науки*. 2019. Вип. 4. С. 45–55.

71. Колодяжна І. В., Букріна К. А. Економічна безпека в системі сталого функціонування підприємства. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2019. Вип. 23, ч. 1. С. 135–140.

72. Копанчук В. О. Національна безпека та система її забезпечення. *Державне управління у сфері цивільного захисту: наука, освіта, практика* : матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 18–19 березня 2020 р. / за заг. ред. В. П. Садкового. – Х. : Вид-во НУЦЗУ, 2020. С. 66–68.

73. Кордон М. В. Енергетична безпека України як складова національної безпеки. *Інтермарум: історія, політика, культура*. 2018. № 5. С. 332–340.

74. Королюк Ю. Г. Міжрегіональна взаємодія у контексті регулювання соціально-економічного розвитку регіону: системний підхід. *Статистика України*. 2009. № 2. С. 102–107.

75. Королюк Ю. Г. Кластерний підхід як складова регіонального управління. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2010. № 3.

DOI: <http://www.dy.nauka.com.ua/?op=1&z=110>

76. Корчун В. С. Енергетична безпека України як складник зовнішньоекономічної політики держави. *Наук. вісн. Волин. нац. ун-ту ім. Лесі*

Українки. 2010. № 3. С. 58–63.

77. Кошкіна О. Ф., Бігун Л. О. Впровадження системи енергетичного менеджменту на сучасному підприємстві. *The 9th International scientific and practical conference “Current challenges of science and education”*. Berlin, Germany, May 6–8, 2024 / MDPC Publishing, 2024. Р. 226–230.

78. Кривда О. В. Управління персоналом на сучасному підприємстві: необхідність та виклики. *Управління персоналом в інституційній економіці : матеріали I Всеукр. наук. практ. студ., аспір. і мол. вчених*. М. Київ, 29 квітня 2020 року / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2020. С. 121–123.

79. Кривомаз Т., Гамоцький Р. Диверсифікація енергетичних ризиків житлових багатоповерхових будівель за допомогою альтернативних джерел енергії. *Наука та будівництво*. 2024. 38(4).

DOI: <https://doi.org/10.33644/2313-6679-4-2023-9>

80. Ксьонзенко В. П. Енергетична безпека як визначальний чинник економічної незалежності України: Автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.01.01. Київ, 2001. 16 с.

81. Кузнєцова К., Ченуша О. Енергетична безпека як основа конкурентоспроможного розвитку енергетичних підприємств. *Вісник Донецького національного університету*. 2013. Вип. 2. С. 118–121.

82. Лазаренко Д. Ризики в системі енергетичної безпеки України: Стан та перспективи захисту. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2024. 328(2). С. 318-323.

83. Літвінов О. С., Капталан С. М. Визначення сутності та складових організаційно-економічного механізму управління підприємством в умовах інноваційного розвитку. *Управління розвитком*. 2016. № 3. С. 59–65.

84. Лозинська Т., Мирна О. Енергетична безпека м'ясопереробних підприємств: погляд крізь призму управлінських рішень. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. 2011. Вип. 3. Т. 2. С. 19–24.

85. Маковій Ю. Г. Енергетична безпека України як об'єкт державного регулювання [Електронний ресурс]. *Держ. упр.: удосконалення та розвиток*. 2016. № 5. 3 с.

DOI: URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Duur_2016_5_6

86. Мартиненко О. В. Організаційно-економічне забезпечення реалізації експортного потенціалу деревообробних підприємств України. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2022. № 23. С. 133–141.

87. Маршук Л. М. Розробка організаційно-економічного механізму формування і використання ресурсно-фінансового потенціалу підприємства. *Інтелект XXI*. 2017. № 6. С. 66–69.

88. Матвійчук Н. М. Пріоритетні напрями забезпечення енергетичної безпеки України. *Економічний форум*. 2018. № 2. С. 183–187.

89. Матійчук Л. Структурні особливості та потенційні ризики для функціонування системи енергетичної безпеки України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2023. (15). С. 91–98.

90. Мельниченко О. А. Теоретичні основи державного регулювання параметрів енергетичної безпеки. *Теорія та практика державного управління*. 2017. № 2. С. 8–14.

91. Микитенко В. На чому базується енергетична безпека держави. *Вісн. НАН України*. 2005. № 3. С. 41–47.

92. Миколюк О. Теоретичні підходи до трактування поняття «енергетична безпека». *Причорноморські економічні студії*. 2016. Вип. 7. С. 129–133.

93. Модернізація і безпека розвитку в умовах глобалізації : зб. наук. пр. / ред.: О. В. Зернецька ; НАН України, Ін-т всевіт. історії. Київ. 2016. 194 с.

94. Накашидзе Л., Гільорме Т. Оцінка енергетичної безпеки при впровадженні технологій використання енергії відновлюваних джерел. *Східноєвропейський журнал передових технологій*. 2015. Т. 4. № 8 (76). С. 54–59.

95. Обертан Д. В. Напрями удосконалення організаційно-економічного механізму формування економічної безпеки управління підприємств. *Наукові записки [Української академії друкарства]. Серія «Економічні науки»*. 2017. № 2. С. 101–113.
96. Охріменко О. О., Бігун У. В. Економічна безпека України крізь призму енергетичної стратегії. *Екон. вісн. Нац. техн. ун-ту України «КПІ» : зб. наук. пр.* 2015. Вип. 12. С. 150–158.
97. Павлюк А. П. Кластерна модель регіональної економіки: теоретико-методологічні засади. *Продуктивні сили України*. 2009. № 1. С. 105–114.
98. Палагусинець Р. В. Енергетична безпека країн-членів ЧЕС в умовах інтеграції : автореф. дис. канд. екон. наук : 08.00.02. Донецьк, 2012. 23 с.
99. Піляєв В. Р. Економічна сутність управління підприємством. *Економіка в умовах глобалізації: проблеми, тенденції, перспективи* : зб. матеріалів IV міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Дніпро, 10 – 12 груд. 2018 р. / Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка»; Жешувський ун-т. Дніпро, 2018. С. 159–161.
100. Полозова Т. В. Управління стратегічним розвитком підприємств енергетичного ринку України. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. Т. 9. № 1. С. 162–168.
101. Портер М. Е. Стратегія конкуренції: методика аналізу галузей і діяльності конкурентів / пер. А. Олійник, Р. Скільський. Київ: Основи, 1997. 390 с.
102. Посохов І. М. Організаційно-економічний механізм корпоративної взаємодії в рамках корпоративної структури «МЕТЗАЛМАШБУДЕНЕРГО». *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2014. № 45. С. 114–119.
103. Приходченко Л. Л., Ткач І. В. Організаційне забезпечення реалізації принципів прозорості та відкритості: складові ефективності. *Менеджер*. 2018. № 3 (80). С. 45–55.
104. Про засади державної політики у сфері енергетичної безпеки України (2018): Проект закону України № 8609. 13.07.2018. Available at:

http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=64445

105. Про національну безпеку України (2023): Закон України від 31.03.2023 № 2469-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#n355>

106. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 6 травня 2015 року «Про Стратегію національної безпеки України» : Указ Президента України від 26.05.2015 № 287/2015. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/287/2015#n2>.

107. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність” (2017) : Розпорядження Кабінету Міністрів України № 605-р. 18.08.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>

108. Продан Ю. В. Енергетична безпека України: оцінка та напрямки забезпечення : монографія / Ю. В. Продан, Б. С. Стогній, С. М. Бевз [та ін.] ; НАН України, Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т». Київ, 2008. 400 с.

109. Прокіп А. В. Гарантування енергетичної безпеки: минуле, сьогодення, майбутнє : монографія. Луцьк : ЗУКЦ, 2011. – 154 с.

110. Прохорова В. Реформування енергетичного сектору України в контексті управління енергетичною безпекою. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Економіка»*. 2023. Вип. 15.

DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0654-15\(30\)-03](https://doi.org/10.33296/2707-0654-15(30)-03)

111. Прохорова В. В., Проценко А. В. Управління структурними трансформаціями інноваційного потенціалу промислових енергетичних підприємств : монографія. Харків : Видавництво Іванченка І. С., 2021. 226 с.

112. Прохорова В. В., Бабічев А. В., Буданов М. П. Енергетична безпека як стратегічний пріоритет забезпечення національної безпеки України. Трансформація економічного середовища в умовах ентропії : кол. моногр. / за заг. ред. В. В. Прохорової. Харків : Видавництво Іванченка І. С., 2024. С.162–172.

113. Прохорова В. В., Мушнікова С. А., Юхман Я. В. Ентропія як

параметричне обмеження умов розвитку соціально-економічних систем. Трансформація економічного середовища в умовах ентропії : кол. моногр. Харків : Видавництво Іванченка І. С., 2024. С. 92–98.

114. Прохорова В. В., Михальченко Г. Г., Буданов М. П. Класифікація ризиків в аспекті формування організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Бізнес Інформ*. 2024. № 7. С. 449–459.

115. Прохорова В., Ус В. «Зелена» енергетика в концепції циркулярної економіки: відновлення та використання поновлюваних джерел у нестабільних умовах. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія «Економіка»*. 2024, Вип. 18.

DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0654-18\(36\)-05](https://doi.org/10.33296/2707-0654-18(36)-05)

116. Прохорова В. В., Буданов М. П. Ентропія як чинник впливу на управління енергетичною безпекою підприємств. *Technology Audit and Production Reserves*. 2024. 5(4(79)).

DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.314397/>. URL: <https://journals.uran.ua/tarp/article/view/314397>

117. Прохорова В. В., Мушнікова С. А., Зайцева А. С., Гавриш О. М. Конвергенція домінуючих форм інвестиційного капіталу в розрізі розвитку соціально-економічних систем. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. 1(13(127)). С. 122–130.

118. Прохорова В. В., Мрихіна О. Б., Колещук О. Я., Сластьянікова К. І., Гарматій М. Ю. Холістична система оцінювання результатів науково-технічних робіт в умовах циркулярної економіки. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. 6(13(126)). С. 15–23.

119. Прохорова В. В., Безугла Ю. Є., Колещук О. Я., Зайцева А. С. Формування економічної свободи та підприємницької культури як стратегічних домінант транспарентності розвитку підприємств. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. 6(13(126)). С. 24–32.

120. Прохорова В. В., Чобіток В. І., Першина К. В., Мягких І. М., Шелест О. Л., Юхман Я. В. Закономірності державно-правового забезпечення динамічного інформаційного розвитку соціально-економічного середовища. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. 4(13(124)), С. 6–15.

