

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КАНИГІН СЕРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ

УДК 658.15(043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ
РИЗИК-ОРІЄНТОВАНЕ УПРАВЛІННЯ
ФІНАНСОВОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА

Спеціальність 072 – Фінанси, банківська справа та страхування
Галузь знань «Управління та адміністрування»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ С. М. Канигін
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник: Тищенко Вікторія Федорівна, д.е.н., професор
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Дисертація є ідентичною іншим примірникам дисертації
Голова спеціалізованої вченої ради ДФ 64.055. _____
д.е.н., професор _____

Харків – 2025

АНОТАЦІЯ

Канигін С.М. Ризик-орієнтоване управління фінансовою безпекою підприємства. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 072 – Фінанси, банківська справа та страхування. Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця. Харків, 2025.

Дисертаційна робота присвячена розвитку теоретичних та методичних засад ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства (РОУ ФБП).

У процесі дослідження використано комплекс методів наукового пізнання, зокрема наукового аналізу та синтезу, критичного аналізу, системного підходу, моделювання, емпіричного аналізу та статистичних методів. Інформаційною базою стали статистичні дані українських підприємств, база даних Scopus, дані криптовалютної біржі Binance, законодавчі та нормативні акти, а також наукові публікації вітчизняних і зарубіжних науковців.

Розглянуто основні поняття, такі як "загроза", "ризик" і "фінансова безпека підприємства". Виявлено недоліки поточних визначень, зокрема їхню загальність і недостатню деталізацію, що ускладнює практичне застосування в РОУ ФБП. Розроблено власні дефініції цих термінів, які точніше відображають специфіку фінансових ризиків та їхній вплив на ФБП. Визначено складові системи ФБП та механізм її управління, що включає ідентифікацію ризиків, оцінку їхнього впливу та розробку стратегій реагування.

Розглянуто значення фінансових даних і технологій у РОУ ФБП. Обґрунтовано необхідність інтеграції технологій великих даних та штучного інтелекту в процес РОУ ФБП. Визначено переваги та виклики цифровізації для підприємств, включаючи питання кібербезпеки та необхідність адаптації до швидких технологічних змін.

Здійснено аналіз методичного забезпечення РОУ ФБП. Виявлено обмеження традиційних методів фінансового аналізу, таких як фінансові

коефіцієнти та якісні методи, у сучасному динамічному бізнес-середовищі. Підкреслено потребу в адаптивних та інтегрованих методах РОУ, здатних обробляти великі обсяги даних і враховувати складні взаємозв'язки між різними факторами ризику. Систематизовано наявні підходи до мінімізації та передачі фінансових ризиків, зосереджуючись на диверсифікації активів, оптимізації структури капіталу, фінансовому плануванні та використанні інструментів хеджування.

Проаналізовано моделі прогнозування банкрутства підприємств у контексті РОУ ФБП. З огляду на обмеження традиційних фінансових коефіцієнтів, які не завжди забезпечують достатню точність і гнучкість у прогнозуванні ризиків банкрутства, обґрунтовано необхідність застосування більш комплексних моделей.

Проведено систематичний аналіз наявних публікацій з прогнозування банкрутства, використовуючи базу даних Scopus. Розглянуто вісім найпоширеніших груп моделей, включаючи дискримінантний аналіз, нейронні мережі, генетичні алгоритми та машини опорних векторів. На основі вибірки з 17 907 українських підприємств проаналізовано ефективність традиційних моделей (Альтмана, Ліса, Спрінггейта, Дюрана, Терещенка, Матвійчука) і встановлено, що їхня точність є недостатньою для ефективного застосування в сучасних умовах.

Звернуто увагу на значення якісних показників у моделях прогнозування банкрутства. Проведено огляд літератури щодо включення якісних факторів, таких як менеджерські, фінансові, юридичні та операційні аспекти. Складено перелік відповідних показників та розроблено уніфіковані 5-бальні шкали для їх оцінки. Запропоновано методику інтеграції якісних показників у моделі прогнозування банкрутства шляхом лінійної нормалізації та комбінування з кількісними показниками. Тестування на реальних даних підтвердило, що врахування якісних показників підвищує точність прогнозування.

Удосконалено методику прогнозування банкрутства на основі нейронних мереж. Використовуючи фінансові дані та показник виду економічної

діяльності (КВЕД), побудовано і протестовано моделі НМПП, РНМ ДКЧП та РНМ ВРВ. Результати показали, що нейронні мережі забезпечують вищу точність прогнозування банкрутства порівняно з традиційними методами. Особливо ефективною виявилася модель НМПП, яка досягла найвищих показників точності, прецизійності та F1-оцінки.

Вивчено сучасні моделі прогнозування банкрутства та виявлено їхні обмеження при застосуванні до українських підприємств. Розроблено методику інтеграції якісних показників у моделі прогнозування, що дозволяє підвищити точність і надійність прогнозів. Удосконалено методику прогнозування на основі нейронних мереж шляхом врахування виду економічної діяльності та використання сучасних архітектур нейронних мереж.

Досліджено можливості впровадження алгоритмічної торгівлі на криптовалютних біржах як інструменту ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства. Розглянуто наявні підходи до мінімізації фінансових ризиків і проаналізовано недостатню вивченість алгоритмічної торгівлі в науковій літературі.

Встановлено, що алгоритмічна торгівля, особливо із застосуванням штучного інтелекту та прогнозування цін, дозволяє підприємствам обґрунтованіше керувати фінансовими ризиками та адаптуватися до волатильності ринку. Підкреслено зв'язок між ризик-орієнтованим управлінням фінансовою безпекою та торгівлею криптовалютами, що підтверджується аналізом наукових публікацій і зростанням капіталізації криптовалютних активів.

Проаналізовано класифікацію видів біржової торгівлі за критеріями рівня автоматизації, частоти здійснення операцій та виду ринкового аналізу. Особливу увагу приділено алгоритмічній торгівлі як основі для розробки торгових стратегій і застосування торгових ботів. Розглянуто історичний розвиток високочастотної торгівлі та її вплив на фінансові ринки, що дало змогу зрозуміти важливість постійного розвитку технологій у біржовій торгівлі.

Визначено основні складові торгових стратегій та алгоритм їх розробки, а

також проаналізовано переваги і недоліки алгоритмічної торгівлі. Запропоновано інтегрувати алгоритмічну торгівлю на криптовалютних біржах як інноваційний компонент ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства. Таке поєднання цифровізації, науки про дані та управління корпоративними фінансами сприятиме оптимізації інвестиційного портфеля, мінімізації фінансових ризиків і збільшенню прибутковості за рахунок автоматизації торгових операцій та зменшення людського фактору.

Проведено детальний аналіз методик прогнозування цін на криптовалютних біржах, що є ключовим для ефективного ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства. Розглянуто основні методи прогнозування, такі як фундаментальний та технічний аналіз, з урахуванням їхньої специфіки на криптовалютних ринках.

Проведено порівняльний аналіз фундаментального аналізу на традиційних і криптовалютних біржах, визначено особливості та складнощі застосування цього методу в умовах неструктурованих даних криптовалютного ринку. Підкреслено важливість використання сучасних методів обробки великих даних і машинного навчання для підвищення ефективності фундаментального аналізу в цій сфері.

Детально класифіковано технічні індикатори за групами: трендові, імпульсні, обсягу та волатильності. Проаналізовано переваги й недоліки кожної групи, а також їх застосування на різних ринках. Наголошено на необхідності комбінування індикаторів для підвищення точності прогнозів і зниження ризиків, пов'язаних із використанням окремих індикаторів.

Запропоновано авторську методику розробки торгових стратегій на основі генетичних алгоритмів із використанням ризик-орієнтованих метрик. Проведено емпіричне дослідження, результати якого підтвердили ефективність запропонованого підходу та його економічну доцільність шляхом валідації на реальних ринкових даних.

Розроблено модель прогнозування цін на криптовалютній біржі на основі РНМ, зокрема модифікацій ДКЧП та ВРВ, використовуючи дані з біржі Binance

за період з червня 2021 по червень 2023 року, що охоплюють 289 різних криптовалют. Вибірка включала щоденні ціни та обсяги торгів, що забезпечило широкий спектр даних для навчання моделей.

Проведено порівняльний аналіз моделей ДКЧП та ВРВ. Модель ВРВ показала кращі результати за точністю та коефіцієнтами Сортіно і Шарпа, що свідчить про більшу стабільність та ефективність прогнозування.

Підтверджено гіпотезу, що використання РНМ з комплексними вхідними ознаками та відповідною стратегією навчання дозволяє покращити прогнозування цін на криптовалютних біржах. Модель враховує нелінійні залежності та патерни динаміки цін, що підвищує її точність і стійкість до ризиків.

Удосконалено методику прогнозування цін на криптовалютних біржах на основі рекурентних нейронних мереж. На відміну від наявних підходів, запропонована модель використовує алгоритм формування ознак, який враховує волатильність активу та сигнали 26 технічних індикаторів.

Ключові слова: фінансова безпека підприємства, ризик-орієнтоване управління, прогнозування банкрутства, алгоритмічна торгівля, цифровізація, управління фінансовими ризиками, моделювання фінансової стійкості, технології фінансової безпеки, фінансові дані, стратегічне управління ризиками, біржова торгівля, антикризове фінансове управління, фінансові інновації, криптовалютні біржі.