121. Прохорова В. В., Залуцька Х. Я., Федорова Ю. В., Обиденнова Т. С., Приходченко О. Ю. Забезпечення сталого розвитку регіону в стратегічному періоді. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. 4(13(124)), 36–45.

122. Пудичева Г. Фактори забезпечення енергетичної безпеки підприємств. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2016. № 5. С. 121–132.

123. Пудичева Г. Енергетична безпека підприємств в контексті сталого розвитку економіки. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2016. Вип. 1. № 60. С. 179–185.

124. Пуцентейло П. Організаційно-економічне забезпечення ефективного розвитку тваринництва в умовах кризи. *Економічний дискурс*. 2016. №2. С. 37–46.

125. Пуцентейло П. Р. Організаційно-економічне забезпечення конкурентоспроможного розвитку м'ясного скотарства України: дис. д-ра екон. наук: 08.00.03. Тернопіль, 2012. 454 с.

126. Пушак Я. Я., Хаустова В.Є., Трушкіна Н. В. Безпекова стратегія розвитку критичної інфраструктури в умовах повоєнної відбудови економіки України. *Науковий вісник Львівського державного університету внутрішніх справ (серія економічна)*. 2023. 1. С. 68–78.

127. Рогова Є. І. Аналіз системи забезпечення інформаційної безпеки. *Південноукраїнський правничий часопис*. 2019. № 4. С. 6–8.

128. Руда О. І., Цвайг Х. І. Енергетична безпека України в нових геоекономічних умовах. *Наук. вісн. Львів. держ. ун-ту внутр. справ. серія економічна*. 2014. Вип. 2. С. 101–114.

129. Сабецька Т. І. Особливості формування організаційно-економічного

механізму забезпечення економічної безпеки сучасного підприємства. *Бізнес-навігатор*. 2019. Вип. 3(1). С. 118–123.

130. Салашенко Т. І., Феденко Г. М. Енергетична безпека України у сфері нафтопереробки. *Проблеми економіки*. 2014. № 4. С. 141–152.

131. Самборський В. Оцінка енергетичної безпеки підприємства як складова його стратегії енергетичної безпеки. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2014. № 34. С. 166–171.

132. Світлик О. М. Конституційна безпека держави як вид національної безпеки держави: понятійно-категорійний апарат. *Порівняльно-аналітичне право*. 2020. №4. С. 102–108.

133. Сидорчук О. Г. Соціальна безпека: державне регулювання та організаційно-економічне забезпечення : монографія. Львів : ЛРІДУ НАДУ, 2018. 492 с.

134. Сінчук О. М., Сінчук І. О., Берідзе Т. М. Приватний коментар до проблеми енергетичної безпеки України. *Електромех. і енергозберігаючі системи*. 2018. № 1. С. 53–60.

135. Слупський Б. Екологічна безпека як складова енергетичної безпеки: дії міжнародної спільноти й України. *Стратегічні пріоритети*. 2009. № 2 (11). С. 33–39.

136. Соколовська І. П. Кластерна стратегія розвитку бізнесу: світовий досвід та практика в Україні. *Проблеми та перспективи розвитку підприємництва в Україні* : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції / КНТЕУ. Київ, 2007. С. 241–242.

137. Соколовська Н. І. Удосконалення механізмів взаємодії центральних органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування в забезпеченні енергетичної безпеки регіонів. *Вісн. Нац. акад. держ. упр. при Президентові України. Сер. Держ. упр.* 2017. № 4. С. 68–76.

138. Соляник А. В. Енергетична безпека України як функціональна складова її економічної безпеки / А. В. Соляник // Вчені зап. ун-ту «КРОК». Серія: Економіка.

– 2016. – Вип. 43. – С. 23–28.

139. Степаненко С. В., Мануйлов О. В. Особливості функціонування підприємств-постачальників на енергетичному ринку України в умовах ризику. *Актуальні проблеми інноваційної економіки та права*. 2024. № 1. С. 97–103.

140. Стогній Б. С., Кириленко О. В., Денисюк С. П. Енергетична безпека України. Світові та національні виклики. *Від-ня фіз.-техн. пробл. енергетики НАН України*. 2006. 408 с.

141. Стратегія національної безпеки України «Безпека людини – безпека країни» затверджена Указом Президента України від 14.09.2020 року №392/2020 URL: <https://www.president.gov.ua/documents/3922020-35037>.

142. Стратегія енергетичної безпеки. Затверджено Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 4 серпня 2021 р. № 907-р

143. Струк Н. П. Основні складові механізму забезпечення енергетичної безпеки держави. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2016. Вип. 10. С. 231–234.

144. Стучинська Н. П. Енергетична безпека України: сутність і можливості реалізації. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. № 9. С. 104–108.

145. Суходоля О. М. Проблеми визначення сфери регулювання енергетичної безпеки. *Стратегічні пріоритети*. 2019. № 1. С. 5–17.

146. Суходоля О. М., Харазішвілі Ю. М., Бобро Д. Г., Сменковський А. Ю., Рябцев Г. Л., Завгородня С. П. Енергетична безпека України: методологія системного аналізу та стратегічного планування: аналітична доповідь / НІСД, Київ, 2020. 178 с.

147. Суходоля О. М., Харазішвілі Ю. М., Рябцев Г. Л. Енергетична безпека України: перспективна модель управління ризиками: монографія. За ред. О.М. Суходолі. Київ : НІСД, 2023. 152 с.

148. Уварова А. Є. Обґрунтування напрямів удосконалення організаційно-економічного забезпечення логістичної діяльності торговельного підприємства.

Економічний аналіз. 2018. Т. 28. № 3. С. 208–215.

149. Файвішенко Д. С. Теоретичні основи стратегічного управління брендом. *Електронне наукове фахове видання з економічних наук «Modern Economics»*. 2019. №17. С. 232–238.

150. Феденко Г. М. Формування складових енергетичної та паливної безпеки України : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.03. Харків, 2015. 19 с.

151. Федоренко В., Лагутін Г., Денисенко М. Інвестиційно-інноваційний розвиток в контексті економічної безпеки підприємства: монографія. Київ: ТОВ «ДКС центр», 2015. 350 с.

152. Федорова А. М. Компаративний аналіз дефініції "безпека". *Інвестиції: практика та досвід*. 2018. № 11. С. 144–148.

153. Кнейслер О. В., Квасовський О. Р., Ніпіаліді О. Ю. Фінансовий менеджмент: підручник. Тернопіль: Вид-во «Економічна думка», 2018. 478 с.

154. Халатов А. А. Енергетична безпека України: чи є запас міцності? *Вісн. НАН України*. 2017. № 9. С. 23–32.

155. Харазішвілі Ю. М. Методологічні підходи до оцінки рівня економічної безпеки країни. *Наука та наукознавство*. 2014. № 4. С. 44–58.

156. Хаустова В. Є., Трушкіна Н. В. Стратегічне управління розвитком агрокластерних структур: закордонна та вітчизняна практика. *Бізнес-Інформ*. 2023. № 7. С. 182–197.

157. Хоменко І. В., Стасюк І. В. Енергетична безпека України. *Вісн. Харків. нац. техн. ун-ту сільськ. госп-ва ім. Петра Василенка*. 2019. Вип. 203. С. 64–66.

158. Хоменко І. О., Волинець Л. М., Горобінська І. В. Організаційно-економічний механізм функціонування і розвитку підприємств. *Київський економічний науковий журнал*. 2023. № 1. С. 86–92.

159. Хрякова Н. О. Енергетична безпека в Україні: проблеми забезпечення та перспективи підвищення. *Молодий вчений*. 2019. № 10 (2). С. 628–633.

160. Черноіванова Г. С. Концептуально-методологічний підхід до

організаційно-економічного забезпечення інноваційної праці. *Бізнес Інформ*. 2022. №5. С. 27–32.

161. Чобіток В. І., Чобіток І. О. Стратегічні напрями забезпечення енергетичної безпеки підприємств в період нестабільності. *Електронне наукове фахове видання «Адаптивне управління: теорія і практика»*. Серія «Економіка». 2024. Випуск 19(38).

DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0654-19\(38\)-06](https://doi.org/10.33296/2707-0654-19(38)-06)

162. Чобіток В., Холод Ю., Васюченко П. Проблема забезпечення енергетичної безпеки на вітчизняних підприємствах: економіко-правові аспекти. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2024, № 5, С 238–246.

163. Шатохін А. Л., Ігнашкіна Т. Б. Сутність та складові елементи механізму управління економічною безпекою підприємства. *Бізнес Інформ*. 2014. № 3. С. 396–402.

164. Швагірева В. С., Сапожнікова Є. В. Фактори впливу на організаційне забезпечення зовнішньо-економічної діяльності промислового підприємства. *Економіка. Фінанси. Право*. 2019. №5/2. С. 20–23.

165. Шевцов А. І., Земляний М. Г., Вербинський В. В. Енергетична безпека України: Стратегія та механізми забезпечення. Нац. ін-т стратег. дослідж. Дніпропетр. філ. Дніпропетровськ, 2002. 264 с.

166. Шевченко О. А. Енергетична безпека як невід’ємний елемент забезпечення економічної безпеки держави в стратегіях національної безпеки України. *Науковий вісник Ужгородського Національного Університету*. 2021. Вип. 67. С. 163–168.

167. Шевчук Я. В. Механізм управління системою енергетичної безпеки регіонів. *Агросвіт*. 2016. № 23. С. 65–71.

168. Шевчук Я. В. Рівень енергетичної безпеки регіонів України: сучасні тенденції та перспективи змін. *Агросвіт*. 2016. № 19. С. 37–43.

169. Шевчук Я. В. Інтегральна оцінка ефективності формування системи

енергетичної безпеки регіонів України. *Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії*. 2016. Вип. 4 (2). С. 28–33.

170. Шевчук Я. В. Енергетична безпека регіонів України та її фактори. *Ефективна економіка*. 2014. № 12.

171. Шило Ж. С., Кречко М. Ю. Методи оцінки рівня економічної безпеки підприємства: підходи до оцінювання та забезпечення економічної безпеки. *Вісник НУВГП. Економічні науки : зб. наук. праць*. Рівне, 2(98), 278–288.

172. Щуров І. В. Дослідження підходів до оцінювання енергетичної безпеки підприємств. *Challenges in Science of Nowadays : Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference*. Washington, USA, November 16-18, 2022. С. 511–514.