SUMMARY

Kanygin S.M. Risk-oriented management of financial security of the enterprise.
– Qualification scientific work on the rights of the manuscript.

The thesis for the degree of Doctor of Philosophy by the specialty 072 – Finance, Banking and Insurance. Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics. Kharkiv, 2025.

The dissertation is devoted to the development of theoretical and

methodological foundations of Risk-oriented management of financial security of the enterprise (ROM FSE) in the context of digital transformation of the economy. The relevance of the study is due to the need to improve the efficiency of financial risk management of enterprises in the context of volatile financial markets and rapid technological change.

The study uses a range of methods of scientific knowledge, including scientific analysis and synthesis, critical analysis, systematic approach, modeling, empirical analysis, and statistical methods. The information base includes statistical data of Ukrainian enterprises, the Scopus database, data from the Binance cryptocurrency exchange, legislative and regulatory acts, as well as scientific publications of domestic and foreign scholars.

The basic concepts such as "threat", "risk" and "financial security of enterprise" are considered. The shortcomings of the current definitions are identified, in particular, their generality and insufficient detail, which complicates their practical application in the ROM FSE. Based on a critical analysis, the author develops her own definitions of these terms, which more accurately reflect the specifics of financial risks and their impact on the enterprise. The components of the enterprise financial security system and the mechanism of its management, including the identification of risks, assessment of their impact and development of response strategies, are defined.

The importance of financial data and technologies in the ROM FSE is studied. The necessity of integrating big data and artificial intelligence technologies into the process of financial risk management is substantiated. The benefits and challenges of digitalization for enterprises, including cybersecurity issues and the need to adapt to rapid technological change, are identified.

The analysis of methodological support of the ROM FSE is carried out. The limitations of traditional methods of financial analysis, such as financial ratios and qualitative methods, in the modern dynamic business environment are identified. The need for adaptive and integrated ROM methods capable of processing large amounts of data and taking into account the complex interrelationships between various risk

factors is emphasized. The existing approaches to minimizing and transferring financial risks are systematized, focusing on asset diversification, optimization of the capital structure, financial planning and the use of hedging instruments.

The models for predicting the bankruptcy of enterprises in the context of the FBR are analyzed. Given the limitations of traditional financial ratios, which do not always provide sufficient accuracy and flexibility in predicting bankruptcy risks, the necessity of using more comprehensive models is substantiated.

A systematic analysis of existing publications on bankruptcy forecasting was conducted using the Scopus database. The eight most common groups of models are considered, including discriminant analysis, neural networks, genetic algorithms, and support vector machines. Based on a sample of 17,907 Ukrainian enterprises, the efficiency of traditional models (Altman, Fox, Springate, Durand, Tereshchenko, Matviychuk) is analyzed and it is found that their accuracy is insufficient for effective application in modern conditions.

Attention is drawn to the importance of qualitative indicators in bankruptcy forecasting models. A literature review on the inclusion of qualitative factors, such as managerial, financial, legal and operational aspects, is carried out. A list of relevant indicators is compiled and unified 5-point scales for their evaluation are developed. A methodology for integrating qualitative indicators into bankruptcy prediction models by means of linear normalization and combination with quantitative indicators is proposed. Testing on real data has confirmed that taking into account qualitative indicators increases the accuracy of forecasting.

The methodology for predicting bankruptcy based on neural networks has been improved. Using financial data and the indicator of the type of economic activity, the models of FNN, RNN LSTM and RNN GRU were built and tested. The results showed that neural networks provide higher accuracy of bankruptcy forecasting compared to traditional methods. The FNN model proved to be particularly effective, achieving the highest accuracy, precision, and F1 score.

Modern models for predicting bankruptcy are studied and their limitations when applied to Ukrainian enterprises are identified. A methodology for integrating

qualitative indicators into forecasting models has been developed, which allows to increase the accuracy and reliability of forecasts. The methodology of forecasting based on neural networks has been improved by taking into account the type of economic activity and using modern neural network architectures.

The possibilities of introducing algorithmic trading on cryptocurrency exchanges as a tool for risk-oriented management of financial security of an enterprise are investigated. The existing approaches to minimizing financial risks are considered and the insufficient study of algorithmic trading in the scientific literature is analyzed.

It is established that algorithmic trading, especially with the use of artificial intelligence and price forecasting, allows enterprises to more reasonably manage financial risks and adapt to market volatility. The author emphasizes the connection between risk-oriented financial security management and cryptocurrency trading, which is confirmed by the analysis of scientific publications and the growth of cryptocurrency assets capitalization.