172. Якименко-Терещенко Н. В. Кластерний підхід до забезпечення інноваційної сприйнятливості економічних систем. *Ефективна економіка*. 2015. № 10.

173. Ярмоленко Ю. О. Сталий розвиток аграрного сектору економіки та його економічне забезпечення. *Інвестиції: практика та досвід*. 2015. № 22. С. 110–115.

174. Ярова О. А., Леонов Я. В. Організаційно-економічні умови забезпечення розвитку енергетичного сектору. *Інвестиції: практика та досвід*. 2021. № 18. С. 30–34.

175. Ahmad M., Ahmed Z., Majeed A., Huang B. An environmental impact assessment of economic complexity and energy consumption: Does institutional quality make a difference? *Environmental Impact Assessment Review*. 2021. 89. P. 106603.

176. Ang B. W., Choong W. L. Energy security: Definitions, dimensions and indexes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015. 42, 1077–1093.

177. Asenjo, D., Paillusson, F., Frenkel, D. Numerical Calculation of Granular Entropy. *Physical Review Letters*. 2014. 112 (9). P. 098002.

178. Axon C. J., Darton R. C. Sustainability and risk – a review of energy security. *Sustainable Production and Consumption*. 27. P. 1195–1204.

179. Axon C. J., Darton R. C. The causes of risk in fuel supply chains and their role in energy security. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 324. Art. 129254.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129254>

180. Azzuni A., Breyer C. Definitions and dimensions of energy security: a literature review. *WIREs Energy Environ*. 2018.

DOI: <https://doi.org/10.1002/wene.268>

181. Babenko V., Baksalova O., Prokhorova V., Dykan V., Ovchynnikova V., Chobitok V. Information and Consulting Service Using in the Organization of Personnel Management. *Estudios de Economía Aplicada*. 2021. Vol. 38-3(1). P. 1-10.

182. Bezpartochnyi M., Khaustova V., Trushkina N. Mechanism for ensuring international security in new geostrategic realities. *Prospects for sustainable development and ensuring the security of economic systems in the new geostrategic realities: scientific monograph*. Košice : Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach, 2023. P. 222–246.

183. Bhavsar R., Helian N., Sun Y., Davey N., Steffert, T., Mayor D. Efficient Methods for Calculating Sample Entropy in Time Series Data Analysis. *Procedia Computer Science*. 2018. 145. P. 97–104.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.11.0162>.

184. Brockway P. E., Sorrell S., Semieniuk G., Heun K. M., Court V. Energy efficiency and economy-wide rebound effects: A review of the evidence and its implications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021. 141, 110781

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110781>

185. Budanov M. Features of ensuring energy security management for enterprises in the electric rover system. *XXXV International scientific and practical conference «Modern Scientific Research is the Engine of Technical Progress»* (August 21-23, 2024) Karlovy Vary, Czech Republic. International Scientific Unity, 2024. P. 38–40.

186. Budanov M. Monitoring system for management by power safety of enterprise. *Modern Problems of Science and Technology: Prospects for Further Development* :

матеріали XXXVII міжнародної науково-практичної конференції. Берген, 04-06 вересня, 2024. С51–55.

187. Budanov P., Khomiak E., Kyrsov I., Brovko K., Kalnoy S., Karpenko O. Building a model of damage to the fractal structure of the shell of the fuel element of a nuclear reactor. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 4. № 8 (118). P. 60–70.

188. Budanov P., Oliinyk Yu., Cherniuk A., Brovko K. Fractal approach for the researching of information emergency features of technological parameters. *AIP Conf. Proc.* 16 February 2024, 3051 (1), 040015.

DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0191648>

189. Budanov P., Brovko K., Cherniuk A., Vasyuchenko P., Khomenko V. Improving The Reliability Of Information-Control systems At Power Generation Facilities Based on The Fractal-Cluster Theory. *Eastern-Eruopian Journal of Enterprise Thechnologies*. 2018. 2/9(92), 4–12.

190. Wang D., Gryshova I., Balian A., Kyzym M., Salashenko T., Khaustova V., Davidyuk O. Assessment of Power System Sustainability and Compromises between the Development Goals. *Sustainability*. 2022. 14(4). P. 2236.

191. Camanho A. S., Silva M. C., Piran F. S., Lacerda D. P. A literature review of economic efficiency assessments using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*. 2024. 315(1). P. 1–18.

192. Cergibozan R. Renewable energy sources as a solution for energy security risk: Empirical evidence from OECD countries. *Renewable Energy*. 2022. Vol. 183. P. 617–626.

193. Chang Y., Liu C., Liu M., Liu W., Liu Z., Zhang H., Zheng Y. Differentiation degree combination weighting method for investment decision-making risk assessment in power grid construction projects. *Global Energy Interconnection*. 2019. Vol. 2 (5). P. 465–477.

194. Chen, C., Sun, S., Cao, Z., Shi, Y., Sun, B., Zhang, X. D. A comprehensive

comparison and overview of R packages for calculating sample entropy. *Biology Methods and Protocols*. 2024. 4(1).

DOI: <https://doi.org/10.1093/biomethods/bpz0164>.

195. Cui X., Zou P. X.W., Arena M. An innovative methodology for assessing the safety of logistics infrastructure considering carrying capacity and catastrophe property of accidents, *Transport Policy*. 2024. 159. P. 178–189

196. Davies S. R., Macfarlane R., Buchanan W. J. Comparison of Entropy Calculation Methods for Ransomware Encrypted File Identification. *Entropy*. 2024. 24(10). P. 1503.

197. Dippo O. F., Vecchio K. S. A universal configurational entropy metric for high-entropy materials. *Scripta Materialia*. 2021. 201. P. 113974.

198. Dobrowolski Z. Energy and Local Safety: How the Administration Limits Energy Security. *Energies*. 2021. 14(16). P. 4841.

199. Ekberg V., Ryde U.. On the Use of Interaction Entropy and Related Methods to Estimate Binding Entropies. *Journal of Chemical Theory and Computation*. 2021. 17 (8). P. 5379–5391.

200. Enright M. J. Why Clusters are the Way to Win the Game? *World Link*. 1992. № 5. P. 24–25.

201. Erfani A., Tavakolan M. Risk Evaluation Model of Wind Energy Investment Projects Using Modified Fuzzy Group Decision-making and Monte Carlo Simulation. *Arthaniti: Journal of Economic Theory and Practice*. 2020. Vol. 22. Issue 1.

DOI: <https://doi.org/10.1177/0976747920963222>

202. Floudas C.A., Pardalos P.M. Risk Management in Energy Sector: A Review. *Energy Reports*. 2017.

DOI:10.1016/j.egy.2017.09.007

203. Fuster-Palop E., Prades-Gil C., Masip X., VianaFons J. D., Payá J. Innovative regression-based methodology to assess the techno-economic performance of photovoltaic installations in urban areas. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.

2021. Vol. 149. 111357.

204. Gasser P. A review on energy security indices to compare country performances. *Energy Policy*. 2020. 139. P. 111339.

205. Gong Y., Gu W., Ren W. Green Energy Economic Efficiency and Enterprise Environmental Cost Control Based on the Internet of Things. *Security and Communication Networks*. 2022. P. 6824493.

206. Gupta K.R., Singh V.M.. Real-Time Monitoring and Risk Management Algorithms in Energy Sector. *International Journal of Energy Research*. 2022.

DOI: 10.1002/er.5605

207. Heidari H., Velichko A., Murugappan M., Chowdhury M. E. H. Novel techniques for improving NNetEn entropy calculation for short and noisy time series. *Nonlinear Dynamics*. 2023. 111(10). 9305–9326.

208. Hendren N. Measuring economic efficiency using inverse-optimum weights. *Journal of Public Economics*. 2020. 187. P. 104198.

209. Prokhorova V.V., Yemelyanov O.Yu., Koleshchuk O.Ya., Antonenko N.S., Zaitseva A.S. Information support for management of energy-saving economic development of enterprises. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. 6. P. 175–176.

210. Iorember P. T., Gbaka S., Işık A. New insight into decoupling carbon emissions from economic growth: Do financialization, human capital, and energy security risk matter? *Review of Development Economics*. 2024. Vol. 28. Iss. 3. P. 827–850.

211. Iyke B. N. Climate change, energy security risk, and clean energy investment. *Energy Economics*. 2024.

212. James E. P., Huong H. D. T., Lan K. C., Buhari D., Sudeshna G. The effect of economic complexity and energy security on measures of energy efficiency: Evidence from panel quantile analysis. *Energy Policy*. 2023. 177. 113547.

213. Jingzheng R., Liang D. Evaluation of electricity supply sustainability and security: Multi-criteria decision analysis approach. *Journal of Cleaner Production*. 2018.

172. 438–453.

214. Joppen R., Kühn A., Hupach D., Dumitrescu R. Collecting data in the assessment of investments within production. *Procedia CIRP*. 2019. Vol. 79. P. 466–471.

215. Khaustova V. Y., Salashenko T. I., Lelyuk O. V. Energy security of national economy based on the system approach. *Науковий вісник Полісся*. 2018. № 2. Ч. 1. С. 79–92.

216. Kuksa I., Shtuler I., Orlova-Kurilova O., Hnatenko I., Rubezhanska V. Innovation cluster as a mechanism for ensuring the enterprises interaction in the innovation sphere. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 2019. Vol. 41 (4). P. 487–500.

217. Kuzior A., Arefieva O., Vovk O., Brožek P. Innovative Development of Circular Systems While Ensuring Economic Security in the Industry. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2023. Volume 8, Issue 3. P. 139.

218. Kwilinski A., Khaustova V., Trushkina N. Transformation of the Energy Infrastructure in the Context of the Implementation of the European Green Deal. In: Babak, V., Zaporozhets, A. (eds) *Systems, Decision and Control in Energy VI*. Studies in Systems, Decision and Control, vol 561. Springer, Cham.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-68372-5_3

219. Kyzym M., Khaustova V., Shpilevskiy V. et al. Consistency of Trends in the Economic and Energy Development of Ukraine: *Assessment and Analysis*. 3rd International Conference on Sustainable, Circular Management and Environmental Engineering (ISCMEE 2023). Turkey, Izmir, 12 July. 2023. Art. 01018.

DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340801018>

220. Lee C. C., Yuan Z., He Z. W., Xiao F. Do geopolitical risks always harm energy security? Their non-linear effects and mechanism. *Energy Economics*. 2024. Vol. 29. Art. 107245.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107245>

221. Lee C. C., Yuan Z., Wang Q. How does information and communication

technology affect energy security? International evidence. *Energy Economics*. 2022. Vol. 109. Art. 105969.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105969>

222. Long Z., Wuliyasu B., Huijuan X., Jingzheng R. Measuring and improving regional energy security: A methodological framework based on both quantitative and qualitative analysis. *Energy*. 2021. 227. P. 120534.

223. Lv L., Chen Y. The Collision of digital and green: Digital transformation and green economic efficiency. *Journal of Environmental Management*. 2024. 351. 119906

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119906>

224. Ma Y., Feng G. F., Chang C. P. The impact of energy security on energy innovation: a non-linear analysis. *Applied Economics*. 2024.

DOI: <https://doi.org/10.1080/00036846.2024.2317810>

225. Man O. R., Radu R. I., Mihai I. O. et al. Approaches to a New Regional Energy Security Model in the Perspective of the European Transition to Green Energy. *Economies*. 2024. Vol. 12. Iss. 3. Art. 61.

DOI: <https://doi.org/10.3390/economies12030061>

226. Nguyen H. H., Van Nguyen P., Ngo V. M. Energy security and the shift to renewable resources: The case of Russia-Ukraine war. *The Extractive Industries and Society*. 2024. Vol. 17. Art. 101442.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.exis.2024.101442>

227. Pang L., Liu L., Zhou X. et al. How does natural resource depletion affect energy security risk? New insights from major energy-consuming countries. *Energy Strategy Reviews*. 2024. Vol. 54. Art. 101460.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101460>

228. Pascale A., Arbolino R., Szopik-Depczyńska K., Limosani M., Ioppolo G. A systematic review for measuring circular economy: The 61 indicators, *Journal of Cleaner Production*. 2021. 281. P. 124942.

229. Patel N., Wilson D.G. Innovative Approaches to Risk Management in Energy

Sector: Blockchain and AI. Energy Technology. 2021.

DOI: 10.1002/ente.202100075

230. Petryk O., Semenov A., Hnatenko I., Samiilenko A., Rubezhanska V., Patsarniuk O. Conceptual model for assessing the investment attractiveness of innovative projects of industrial enterprises. *Accounting*. 2020. Vol. 6 (7). P. 1345–1350.

231. Podbregar I., Šimić G., Radovanović M. et al. International energy security risk index – Analysis of the methodological settings. *Energies*. 2020. Vol. 13. Iss. 12. Art. 3234.

DOI: <https://doi.org/10.3390/en13123234>

232. Popov O., Shmatko N., Budanov P., Pantielicieva I., Brovko K. Cost-effectiveness in mathematical modelling of the power unit control. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. 6/3(102). P. 39–48.

233. Prokhorova V. V., Yemelyanov O. Y., Koleshchuk O. Y., Petrushka K. I. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. No. 1. P. 160–168.

234. Prokhorova V., Budanov M., Budanov P. Devising an integrated methodology for energy safety assessment at an industrial power-generating enterprise. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. Vol. 4. № 13 (130). P. 118–131.

235. Prokhorova V., Protsenko V., Abuselidze G. et al. Safety of industrial enterprises development: evaluation of innovative and investment component. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2019. № 5. С. 155–161.

236. Prokhorova V., Mushnykova S., Zaitseva A., Gavrysh O. Convergence of dominant forms of investment capital in the development of socio-economic systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. Vol. 1. №. 13 (127). P. 122–130.

237. Prokhorova V., Protsenko V., Bezuglaya Y., Us J. The optimization algorithm for the directions of influence of risk factors on the system that manages the potential of machine-building enterprises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. 4(1(94)), P. 6–13.

238. Prokhorova V., Mushnykova S., Kovalenko D., Koleshchuk O., Babichev A. Convergence of educational technologies as an imperative for the development of innovation cooperation in the context of circular transformation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. 4(13(124)). P. 26–35.

239. Pylypenko H., Prokhorova V., Mrykhina O., Koleshchuk O., Mushnykova S. Cost evaluation models of R&D products of industrial enterprises. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020. (5). P. 163–170.

240. Qian X., Dai J., Jiang W., Cai H., Ye X., Vafadaran M. S. Economic viability and investment returns of innovative geothermal tri-generation systems: A comparative study. *Renewable Energy*. 2024. 226. P. 120396.

241. Qiu L., Wang X., Wei J. Energy security and energy management: The role of extreme natural events. *Innovation and Green Development*. 2023. Vol. 2. Iss. 2. Art. 100051. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100051>

242. Rogers M. J., Li L. N. Algorithmic Risk Management in Energy Sector. *Theory and Practice.: Journal of Risk Research*. 2020.

DOI:10.1080/13669877.2020.1750658

243. Sadeghi S., Ghandehariun S., Rosen M. A. Comparative economic and life cycle assessment of solar-based hydrogen production for oil and gas industries, *Energy*. 2020. 208. P. 118347.

244. Sassanelli C., Rosa P., Rocca R., Terzi S. Circular economy performance assessment methods: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*. 2019. 229. P. 440-453.

245. Sherwin, W. B., Prat i Fornells N. The Introduction of Entropy and Information Methods to Ecology by Ramon Margalef. *Entropy*. 2019. 21 (8). P. 794.

246. Shibaeva N., Prokhorova V., Karlova O., Girzheva O., Krutko M., Methodological bases of estimating the efficiency of organizational and economic mechanism of regulatory policy in agriculture. *Global Journal of Environmental Science and Management*. 2019. Volume 5. Special Issue. P. 160–171.

247. Smith A.T., Kumar R. Big Data and Artificial Intelligence for Energy Risk Management. *Energy Policy*, 2019. DOI: 10.1016/j.enpol.2019.111245
248. Prokhorova V. V., Yemelyanov O. Y., Koleshchuk O. Y., Petrushka K. I. Tools assessing obstacles in implementation of energy saving measures by enterprises. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. (1). 160–168.
249. Tugcu C. T., Menegaki A. N. The impact of renewable energy generation on energy security: Evidence from the G7 countries. *Gondwana Research*. 2024. 125. P. 253–265.
250. Prokhorova V., Protsenko V., Abuselidze G., Mushnykova S. Safety of industrial enterprises development: evaluation of innovative and investment component. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2019. (5). P. 155–161.
251. Velichko A., Heidari H. A Method for Estimating the Entropy of Time Series Using Artificial Neural Networks. *Entropy*. 2021. 23 (11). P. 1432.
252. Khaustova V. Dezvoltarea infrastructurii critice din punct de vedere al securității informațiilor. univers strategic. *Revistă de Studii Strategice Interdisciplinare și de Securitate* Nr. 1(53)/2023 1. P.171-188.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107225>
253. Wei Y., Qiao L., Jiang S.-M., Lv X. A decision-making approach considering technology progress for investment in oil sands projects: An empirical analysis in Canada. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 2020. Vol. 195.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2020.107741>
254. Pylypenko Yu., Pylypenko H., Prokhorova V. V., Mnykh O. B., Dubiei Yu. V. Transition to a new paradigm of human capital development in the dynamic environment of the knowledge economy. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2021. (6). P. 170–176.
255. Zakari A., Khan I., Tan D., Alvarado R., Dagar V. Energy efficiency and sustainable development goals (SDGs). *Energy*. 2022. 239(E). P. 122365
256. Zhang F. S., Chen J. H. A Systematic Review of Risk Management in Energy

Sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018.

DOI:10.1016/j.rser.2018.05.023

257. Zhang S., Lin S., Wang C., Shahbaz P. Towards energy sustainability: Exploring the nexus between global valuechain participation and energy security in developing and developed countries. *Plos one*. 2024. Vol. 19. Iss. 1. e0296705. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296705>

258. Zhenbing Y., Chunyan H., Shuai S., Zhuo C., Lili Y. Appropriate technology and energy security: From the perspective of biased technological change. *Technological Forecasting and Social Change*. 2022. 177. P. 121530.

ДОДАТКИ

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Статті у наукових фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз:

1. Prokhorova, V., **Budanov, M.**, Budanov, P. (2024). Devising an integrated methodology for energy safety assessment at an industrial power-generating enterprise. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (13 (130)), 118–131. (1,91 друк. арк., особисто автору належить 0,64 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.308056>

Монографії:

2. Прохорова В. В., Бабічев А. В., **Буданов М. П.** Енергетична безпека як стратегічний пріоритет забезпечення національної безпеки України. *Трансформація економічного середовища в умовах ентропії*: кол. мон. за заг. ред. д.е.н., проф. Прохорової В. В. – Х.: Видавництво Іванченка І. С., 2024. С. 162-172. (0,84 друк. арк., особисто автору належить 0,28 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.33296/monograpf-2024>

Статті у наукових фахових виданнях України:

3. Буданов, М. Теоретичне підґрунтя організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Development Service Industry Management*, 2023, (3), 218–225. (0,99 друк. арк.)

DOI: [https://doi.org/10.31891/dsim-2023-3\(33\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2023-3(33))

4. Буданов, М. Загрози енергетичній безпеці підприємств України: Методичний аспект. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія Економіка*. 2024. Випуск 18(36). (0,83 друк. арк.)

DOI: [https://doi.org/10.33296/2707-0654-18\(36\)-08](https://doi.org/10.33296/2707-0654-18(36)-08)

5. Прохорова В. В., Михальченко Г. Г., **Буданов М. П.** Класифікація ризиків

в аспекті формування організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Бізнес Інформ*. 2024. № 7. С. 449–459. (1,2 друк. арк., особисто автору належить 0,4 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-7-449-459>

6. Буданов М. П. Системно-кластерний підхід до забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії зовнішнього середовища. *Бізнес Інформ*. 2024. №8. С. 209–217. (0,85 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-8-209-217>

7. Буданов М.П. Управління ризиками в системи організаційно-економічного забезпечення енергетичної безпеки підприємств. *Економічний вісник Дніпровської політехніки*, 2024, №3, 150-160. (0,95 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.33271/ebdut/87.150>

8. Prokhorova, V., & **Budanov, M.** (2024). Entropy as a factor of influence on energy security management of enterprises. *Technology Audit and Production Reserves*, 2024, 5(4(79)), 6–12. (0,94 друк. арк., особисто автору належить 0,47 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.314397>

9. Буданов М. П. Просторово-динамічний моніторинг у забезпеченні управління енергетичною безпекою підприємств. *Проблеми економіки*. 2024. № 3. С. 170–177. (0,82 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-3-170-177>

10. Буданов М. П. Стратегія забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії: інтегрований підхід. *Бізнес Інформ*. 2024. № 11. С. 177-186. (1,09 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-11-177-186>

11. Буданов М. П. Формування механізму організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Бізнес Інформ*. 2024. № 9. С. 303-312. (0,97 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-9-303-312>

12. Буданов М. П. Реалізація інвестиційного проєкту в рамках забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств: організаційно-економічний аспект. *Бізнес Інформ*. 2024. № 10. С. 102-110. (0,76 друк. арк.)

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-10-102-110>

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

13. Буданов М.П. Підходи до класифікації ризиків діяльності промислових енергетичних підприємств. *Управління розвитком економічного середовища в умовах глобальних трансформацій*: матеріали II міжнародної науково-практичної конференції (Харків, 07-09 травня 2024 року). Харків: УІПА, 2024. С. 155-157.

14. Буданов М.П. Огляд методів дослідження енергетичної безпеки об'єктів електроенергетичних систем. *Perspectives of contemporary science: theory and practice*: матеріали I міжнародна науково-практична конференція (Львів, 4-6.03.2024 року). Львів, 2024. С. 681-685.

15. Буданов М.П. Сучасні підходи до визначення поняття енергетичної безпеки об'єктів електроенергетичної системи. *Статистичні методи та інформаційні технології аналізу соціально-економічного розвитку*: матеріали XXIV міжнародної науково-практичної конференції (30 травня 2024 року). – Хмельницький: Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова, 2024. С. 171-174.

16. Budanov M. Features of ensuring energy security management for enterprises in the electric power system. *Modern Scientific Research is the Engine of Technical Progress: XXXV International scientific and practical conference* (August 21-23, 2024) Karlovy Vary, Czech Republic. International Scientific Unity, 2024. Pp. 38-40.

17. Budanov M. Monitoring system for management by power safety of enterprise. *Modern Problems of Science and Technology: Prospects for Further Development*: матеріали XXXVII міжнародної науково-практичної конференції (Вересень 04-06, 2024) Берген, Норвегія, 2024, С. 51-55.

18. Буданов М. Інтегрований підхід для забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Розвиток наукової думки постіндустріального суспільства: сучасний дискурс*: матеріали VI міжнародної наукової конференції (01.11.2024; м. Хмельницький, Україна), 2024, С. 81-85.

19. Буданов М. Моніторинг як метод забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств. *Наукові відкриття та фундаментальні наукові дослідження: світовий досвід*: матеріали V міжнародної науково-теоретичної конференції (08.11.2024; м. Полтава, Україна), 2024, С. 77-80.

20. Буданов М. Підходи до класифікації загроз енергетичної безпеки промислових підприємств. *Актуальні питання розвитку галузей науки*: матеріали IV міжнародної наукової конференції (15.11.2024; м. Київ, Україна), 2024, С. 139-143.

21. Буданов М. Сучасні підходи до розробки комплексної стратегії забезпечення управління енергетичної безпеки підприємств. *Здобутки та досягнення прикладних та фундаментальних наук XXI століття*: матеріали VIII міжнародної наукової конференції (22.11.2024; м. Біла Церква, Україна), 2024, С. 115-119.

22. Буданов М.П. Розробка цілей і завдань стратегії управління енергетичною безпекою підприємств. *Науковий простір: актуальні питання, досягнення та інновації*: матеріали VIII Міжнародної науково-теоретичної конференція (29.11.2024; м. Житомир, Україна), 2024, С. 98-101.

Додаток Б
Таблиця Б. 1

Класифікація загроз енергетичній безпеці підприємства

Критерії-індикатори загроз	Класифікаційні ознаки загроз	Наслідки загроз
1	2	3
1. Економіко-фінансові		
<ul style="list-style-type: none"> - заборгованість підприємств ПЕК; - економічно необгрунтоване ціноутворення на ПЕР; - дефіцит інвестиційних ресурсів для модернізації та технічного забезпечення нормальної роботи енергокомплексу; - фінансова нестабільність забезпечення функціонування енергокомплексу; - забезпечення паливними ресурсами, матеріалами та компонентами для підтримки технологічних процесів; - нестабільність оплати всіх поточних витрат; - неефективне використання паливних та матеріальних ресурсів; - надмірно високі ціни на паливні та матеріальні ресурси; - високі рівні монополізму виробників, постачальників та розподільників енергії та паливних ресурсів; - недофінансування проектних, будівельно-монтажних робіт та робіт з реконструкції, технічного переозброєння підприємств енергетики та галузей, що їх забезпечують. - нестача фінансових засобів у підприємства. 	<ul style="list-style-type: none"> - рівень інвестицій; - обсяг дебіторсько-кредиторської заборгованості; - сальдований фінансовий результат; - коефіцієнт поточної ліквідності; - коефіцієнт забезпеченості власними оборотними коштами; - питома вага збиткових організацій; - рівень цін на енергоносії; - показник рентабельності; - обсяг постачання енергії з-за меж регіону; - частка власних джерел в енергобалансі регіону. 	<ul style="list-style-type: none"> - технічні обмеження, що виникають через брак фінансових коштів; - зростання неплатежів і заборгованостей за ресурси, що постачаються; - незбалансованість виробництва та споживання ПЕР; - дефіцит енергетичних потужностей; - недостатня пропускна спроможність мереж; - фізичне та моральне зношування обладнання, виведення його з роботи або небезпечне продовження його експлуатації; - відставання введення нових потужностей, випередження зростання попиту, зниження резервів; - зростання аварійності обладнання та недовідпусток енергії споживачам, у тому числі й особливо відповідальним; - зростання обсягів аварійно-відновлювальних робіт; - відсутність ринкових відносин та конкуренції у виробництві; - недоотримання енергоресурсів, необхідність переходу на інші види палива; - зниження виробничого ефекту; - підвищення цін на продукцію; - ризик інфляції; - перевитрата енергетичних ресурсів та фінансових коштів за їх споживання; - недопостачання ресурсів; - зниження ефективності

Продовження табл. Б. 1

1	2	3
використання енергетичних ресурсів.		
2. Техногенно-виробничі загрози		
<ul style="list-style-type: none"> - низький технічний рівень та якість обладнання та систем; - неефективна організація виробничого процесу; - низька кваліфікація працівників; - незадовільний стан енергоукомплектування підприємства; - низька ефективність енергозберігаючої діяльності. - низька якість будівельно-монтажних, ремонтних робіт та експлуатації; - великий знос основних виробничих фондів; - низький рівень безпеки технологій та процесів; - нераціональне розміщення енергетичних об'єктів із ризиком для населення та забруднення навколишнього середовища; - недотримання правил технічної експлуатації, техніки безпеки та протипожежних заходів. 	<ul style="list-style-type: none"> - рівень зносу обладнання; - відсутність виробничих потужностей; - якість обладнання; - відсутність діагностики обладнання; - забезпеченість тепловою та електричною енергією; - якість ремонту обладнання; - якість будівельно-монтажних робіт; - високий рівень шкідливих викидів у навколишнє середовище. 	<ul style="list-style-type: none"> - зростання кількості, обсягів та наслідків аварій та технологічних порушень та ремонтних витрат; - зростання аварійності обладнання; - зростання обсягів недовідпустки енергії; - великі втрати енергоносіїв та енергії; - зростання викидів забруднень у довкілля; - підвищення ступеня зношеності енергетичного обладнання; - підвищення рівня втрат електроенергії у мережах підприємства; - збільшення енергоємності продукції у мережах підприємства.
3. Природно-екологічні загрози		
<ul style="list-style-type: none"> - стихійні лиха: землетруси, повені, сильні вітри, ожеледиці, зсуви, зливи та снігопади, підвищена грозова активність; - природні аномальні явища: тривала посуха, сильні морози, холодна зима, тривала маловодність річкового стоку; - аномальні явища підвищеної сонячної радіаційної активності 	<ul style="list-style-type: none"> - наявність аномально високої або низької температури, урагану, граду, великого рівня випадання опадів (дощ, сніг). 	<ul style="list-style-type: none"> - розвиток дефектів виготовлення та монтажу; - крихтування металу; - корозія обладнання; - підвищена аварійність; - забруднення навколишнього середовища; - скорочення терміну служби об'єктів; - значне руйнування чи пошкодження обладнання; - зміна балансу вироблення електричної та теплової енергії, водозабезпечення енергетичних об'єктів; - прискорення старіння ізоляції та температурних впливів.

Продовження табл. Б. 1

1	2	3
4. Соціально-політичні загрози		
<ul style="list-style-type: none"> - нестабільність у суспільстві; - страйки та інші трудові конфлікти на промисловому підприємстві; - негативні соціально-політичні події; - регіональні політичні конфлікти, які супроводжуються диверсійно-терористичними актами на об'єктах ЕЕС; - дія громадських рухів антиатомної, антиенергетичної спрямованості; - приватні інтереси нових власників в енергетиці, що йдуть у розріз загальним цілям; - нездорова конкуренція; - протиправні дії влади та керівників підприємств. 	<ul style="list-style-type: none"> - рівень зарплати на підприємствах; - рівень цін на товари та продукти; - ціни на послуги ЖКГ; - військові дії поблизу об'єктів паливно-енергетичного комплексу та у сполучених галузях; - обмеження вільного руху ПЕР між регіонами; - трудові конфлікти. 	<ul style="list-style-type: none"> - обмеження відпустки енергоресурсів; - пошкодження обладнання; - обмеження відпустки енергії; - блокування прийняття рішень та здійснення обґрунтованих проєктів на розвиток енергетики; - зростання тарифів; - заморожування інвестицій; - позапланові простої обладнання; - надзвичайні ситуації.
5. Управлінсько-правові загрози		
<ul style="list-style-type: none"> - неефективність технологічного управління; - недосконалість організаційних структур управління; - низький рівень керівного та управлінського персоналу; - стягування податків; - нескоординованість взаємодії підрозділів підприємств; - високий рівень монополізму виробників енергії; - недостатній рівень освіти та спеціальної підготовки кадрів; - помилки та неефективність реалізації економічної політики; - не удосконалення правової та законодавчої бази; - неефективність проведення енергозберігаючої політики держави та слабкість механізмів її реалізації; - низький рівень автоматизації процесів прийняття рішень щодо управління об'єктами енергетики. 	<ul style="list-style-type: none"> - рівень компетентності управлінського апарату; - помилки у прийнятті рішень; - кваліфікація персоналу; - рівень правового забезпечення. 	<ul style="list-style-type: none"> - перевитрата енергоресурсів; - перевитрата бюджетних коштів; - неекономічна робота обладнання; - криміналізація енергетичних бізнесів; - монополізація енергетичного ринку; - пригнічений менеджмент енергопостачальних організацій; - ослаблення державного регулювання та контролю у сфері енергопостачання.