The article analyzes the classification of types of exchange trading by the criteria of the level of automation, frequency of transactions and type of market analysis. Particular attention is paid to algorithmic trading as a basis for developing trading strategies and using trading bots. The historical development of high-frequency trading and its impact on financial markets are considered, which made it possible to understand the importance of continuous development of technologies in exchange trading.

The main components of trading strategies and the algorithm for their development are identified, and the advantages and disadvantages of algorithmic trading are analyzed. It is proposed to integrate algorithmic trading on cryptocurrency exchanges as an innovative component of risk-oriented management of enterprise financial security. This combination of digitalization, data science and corporate finance management will help to optimize the investment portfolio, minimize financial risks and increase profitability by automating trading operations and reducing the human factor.

A detailed analysis of methods for forecasting prices on cryptocurrency exchanges is carried out, which is key to effective risk-oriented management of the financial security of an enterprise. The main forecasting methods, such as fundamental and technical analysis, are considered, taking into account their specificity in the cryptocurrency markets.

A comparative analysis of fundamental analysis on traditional and cryptocurrency exchanges is carried out, the features and difficulties of applying this method in the context of unstructured data of the cryptocurrency market are determined. The importance of using modern methods of big data processing and machine learning to improve the efficiency of fundamental analysis in this area is emphasized.

Technical indicators are classified in detail by groups: trend, momentum, volume, and volatility. The advantages and disadvantages of each group are analyzed, as well as their application in different markets. The need to combine indicators to improve the accuracy of forecasts and reduce the risks associated with the use of individual indicators is emphasized.

The author's own methodology for developing trading strategies based on genetic algorithms with the use of risk-oriented metrics is proposed. An empirical study was conducted, the results of which confirmed the effectiveness of the proposed approach and its economic feasibility by validating it on real market data.

A model for forecasting cryptocurrency exchange prices based on RNMs, in particular modifications of the LSTM and GRU, was developed using data from the Binance exchange for the period from June 2021 to June 2023, covering 289 different cryptocurrencies. The sample included daily prices and trading volumes, which provided a wide range of data for model training.

A comparative analysis of the LSTM and GRU models was carried out. The GRU model showed better results in terms of accuracy and Sortino and Sharpe coefficients, which indicates greater stability and efficiency of forecasting.

The hypothesis that the use of RNNs with complex input features and an appropriate learning strategy can improve price forecasting on cryptocurrency

exchanges is confirmed. The model takes into account nonlinear dependencies and patterns of price dynamics, which increases its accuracy and risk resistance.

The methodology for predicting prices on cryptocurrency exchanges based on recurrent neural networks is improved. In contrast to existing approaches, the proposed model uses a feature formation algorithm that takes into account the volatility of the asset and signals from 26 technical indicators.

Keywords: corporate financial security, risk-oriented management, bankruptcy forecasting, algorithmic trading, digitalisation, financial risk management, financial stability modelling, financial security technologies, financial data, strategic risk management, exchange trading, financial crisis management, financial innovations, cryptocurrency exchanges

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації у фахових виданнях України (з них 2 віднесені до міжнародних наукометричних баз Scopus, Web of Science)

1. Канигін С. М. Систематичний огляд моделей прогнозування банкрутства підприємств. *Бізнес Інформ*. 2023. №10. С. 149–161. (0,4 друк. арк.)
URL: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2023-10_0-pages-149_161.pdf
DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-10-149-161>
2. Канигін С. М. Розробка алгоритмічних торгових стратегій з використанням генетичних алгоритмів. *Бізнес-Навігатор*. 2024. №3 (76). С. 92–98. (0,25 друк. арк.)
URL: http://business-navigator.ks.ua/journals/2024/76_2024/18.pdf
DOI: <https://doi.org/10.32782/business-navigator.76-16>
3. Канигін С. М. Великі дані в управлінні фінансами підприємства. *Економіка, управління та адміністрування*. 2024. №3 (109). С. 97–104. (0,45 друк. арк.).

URL: <http://ema.ztu.edu.ua/article/view/313697>

DOI: [https://doi.org/10.26642/ema-2024-3\(109\)-97-104](https://doi.org/10.26642/ema-2024-3(109)-97-104)

4. Tyshchenko V. F., Achkasova S. A., Naidenko O. Y., Kanyhin S. M., Karpova V. V. Development of recurrent neural networks for price forecasting at cryptocurrency exchanges. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 5. No. 4 (125). P. 43–54. (Scopus) (1 друк. арк.). *Особистий внесок автора: розроблено модель прогнозування цін на криптовалютній біржі (0,2 друк. арк.).*