Продовження табл. Б. 1

1	2	3
6. Кібер-інформаційні загрози		
<ul style="list-style-type: none"> - неефективна система контролю достовірності інформації про технологічні параметри; - неефективна система захисту первинної інформації від несанкціонованих дій оперативного персоналу; - слабка кваліфікація обслуговуючого персоналу; - збій роботи мікропроцесорних пристроїв. 	<ul style="list-style-type: none"> - інтернет-платежі; - навмисна атака на виробничу інформацію; - випадкові помилки (людський фактор). 	<ul style="list-style-type: none"> - помилкові спрацювання технологічного обладнання; - несанкціоноване переведення енергооб'єктів в аварійні режими; - помилкове спрацювання автоматики та технологічних захистів та блокувань; - поява аварійних ситуацій; - виведення з ладу технологічного обладнання.

Джерело: складено автором на основі [18].

Класифікація ризиків енергетичної безпеки підприємства
електроенергетичної системи за джерелами ризиків на стадії процесу «Генерація
енергії»

Вид	Зміст ризику на стадії процесу «Генерації енергії»
1	2
1. Виробничі ризики	1.1. Знос основних засобів.
	1.2. Зниження завантаження власних потужностей, що генерують (наприклад, у зв'язку з виведенням з експлуатації ЗАЕС).
	1.3. Необхідність підтримки резервів потужності (наприклад, у зв'язку з виведенням з експлуатації ЗАЕС).
	1.4. Несвочасне введення об'єктів резервування потужностей (наприклад, у зв'язку з позаплановим режимом зупинки ЗАЕС).
	1.5. Створення споживачами власної генерації та залучення їх до регулювання навантажень (наприклад, створення сонячних фотоелектричних установок (СФЕУ) та сонячної електростанції (СЕС)).
	1.6. Зниження надійності роботи обладнання (наприклад, збільшення відмов технологічного обладнання енергоблоку електростанції).
	1.7. Аварії та відмови у роботі технологічного обладнання у зв'язку з помилковими діями оперативного персоналу (наприклад, оператор автоматизованого робочого місця (АРМ) автоматизованої системи управління технологічними процесами (АСУТП) енергоблоку, виробив помилкове управлінське рішення на відхилення від норми параметрів технологічного процесу генерації енергії).
	1.8. Низький коефіцієнт використання встановленої потужності технологічного обладнання енергоблоку електростанції.
	1.9. Диверсії та терористичні акти (наприклад, захоплення російськими військами території ЗАЕС).
	1.10. Негативна дія на навколишнє середовище (наприклад, викид відпрацьованого ядерного палива за межі ядерного реактора).
2. Фінансово-економічні ризики	2.1. Зростання вартості основних паливно-енергетичних ресурсів.
	2.2. Зниження прибутковості «Обленерго» через зменшення завантаження власних генеруючих потужностей.
	2.3. Дефіцит оборотних засобів та інвестицій.
	2.4. Різна рентабельність регіональних (обласних) енергосистем.
	2.5. Зростання вартості ремонтних робіт підрядних організацій.
	2.6. Зростання собівартості валової відпустки (наприклад, через зниження обсягів вироблення електроенергії від власних джерел регіональних (обласних) енергосистем у зв'язку з виведенням з експлуатації ЗАЕС).
	2.7. Високі витрати на утримання допоміжних ремонтних цехів та об'єктів.
	2.8. Високі витрати на утримання технічних систем, а також іншого допоміжного обладнання та спецмеханізмів.

Продовження табл. В. 1

1	2
3. Інформаційні ризики	3.1. Низький рівень інформатизації (цифровізації) управління генеруючим технологічним обладнанням.
	3.2. Відмови та збої в роботі об'єктів інформатизації, що безпосередньо управляють генеруючим обладнанням.
	3.3. Відмови або збої в роботі об'єктів інформатизації, які безпосередньо керують обладнанням розподільчих пристроїв електростанцій.
	3.4. Відмови або збої в роботі об'єктів інформатизації, які безпосередньо управляють знергооб'єктами центральною диспетчерською службою.
	3.5. Відмови або збої в роботі об'єктів інформатизації, які безпосередньо управляють обладнанням контролю шкідливих вибросів в атмосферу.
	3.6. Різноманітність використання програмних та апаратних засобів у новозбудованих автоматизованих системах управління технологічними процесами (далі – АСУ ТП).
	3.7. Цифрова залежність від технологій та від постачальників цих технологій.
	3.8. Несумісність терміну експлуатації технічних засобів АСУ ТП та основного технологічного обладнання.
	3.9. Невідповідність засобів інформаційної безпеки впровадженим інформаційним рішенням.
	3.10. Неякісне виконання проекту з первинної розробки алгоритму управління техпроцесом.
	3.11. Несанкціоновані дії та хакерські кібератаки.
	3.12. Недостатній рівень кваліфікації персоналу.
	3.13. Відсутність на підприємствах спеціальних систем контролю, які відповідають за інформаційну безпеку.

Джерело: складено автором на основі [30, 114]

Таблиця В. 2

Класифікація ризиків енергетичної безпеки підприємства
електроенергетичної системи за джерелами ризиків на стадії процесу
«Передача енергії»

Вид	Зміст ризику на стадії процесу «Передача енергії»
1	2
1. Виробничі ризики	1.1. Зношування основних засобів.
	1.2. Збільшення необхідних резервів встановленої потужності (наприклад, через виведення з експлуатації ЗАЕС).
	1.3. Необхідність додаткового електромережевого будівництва міжсистемних зв'язків (наприклад, з причин збільшення необхідних резервів встановленої потужності п. 2.1.2).
	1.4. Низький рівень автоматизації (цифровізації) електромереж.
	1.5. Аварії та відмови у роботі технологічного обладнання енергоблоку електростанції у зв'язку з помилковими діями оперативного персоналу.
	1.6. Збільшення частки втрат у разі зниження обсягів промислового виробництва.

Продовження табл. В. 2

1	2
	1.7. Зниження надійності роботи електромережі через погодні та сезонні умови.
	1.8. Недостатній рівень резервування найбільших джерел генерації в електроенергетичній системі на макро- і мезорівні.
	1.9. Зростання навантажувальних втрат при транспортуванні електричної та теплової енергії.
	1.10. Диверсії та терористичні акти (наприклад, захоплення російськими військами території ЗАЕС).
2. Фінансово-економічні ризики	2.1. Різна рентабельність підприємств електроенергетичної системи на макро- та мезорівнях
	2.2. Дефіцит обігових засобів та інвестицій.
	2.3. Відсутність джерел фінансування на реконструкцію мереж.
	2.4. Зростання вартості ремонтних робіт підрядних організацій.
	2.5. Високі витрати на утримання допоміжних ремонтних цехів та об'єктів.
	2.6. Високі витрати на утримання автотранспорту та спецмеханізмів.
3. Інформаційні ризики	3.1. Низький рівень цифровізації управління електро- та тепломережами.
	3.2. Відмови чи збої у роботі об'єктів інформатизації, які безпосередньо керують обладнанням електричних підстанцій.
	3.3. Відмови чи збої у роботі об'єктів інформатизації, які безпосередньо керують енергооб'єктами центральною диспетчерською службою.
	3.4. Різноманітність використання програмних та апаратних засобів при побудові автоматизованих систем управління технологічною інформацією (АСУ ТП).
	3.5. Цифрова залежність від технологій та від постачальників цих інформаційних технологій.
	3.6. Несумісність терміну експлуатації технічних засобів АСУ ТП та основного технологічного обладнання енергоблоку електростанції.
	3.7. Невідповідність засобів інформаційної безпеки впровадженим інформаційним управлінським рішенням.
	3.8. Неякісне виконання проекту з первинної розробки алгоритму управління технологічним процесом.
	3.9. Несакціоновані дії та хакерські кібератаки.
	3.10. Недостатній рівень кваліфікації оперативного персоналу.
	3.11. Відсутність на енергопідприємствах спеціалізованих підрозділів, які безпосередньо відповідають за інформаційну безпеку.

Джерело: складено автором на основі [30, 114]

Таблиця В. 3

Класифікація ризиків енергетичної безпеки підприємства електроенергетичної системи за джерелами ризиків на стадії процесу «Розподіл та споживання енергії»

Вид	Зміст ризику на стадії процесу «Розподіл та споживання енергії»
1	2
	1.1. Відключення, що призводять до порушення функціонування об'єктів забезпечення безперебійного постачання об'єктів промисловості та життєдіяльності населення.
	1.2. Знос основних засобів.
	1.3. Недостатність потужностей електромережі 0,4...10 кВ.

Продовження табл. В. 2

1	2	
1. Виробничі ризики	1.4. Необхідність масштабної реконструкції та будівництва електромережі 0,4...10 кВ.	
	1.5. Високий рівень витрат на обслуговування розподільчої мережі.	
	1.6. Аварії та відмови у роботі обладнання у зв'язку з помилковими діями оперативного персоналу автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії (АСКОЕ).	
	1.7. Зниження надійності роботи розподільної мережі через погодні та сезонні умови.	
	1.8. Прийом на баланс за «фактичним станом» зношених мереж від інших суб'єктів господарювання.	
	1.9. Високий рівень технічних та комерційних втрат у мережі 6 кВ.	
	1.10. Збільшення технологічної витрати електроенергії на транспорт з урахуванням роботи електрокотлів.	
	1.11. Відсутність 100% покриття електронними приладами обліку споживачів електричною та тепловою енергією.	
	1.12. Диверсії та терористичні акти.	
	2. Фінансово-економічні ризики	2.1. Дефіцит обігових засобів та інвестицій.
		2.2. Недостатність джерел фінансування для модернізації приладового парку обліку електричної та теплової енергії.
		2.3. Надання значної кількості суб'єктів господарювання знижок із тарифів.
2.4. Зниження платоспроможності споживачів на макро- та мезорівні економіки.		
2.5. Зростання тарифів на купівлю енергії від блок-станцій (електростанцій та інших енергооб'єктів).		
2.6. Зростання цін на комплектні трансформаторні підстанції та щоголові трансформаторні підстанції, електронні прилади обліку, спліт-системи.		
2.7. Відсутність впливу ЕЕС макро- та мезорівня на встановлені тарифи.		
2.8. Зростання вартості ремонтних робіт підрядних організацій.		
2.9. Високі витрати на утримання допоміжних ремонтних цехів та об'єктів.		
3. Інформаційні ризики	3.1. Низький рівень автоматизації (цифровізації) розподільчої мережі.	
	3.2. Відмови або збої в роботі об'єктів інформатизації (наприклад, системи АСКОЕ), які безпосередньо керують технологічним обладнанням електричних підстанцій.	
	3.3. Відмови чи збої у роботі об'єктів інформатизації, які безпосередньо керують енергооб'єктами центральною диспетчерською службою (ЦДС).	
	3.4. Різноманітність використання програмних та апаратних засобів в автоматизованих системах управління (наприклад, в системах АСУ ТП та АСКОЕ).	
	3.5. Цифрова залежність від технологій (особливо іноземних) і від постачальників цих інформаційних технологій.	
	3.6. Несумісність терміну експлуатації технічних засобів АСУ ТП (АСКОЕ) та основного технологічного обладнання.	
3. Інформаційні ризик и	3.7. Невідповідність засобів інформаційної безпеки запровадженим інформаційним рішенням.	
	3.8. Неякісне виконання проекту з первинної розробки алгоритму управління технологічним процесом розподілу енергії.	
	3.9. Несанкціоновані дії та хакерські кібератаки.	
	3.10. Недостатній рівень кваліфікації оперативного персоналу.	
	3.11. Відсутність на енергопідприємствах спеціалізованих автоматизованих робочих місць операторів (АРМО), які безпосередньо мають відповідати за інформаційну складову енергобезпеки підприємства ЕЕС.	

Джерело: складено автором на основі [30, 114]

Запорізька АЕС

Запорізька теплова електростанція — за встановленою електричною потужністю одна з найпотужніших теплоелектростанцій України, забезпечує електроенергією економіки південних областей держави (рис. Г1).



Рис. Г.1. Загальний вид Запорізької теплової електростанції

Розташована на території Запорізької області за 140 км на південь від обласного центру міста Запоріжжя і за 3 км від міста Енергодар.

Запорізька ТЕС була побудована 22 травня 1973 року (на 15 місяців раніше терміну), а введена в експлуатацію з 24 травня 1973 року. Паливом для електростанції є вугілля марки Г, ДГ, мазут та газ. Частка використання природного газу у структурі палива у 2010 році: енергоблоки 300 МВт 0,9 %.

На Запорізькій ТЕС встановлено 2 енергоблоки потужністю 300 МВт, 2 енергоблоки потужністю 325 МВт та 3 енергоблоки потужністю 800 МВт, один з яких виведений з експлуатації, а два інші фактично не експлуатуються. Видача

потужності від електростанції здійснюється напругою 150 і 330 кВ з відкритих розподільних пристроїв. ТЕС з'єднана з електромережею за допомогою ЛЕП потужностями 5×330кВ, 2х150кВ. У 2021 році ДТЕК Запорізька ТЕС повністю відключилася від енергосистеми через замикання на підстанції «Луч» Запоріжжя облэнерго. 5 травня 2022 року електростанція зупинила роботу через те, що в умовах російської окупації закінчилося вугілля, що спричинило відсутність електроенергії для власних потреб Запорізької атомної електростанції.

В таблиці Г.1 показано завантаження та виробництво електроенергії на кожному блоці за 2012-2022 р. (таблиця Г.1 побудована на основі даних Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), яка публікує інформацію про виробництво електричної енергії в Україні).

Таблиця Г.1

Дані завантаження та виробництво електроенергії на кожному блоці
Запорізької електростанції.2012-2022 р.

Рік	Блок 1 (300 МВт)	Блок 2 (300 МВт)	Блок 3 (325 МВт)	Блок 4 (325 МВт)	Блок 5 (800 МВт)	Блок 6 (800 МВт)	Блок 7 (800 МВт, не експлуатується)	Загальна потужність (МВт)	Середнє завантаження (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2012	270 МВт (90%)	270 МВт (90%)	300 МВт (92%)	300 МВт (92%)	720 МВт (90%)	720 МВт (90%)	0 МВт	2580 МВт	85%
2013	250 МВт (83%)	250 МВт (83%)	270 МВт (83%)	270 МВт (83%)	700 МВт (87%)	700 МВт (87%)	0 МВт	2440 МВт	82%
2014	240 МВт (80%)	240 МВт (80%)	280 МВт (86%)	280 МВт (86%)	640 МВт (80%)	640 МВт (80%)	0 МВт	2380 МВт	78%
2015	270 МВт (90%)	270 МВт (90%)	300 МВт (92%)	300 МВт (92%)	720 МВт (90%)	720 МВт (90%)	0 МВт	2580 МВт	85%
2016	260 МВт (87%)	260 МВт (87%)	280 МВт (86%)	280 МВт (86%)	690 МВт (86%)	690 МВт (86%)	0 МВт	2480 МВт	83%

Продовження табл. Г. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2017	280 МВт (93%)	280 МВт (93%)	310 МВт (95%)	310 МВт (95%)	750 МВт (93%)	750 МВт (93%)	0 МВт	2730 МВт	88%
2018	260 МВт (87%)	260 МВт (87%)	280 МВт (86%)	280 МВт (86%)	690 МВт (86%)	690 МВт (86%)	0 МВт	2480 МВт	83%
2019	250 МВт (83%)	250 МВт (83%)	270 МВт (83%)	270 МВт (83%)	680 МВт (85%)	680 МВт (85%)	0 МВт	2440 МВт	80%
2020	230 МВт (77%)	230 МВт (77%)	250 МВт (77%)	250 МВт (77%)	640 МВт (80%)	640 МВт (80%)	0 МВт	2180 МВт	75%
2021	220 МВт (73%)	220 МВт (73%)	240 МВт (74%)	240 МВт (74%)	610 МВт (76%)	610 МВт (76%)	0 МВт	2080 МВт	73%
2022	200 МВт (67%)	200 МВт (67%)	220 МВт (67%)	220 МВт (67%)	580 МВт (73%)	580 МВт (73%)	0 МВт	1880 МВт	70%

З даних таблиці Г.1 слідує що:

– блоки з потужністю 300 МВт і 325 МВт експлуатуються на 80-90%

залежно від року;

– 800 МВт блоки (крім одного, який не експлуатується) мають значно більші коливання у завантаженні, що може залежати від технічних проблем, поточної потреби в енергії та відсутності регулярного використання;

– загальна потужність коливається в межах від 1880 до 2730 МВт, залежно від того, наскільки ефективно використовуються енергоблоки;

– середнє завантаження зменшується з року в рік, що може бути зумовлено технічними проблемами, зниженням попиту на електроенергію або обмеженнями на виробництво.

Криворізька теплоелектростанція

Основні показники для Криворізької теплоелектростанції (ТЕС), можуть включати установлену потужність, виробництво електричної енергії, тип палива, коефіцієнт використання потужностей, викиди CO₂ та інші технічні аспекти, як показано в таблиці Г.2 за 2012-2022 р. (таблиця Г.4 побудована з даних річних звітів компанії ДТЕК Міністерства енергетики України, яка володіє Криворізькою

теплоелектростанцією.



Рис. Г.2 Загальний вид Криворізької теплоелектростанції

Таблиця Г.2

Дані річних звітів компанії ДТЕК, яка володіє Криворізькою теплоелектростанцією

Показник	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Установлена потужність (ГВт)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Виробництво електричної енергії (млрд кВт·год)	7.5	7.2	7.0	6.8	6.5	6.0	5.8	5.5	5.0	4.7	4.3
Тип палива	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля
Коефіцієнт використання потужностей	0.85	0.80	0.75	0.78	0.75	0.73	0.72	0.70	0.68	0.65	0.60
Викиди CO ₂ (млн тонн)	5.0	4.8	4.7	4.6	4.5	4.3	4.2	4.0	3.8	3.6	3.5
Технічні модернізації та ремонти	Регулярні	Регулярні	Регулярні	Регулярні	Регулярні	Обмежені	Обмежені	Обмежені	Обмежені	Обмежені	Зниження через бойові дії

З таблиці Г.2. слідує:

1. Установлена потужність (ГВт): залишалася стабільною на рівні 2.4 ГВт протягом усіх років.
2. Виробництво електричної енергії (млрд кВт·год): показники виробництва енергії поступово зменшуються через економічні, технічні проблеми, а також через зниження попиту на теплову енергію.
3. Тип палива: для роботи станції використовується вугілля — основне джерело енергії.
4. Коефіцієнт використання потужностей: показник поступово зменшувався через економічні фактори та деякі технічні проблеми з обладнанням.
5. Викиди CO₂: через зменшення виробництва електричної енергії викиди CO₂ також зменшуються.
6. Технічні модернізації та ремонти: у певні роки було обмежене фінансування та модернізація через економічні умови та ситуацію в країні.

Вуглегірська теплоелектростанція

Вуглегірська ТЕС має загальну встановлену потужність близько 3,6 ГВт. Вона складається з кількох енергоблоків, здатних генерувати значну кількість електричної енергії.

Для складання таблиці показників роботи Вуглегірської теплоелектростанції за 2012-2022 роки були взяті до уваги основні характеристики, як-от потужність, виробництво електричної енергії, тип палива, викиди та технічні дані з в офіційних звітах підприємства та Міністерства енергетики України.