URL: <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/287094>

DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.287094>

5. Tyshchenko V. F., Achkasova S. A., Karpova V. V., Kanyhin S. M. Assesment the influence of debt capital on the bankruptcy of enterprises in the agricultural sector. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2023. Vol. 9. No. 2. P. 183–204. (Scopus, Web of Science) (0,8 друк. арк.). *Особистий внесок автора: проаналізовано існуючі моделі прогнозування банкрутства підприємств (0,2 друк. арк.).*

URL: <https://are-journal.com/are/article/view/667>

DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.02.08>

Публікації за матеріалами конференцій:

6. Канигін С. М. Етичні міркування в управлінні банкрутством. *Період трансформаційних процесів в світовій науці: задачі та виклики: II Міжнародна наукова конференція*. (Кривий Ріг, 01 лютого 2024 р.). Кривий Ріг: МЦНД, 2024. С. 57–58. (0,14 друк. арк.)

URL: <https://archive.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/966>

7. Канигін С. М. Психологічні чинники банкрутства підприємств. *Science in motion: classic and modern tools and methods in scientific investigations: II International Scientific and Practical Conference. Grail of Science*. Вінниця. 2024. №35. С. 71–72. (0,09 друк. арк.).

DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.19.01.2024.008>

8. Tyschenko V. F., Vnukova N. M., Ostapenko V. M., Kanyhin S. M. Neural Networks for Financial Stability of Economic System. *COLINS-2023: 7th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems*. CEUR Workshop Proceeding. (Kharkiv, 20-21 April 2023). Kharkiv, 2023. P. 289–299. (1 друк. арк.). *Особистий внесок: розроблено модель прогнозування банкрутства підприємств (0,25 друк. арк.).*

URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3387/paper21.pdf>

9. Канигін С. М., Тищенко В. Ф. Роль штучного інтелекту у фінансовому менеджменті. *Механізми забезпечення розвитку економіки в умовах глобальних змін: міжнародний досвід: Міжнародна наукова конференція*. (Baltija Publishing. Рига, Латвійська Республіка. 21-22 жовтня 2022 р.). Рига. 2022. С. 77–81. (0,15 друк. арк.). *Особистий внесок: досліджено можливості штучного інтелекту у фінансах (0,075 друк. арк.).*

URL: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/21732>

10. Hlibko S. V., Tyshchenko V. F., Kanyhin S. M., Vnukova N. M., Davydenko D. O. The use of infocommunication components of mechanical trading systems to manage the financial security of business entities. *2022 IEEE 9th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*. (Kharkiv, 10-12 October 2022). Kharkiv, 2022. P. 602–606. (1 друк. арк.). *Особистий внесок: розроблено підхід до здійснення алгоритмічної торгівлі на криптовалютній біржі (0,2 друк. арк.).*

DOI: <https://doi.org/10.1109/PICST57299.2022.10238562>

11. Канигін С. М. Використання обробки природньої мови у прогнозуванні фінансових ринків. *Digitalization of the economy as a factor in the sustainable development of the state: International scientific conference*. (Кельце, Польща. 23-24 вересня 2022 р.). Польща, 2022. С. 195–198. (0,4 друк. арк.).

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-242-5-48>

12. Внукова Н. М., Канигін С. М. Перспективи розвитку аудиту фінансового моніторингу за міжнародними стандартами для забезпечення

стабільності діяльності підприємств Індустрії 4.0. *Перспективи розвитку обліку, аналізу та аудиту в контексті євроінтеграції*. (Одеса. 20 травня 2022 р.). Одеса, 2022. С. 120–121. (0,1 друк. арк.). *Особистий внесок: обґрунтовано роль фінансового моніторингу в управлінні фінансовою безпекою підприємств* (0,05 друк. арк.).

URL: https://www.apu.com.ua/wp-content/uploads/2019/12/Збірник-конференції_20.05.2022.pdf#page=121

13. Канигін С.М. Проблеми комплаєнсу у фінансових технологіях. *Science and Education in Progress: 4-th International Scientific and Practical Conference*. Interconf. (Дублін, Ірландія. 16-18 серпня 2024 р.). Дублін, Ірландія, 2024. (0,1 друк. арк.)