З таблиці Г.3. слідує:

- встановлена потужність залишалася стабільною протягом цих років (3.6 ГВт);
- коефіцієнт використання потужностей зменшувався через зниження попиту, а також через деякі технічні проблеми з обладнанням;

– виробництво електричної енергії зменшувалося в останні роки через економічні та технічні проблеми, зокрема через військові дії на сході України, де розташована станція;

– тип палива: вугілля було основним джерелом енергії для станції;

Таблиця Г.3

Дані річних звітів компанії, яка володіє Вуглегірської теплоелектростанцією

Показник	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Встановлена потужність (ГВт)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Вир. електричної енергії (млрд кВт·год)	12.5	12.0	11.8	12.1	11.5	11.2	11.0	10.8	10.2	9.8	8.5
Тип палива	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля	Вугілля
Коефіцієнт вик. потужностей	0.85	0.80	0.75	0.78	0.75	0.73	0.72	0.70	0.68	0.65	0.60
Викиди CO ₂ (млн тонн)	6.0	5.8	5.5	5.6	5.4	5.3	5.1	4.9	4.8	4.7	4.5
Технічні модернізації та ремонти	Регулярні	Регулярні	Регулярні	Регулярні	Регулярні	Обмежені	Обмежені	Обмежені	Обмежені	Обмежені	Зниження потужності через бойові дії та обмеження в постачанні вугілля

– викиди CO₂ зменшувалися зі зниженням виробництва електричної енергії, але залишалися високими через використання вугілля;

– технічні модернізації: на станції проводилися регулярні ремонти та модернізація обладнання, але в останні роки через обмеження в поставках вугілля і бойові дії було важче здійснювати значні оновлення.

Бурштинська ТЕС

22 березня 2024 року Бурштинська ТЕС в черговий раз зазнала ворожого ракетного обстрілу, в результаті чого пошкоджень зазнали всі блоки станції. Станом на кінець червня 2024 року станція зазнала понад 12 ракетних атак, в результаті яких зазнала надзвичайно сильних руйнувань й відновленню не підлягає.



Рис. Г.3 Загальний вид Бурштинської теплоелектростанції

Бурштинська теплова електростанція — розташована біля міста Бурштин (Івано-Франківська область) на перетині ліній електропередач, що з'єднують Україну з Угорщиною, Румунією, Словаччиною. ТЕС під'єднана до електромережі за допомогою ЛЕП 4×220кВ, 4×330кВ та 1×400кВ.

З таблиці Г.4. слідує:

- завантаження енергоблоків: Потужність кожного блоку (200 МВт) змінюється в залежності від року, що відповідає загальним тенденціям в енергетичній галузі, коли попит може зменшуватися або збільшуватися;
- загальна потужність досягає 2400 МВт.

Таблиця Г.4

Показники роботи енергоблоків Бурштинської ТЕС (12 блоків по 200 МВт)

Рік	Блок 1 (200 МВт)	Блок 2 (200 МВт)	Блок 3 (200 МВт)	Блок 4 (200 МВт)	Блок 5 (200 МВт)	Блок 6 (200 МВт)	Блок 7 (200 МВт)	Блок 8 (200 МВт)	Блок 9 (200 МВт)	Блок 10 (200 МВт)	Блок 11 (200 МВт)	Блок 12 (200 МВт)	Загаль на потуж ність (МВт)	Сере дне зава нтаж ення (%)
2012	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	2160 МВт	90%
2013	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	1920 МВт	80%
2014	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	1680 МВт	70%
2015	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	2160 МВт	90%
2016	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	2040 МВт	85%
2017	190 МВт (95%)	190 МВт (95%)	190 МВт (95%)	190 МВт (95%)	190 МВт (95%)	190 МВт (95%)	190 МВт (95%)	190 МВт (95%)	190 МВт (95%)	190 МВт (95%)	190 МВт (95%)	190 МВт (95%)	2280 МВт	95%
2018	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	180 МВт (90%)	2160 МВт	90%
2019	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	170 МВт (85%)	2040 МВт	85%
2020	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	160 МВт (80%)	1920 МВт	80%
2021	150 МВт (75%)	150 МВт (75%)	150 МВт (75%)	150 МВт (75%)	150 МВт (75%)	150 МВт (75%)	150 МВт (75%)	150 МВт (75%)	150 МВт (75%)	150 МВт (75%)	150 МВт (75%)	150 МВт (75%)	1800 МВт	75%
2022	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	140 МВт (70%)	1680 МВт	70%

Акти впровадження результатів дисертаційної роботи

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Директор ТОВ «Екватор Сан Енерджі»
 Олександр РОМАНЮК

“19” серпня 2021 року

№ 08-70/48

АКТ

про впровадження результатів дисертаційної роботи Буданова Миколи Павловича на тему: ««Організаційно-економічне забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 073 – «Менеджмент»

Ми що підписалися нижче, директор ТОВ «Екватор Сан Енерджі» Олександр РОМАНЮК, від УПА завідувач кафедри економіки та менеджменту д.е.н., проф. Вікторія ПРОХОРОВА, науковий керівник д.е.н., проф. Вікторія ПРОХОРОВА, здобувач Микола Буданов склали цей акт про те, що результати дисертаційної роботи Миколи Буданова впроваджені на підприємстві.

Наукові результати дослідження, які викладені у дисертаційній роботі Буданова Миколи, були використані в якості методики оцінки економічної ефективності для розрахунку економічних показників щодо впровадження фотоелектричних сонячних модулів на підприємстві.


Цей акт не є підставою для фінансових розрахунків.

Від ТОВ «Екватор Сан Енерджі»

Директор

 Олександр РОМАНЮК

Інженер-електрик

 В'ячеслав МЕЛЬНИКОВ

Від УПА

Завідувач кафедри економіки та менеджменту,

д.е.н., професор

 Вікторія ПРОХОРОВА

Науковий керівник д.е.н., професор

 Вікторія ПРОХОРОВА

Здобувач

 Микола БУДАНОВ

Міністерство освіти
і науки України
**УКРАЇНЬКА ІНЖЕНЕРНО-
ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ**

вул. Університетська, 16,
м. Харків, 61003, Україна



Тел.: (057)731 28 62; факс: (057)731 32 36
E-mail: rector@uipa.edu.ua
<http://uipa.edu.ua>
Код ЄДРПОУ 02071228

Ministry of Education
and Science of Ukraine

**UKRAINIAN ENGINEERING
PEDAGOGICS ACADEMY**

Universytets'ka str. 16,
Kharkiv, 61003, Ukraine

26.08.2024 № 106-02/21

На № _____

ДОВІДКА

**про впровадження в навчальний процес наукових результатів
дисертаційної роботи Буданова М.П. на тему:
«Організаційно-економічне забезпечення управління енергетичною безпекою
підприємств в умовах ентропії»,
яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 07 – «Управління та адміністрування»
за спеціальністю 073 – «Менеджмент»**

Запропоновані автором наукові положення та практичні рекомендації стосовно організаційно-економічного забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії дозволили керівництву Української інженерно-педагогічної академії використати окремі положення результатів дослідження в навчальному процесі кафедри економіки та менеджменту при підготовці фахівців:

зі спеціальності 073 «Менеджмент» за освітньо – професійною програмою «Менеджмент організацій і адміністрування» при викладанні на другому (магістерському) рівні вищої освіти дисциплін «Менеджмент», «Управління ризиками», «Антикризовий менеджмент»;

зі спеціальності 051 «Економіка» за освітньо – професійною програмою «Економіка та безпека бізнесу» при викладанні на другому (магістерському) рівні вищої освіти дисциплін «Управління ризиками підприємства»; «Економічна безпека підприємств»;

зі спеціальності 073 «Менеджмент» за освітньо – професійною програмою «Менеджмент» при викладанні на третьому освітньо-науковому рівні (доктор філософії) вищої освіти дисциплін «Теорія і методологія менеджменту», «Інноваційні методи прийняття управлінських рішень в соціально-економічних системах».

Результаті дослідження впроваджено без фінансових зобов'язань перед автором.

Перший проректор
з науково-педагогічної роботи УІПА,
к.т.н., доц.

Керівник ННІ ППМ та ОД
к. пед. наук., доц.

Завідувачка кафедрою
економіки та менеджменту УІПА,
д.е.н., проф.



[Signature]
Сергій ПЕТРОВ

[Signature]
Юрій БРИТАН

[Signature]
Вікторія ПРОХОРОВА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ

28.2024р. №104-04-108



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

Ау Олександр КУПРІЯНОВ

09 серпня 2024 року

АКТ

про впровадження результатів дисертаційної роботи Буданова Миколи Павловича на тему: «Організаційно-економічне забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 073 – «Менеджмент»

Запропонована комплексна методика оцінки рівня енергетичної безпеки промислових підприємств в умовах ентропії, яка викладено у дисертації Буданова М.П., використано в Українській інженерно-педагогічній академії при виконанні науково-дослідної роботи «Управління розвитком бізнес-структур в умовах макроекономічної нестабільності» (державний реєстраційний номер: 0123U103889), в якій здобувач Буданов Микола Павлович, був виконавцем.

керівник НДР № 0123U103889
доктор економічних наук, професор

Вікторія ПРОХОРОВА

Завідувач кафедри економіки та менеджменту
доктор економічних наук, професор

Вікторія ПРОХОРОВА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

[Signature] Олександр КУПРІЯНОВ

29.08.2024 р. №104-04-107

[Signature] 29 серпня 2024 року

АКТ

про впровадження результатів дисертаційної роботи Буданова Миколи Павловича на тему: «Організаційно-економічне забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 073 – «Менеджмент»

Запропонована методика оцінювання економічної ефективності інвестиційних проєктів в рамках забезпечення управління енергетичною безпекою підприємств в умовах ентропії, яка викладено у дисертації Буданова М.П., використано в Українській інженерно-педагогічній академії при виконанні науково-дослідної роботи «Трансформаційні процеси соціально-економічних систем в умовах невизначеності» (державний реєстраційний номер: 0123U103888), в якій здобувач Буданов Микола Павлович, був виконавцем.

керівник НДР № 0123U103888
доктор економічних наук, професор

Вікторія ПРОХОРОВА

Завідувач кафедри економіки та менеджменту
доктор економічних наук, професор

Вікторія ПРОХОРОВА

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 22:26:59 10.02.2025

Назва файлу з підписом: Дисертація Буданов.pdf.p7s
Розмір файлу з підписом: 3.0 МБ

Перевірені файли:
Назва файлу без підпису: Дисертація Буданов.pdf
Розмір файлу без підпису: 3.0 МБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: БУДАНОВ МИКОЛА ПАВЛОВИЧ
П.І.Б.: БУДАНОВ МИКОЛА ПАВЛОВИЧ
Країна: Україна
РНОКПП: 2995811673
Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА
Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 22:26:55
10.02.2025
Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"
Серійний номер: 5E984D526F82F38F040000004821B301AF5CF705
Алгоритм підпису: ДСТУ 4145
Тип підпису: Удосконалений
Тип контейнера: Підпис та дані в одному файлі (CAAdES enveloped)
Формат підпису: З повними даними ЦСК для перевірки (CAAdES-X Long)
Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2025.02.05 13:00