14. Канигін С.М. Роль фінансових технологій в управлінні фінансами підприємства. *Science: Development and Factors its Influence: 4-th International Scientific and Practical Conference*. Interconf. (Амстердам, Нідерланди. 06-08 серпня 2024 р.). Амстердам, Нідерланди, 2024. (0,1 друк. арк.)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	17
ВСТУП	18
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВ	27
1.1. Понятійно-категоріальний апарат та методичні основи ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства	27
1.2. Роль фінансових даних і технологій в фінансовій безпеці підприємства	44
1.3. Аналіз методологічного забезпечення ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства	57
Висновки за розділом 1	67
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА ПІДПРИЄМСТВА ЯК ЕЛЕМЕНТ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА	69
2.1. Аналіз існуючих методичних підходів до прогнозування ймовірності банкрутства підприємства	69
2.2. Методичний підхід до прогнозування ймовірності банкрутства підприємства на основі кількісних та якісних показників	84
2.3. Методичний підхід до прогнозування ймовірності банкрутства підприємства із використанням рекурентної нейромережі з урахуванням виду економічної діяльності	104
Висновки за розділом 2	112
РОЗДІЛ 3. АЛГОРИТМІЧНА ТОРГІВЛЯ НА КРИПТОВАЛЮТНИХ БІРЖАХ ЯК МЕТОД МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ В УПРАВЛІННІ ФІНАНСОВОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА	115

3.1. Алгоритмічна торгівля на криптовалютних біржах як інноваційний елемент ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства	115
3.2. Формування торгової стратегії алгоритмічної торгівлі на криптовалютній біржі із застосуванням генетичного алгоритму та ризик-орієнтованих метрик	137
3.3. Методичний підхід до прогнозування динаміки цін на криптовалютних біржах із використанням рекурентної нейромережі та індикаторів технічного аналізу	159
Висновки за розділом 3	186
ВИСНОВКИ	191
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	194
ДОДАТКИ	237

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

РОУ – ризик орієнтоване управління

ФБП – фінансова безпека підприємства

НМПП – нейромережа прямого поширення

РНМ - рекурентні нейронна мережа

РНМ ВРВ - рекурентна нейронна мережа з вентильним рекурентним вузлом

РНМ ДКЧП - рекурентна нейронна мережа з довготривалою короткочасною пам'яттю

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Фінансова безпека підприємства є ключовим чинником стабільного розвитку та конкурентоспроможності в умовах сучасної економічної нестабільності та швидких змін на фінансових ринках. Значний внесок у розвиток теорії фінансової безпеки внесли Е. Альтман, який розробив модель прогнозування банкрутства, А. Які та В. Чвек, які досліджували методи використання нейронних мереж для фінансових прогнозів, а також А. Абдуллах, який розглядав спільне розподілення ризиків. Дж. Джаниковіц, А. Орловський та Ф. Варжинський оптимізували інвестиційне управління в межах управління фінансовою безпекою, а Дж. Лі та С. Хванг встановили умови ефективного використання індикаторів для прогнозування фінансових показників. Х. Чжан та Ф. Ванг застосували алгоритмічні методи для прогнозування банкрутства. Українські автори, такі як А. О. Азарова, О. В. Рузакова, внесли значний вклад в оцінювання фінансового стану вітчизняних підприємств. Крім того, І. Альдрідж та М. Авелланеда працювали над дизайном та продуктивністю нейронних мереж у фінансах, а Е. Боемер, К. Фонг та Дж. Ву досліджували вплив автоматизації на ефективність торгівлі. Г. Блакіта та Т. Ганушчак розглядали фінансову безпеку як складову економічної безпеки, тоді як Т. Хендершот, К. Джонс та А. Менквелд аналізували вплив алгоритмічної торгівлі на ліквідність. А. Абреу, М. Мендес, А. Алмайда, М. Кампелло, А. Альотаїбі, К. Батлер, Д. Доміан, К. Кінд, М. Пунія, Н. Лаоподіс, В. Мендес, М. Муллік, Й. Чжоу, Н. Лі досліджували аспекти фінансової грамотності та диверсифікації портфеля, що дозволяє підприємствам зменшити ризики та підвищити фінансову стабільність. Зв'язок цифровізації досліджувався багатьма вченими, серед яких: С. Ахмед, М. Альшатер, А. Ел Аммарі, Х. Хамамі, В. Бецерра, Р. Галаво, М. Абоу-Сеада, А. Бахраммірзаї, С. Чен, Л. Чжао, Дж. Бян, Ц. Сінг, Т. Ліу, У. Денг, Ф. Бао, У. Конг, З. Рен, К. Дай, Б. Фанг, П. Чжан, Л. Гуо, Ф. Ші,

Дж. Ту, У. Кім, М. Парк, Б. Вієр, З. Лі, Д. Янг, Л. Чжао, Дж. Бян, Т. Цін, Т. Ліу, У. Луо, П. Муссо, С. Шіаво, В. Ю, К. Вонг, Р. Чавез, М. Джейкобс, С. Чжан, Х. Чжан, С. Сінг, В. Ні, Х. Лі, А. Абдуллах, С. А. Ачкасова, С. Анкірхнер, П. Кратц, Т. Крузе, С. Черненко, М. Фолкендер, Й. Глен, П. Йоріон, Ц. Лі, М. Гу, З. Лян, Й. Ма, Х. Сю, В. Пан, А. Шукуров, А. Ніязбайєва, З. Баймукашєва, К. Балгінова, Н. Калаганова, Д. Тандон, С. Агарвал, М. Тілехноюї та Б. Шіварадж. Особливо актуальним є використання алгоритмічної торгівлі на криптовалютних біржах, яка дозволяє підприємствам оперативно реагувати на зміни ринкових умов, зменшуючи фінансові ризики та підвищуючи ефективність інвестиційних рішень. Ризик-орієнтований підхід до управління фінансовою безпекою досліджувався багатьма науковцями, серед яких: А. Леланд, О. Дідух, Г. Партин, Р. Заdereцька, Н. Синюгіна, О. Лиса, Е. Спучлакова, М. Місанкова, М. Таллакi, Е. Браччі, А. Хаккарайнен, Е. Касанен, В. Путтонен, Ю. Чжоу, Х. Лі та інші. Розвиток цього підходу сприяє підвищенню фінансової грамотності серед керівників підприємств, що є важливим аспектом для прийняття обґрунтованих і ефективних фінансових рішень.

Незважаючи на наукову розробленість обраного напрямку, сучасний етап розвитку фінансової науки характеризується необхідністю інтеграції різних підходів та технологій для більш ефективного управління фінансовою безпекою підприємств. Дослідження в цій області дозволяють не лише покращити фінансові показники підприємств, але й сприяти їхньому сталому розвитку та адаптації до мінливих економічних умов. Таким чином, обрана тема дисертаційного дослідження є актуальною і відповідає сучасним вимогам до управління фінансовою безпекою підприємств. Вона сприяє розвитку теоретичних та практичних аспектів ризик-орієнтованого управління, забезпечуючи підприємствам інструменти для ефективного реагування на фінансові виклики та зміцнення їхньої конкурентоспроможності на ринку.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до напрямів науково-дослідних робіт: «Оптимізація

управління фінансовою безпекою підприємства» (№ держреєстрації 0112U200874, 2022 р., ХНЕУ ім. С.Кузнеця, м. Харків), де автором розглянуто роль механічних торгових систем в управлінні фінансовою безпекою підприємства; «Розробка і впровадження напрямів цифрової трансформації та бізнес-моделей на підприємстві» (№ держреєстрації 0123U100810, 2023 р., ХНЕУ ім. С. Кузнеця, м. Харків), де дисертантом розглянуто забезпечення фінансової безпеки підприємства у умовах цифрової трансформації шляхом автоматизації бізнес-процесів.

Мета і завдання дослідження: розробка теоретичних та методичних положень і формування практичних рекомендацій щодо забезпечення РОУ ФБП. Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні завдання:

– Провести критичний аналіз існуючих визначень понять "загроза", "ризик" та "фінансова безпека підприємства" та розробити власні дефініції, що відображають специфіку фінансових ризиків.

– Сформувані компоненти системи фінансової безпеки підприємства та розробити механізм її управління, включаючи ідентифікацію ризиків, оцінку їхнього впливу та стратегії реагування.

– Дослідити роль фінансових даних та сучасних технологій у РОУ ФБП, обґрунтувати необхідність інтеграції технологій великих даних та штучного інтелекту.

– Виявити обмеження традиційних методів фінансового аналізу та обґрунтувати потребу в адаптивних та інтегрованих методах РОУ ФБП.

– Здійснити систематичний аналіз існуючих моделей прогнозування банкрутства, використовуючи базу даних Scopus, та виявити їхні обмеження у сучасних умовах.

– Розробити методику включення якісних показників у моделі прогнозування банкрутства, сформувані перелік відповідних показників та розробити уніфіковані 5-бальні шкали для їх оцінювання.

– Удосконалити методику прогнозування банкрутства на основі нейронних мереж, враховуючи вид економічної діяльності, та протестувати моделі на основі реальних даних підприємств.

– Обґрунтовано науковий підхід до використання алгоритмічної торгівлі на криптовалютних біржах як інструменту РОУ ФБП.

– Розробити авторську методику формування торгових стратегій на основі генетичних алгоритмів із використанням ризик-орієнтованих метрик та провести її емпіричну валідацію на реальних ринкових даних.

– Розробити модель прогнозування цін на криптовалютних біржах на основі рекурентних нейронних мереж, враховуючи волатильність активів та сигнали 26 технічних індикаторів.

– Побудувати та протестувати моделі РНМ з використанням даних з біржі Binance, що охоплюють широкий спектр криптовалют.

– Провести порівняльний аналіз ефективності розроблених моделей, зокрема модифікацій ДКЧП та з ВРВ.

– Підтвердити гіпотезу щодо підвищення точності прогнозування цін на криптовалютних біржах за допомогою розроблених моделей.

– Обґрунтувати практичну значущість розроблених методик для оптимізації процесу прийняття інвестиційних рішень та підвищення рівня ФБП.

– Визначити обмеження проведених досліджень та окреслити перспективні напрями подальшої роботи в межах РОУ ФБП.

Об'єктом дослідження є процес РОУ ФБП.

Предметом дослідження є сукупність теоретико-методичних положень щодо РОУ ФБП.

Методи дослідження. Методологічною основою дисертаційної роботи є сукупність методів наукового пізнання, загальнонаукових та спеціальних методів дослідження. У процесі дослідження були використані наступні методи: наукового аналізу та синтезу – для дослідження понятійно-категоріального апарату та методичних основ ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства (розділ 1, підрозділ 1.1), при аналізі

існуючих визначень понять "загроза", "ризик" та "фінансова безпека підприємства", виявленні їх недоліків та формуванні власних дефініцій (розділ 1, підрозділ 1.1); системного підходу – при формуванні компонентів системи фінансової безпеки підприємства та механізму її управління, що включає ідентифікацію ризиків, оцінку їхнього впливу та розробку стратегій реагування (розділ 1, підрозділ 1.1); огляду літератури та порівняльного аналізу – для дослідження ролі фінансових даних та технологій у ризик-орієнтованому управлінні фінансовою безпекою підприємства, а також аналізу методологічного забезпечення ризик-орієнтованого управління (розділ 1, підрозділи 1.2, 1.3), при систематичному аналізі публікацій з прогнозування банкрутства підприємств за допомогою бази даних Scopus (розділ 2, підрозділ 2.1), для аналізу методик прогнозування цін на криптовалютних біржах, зокрема фундаментального та технічного аналізу (розділ 3, підрозділ 3.2); моделювання та емпіричного аналізу – при аналізі ефективності традиційних моделей прогнозування банкрутства на вибірці українських підприємств (розділ 2, підрозділ 2.1), при включенні якісних показників у моделі прогнозування банкрутства та розробці уніфікованих 5-бальних шкал для їх оцінки (розділ 2, підрозділ 2.2), при формуванні торгових стратегій на основі генетичних алгоритмів із використанням ризик-орієнтованих метрик та проведенні емпіричного дослідження для підтвердження ефективності запропонованого підходу (розділ 3, підрозділ 3.2), при побудові та тестуванні моделей прогнозування банкрутства на основі нейронних мереж, зокрема моделей НМПП, РНМ ДКЧП та РНМ ВРВ (розділ 2, підрозділ 2.3), при формуванні груп ознак для моделі прогнозування цін на криптовалютній біржі, зокрема кластеризації за обсягом денних торгів та волатильністю цін (розділ 3, підрозділ 3.3).

Теоретичною основою дослідження стали фундаментальні положення економічної теорії, фінансового менеджменту, ризик-менеджменту, теорії інформаційних технологій, методів штучного інтелекту та машинного навчання, а також наукові праці вітчизняних і зарубіжних учених, що

стосуються ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства, прогнозування банкрутства та алгоритмічної торгівлі на криптовалютних ринках.

Інформаційною базою дослідження стали статистичні дані українських підприємств з офіційних джерел, база даних Scopus, дані криптовалютної біржі Binance за період з червня 2021 по червень 2023 року, нормативно-правові акти, матеріали наукових публікацій та періодичних видань.

Емпіричну базу дисертаційної роботи складають результати власних досліджень автора, які включають аналіз ефективності моделей прогнозування банкрутства на вибірці з 17 907 українських підприємств, побудову та тестування моделей прогнозування на основі нейронних мереж, а також розробку та валідацію моделей прогнозування цін на криптовалютних біржах.

Наукова новизна одержаних результатів. У результаті дослідження предмета дисертації отримано нові наукові результати, що полягають у наступному:

вперше:

– Запропоновано науковий підхід до використання алгоритмічної торгівлі на криптовалютних біржах при диверсифікації інвестицій та активів як інноваційного елементу РОУ ФБП через поєднання цифровізації, науки про дані та торгових стратегій для прогнозування руху цін, що сприяє оптимізації інвестиційного портфелю підприємства, мінімізації фінансових ризиків та підвищенню прибутковості через автоматизацію торгових операцій і зменшення впливу людського фактору.

удосконалено:

– Методичний підхід до прогнозування ймовірності банкрутства на основі рекурентної нейромережі шляхом підвищення точності, який, на відміну від існуючих, враховує вид економічної діяльності підприємства, що надає змогу своєчасно ідентифікувати потенційні ризики ФБП.

– Методичний підхід до прогнозування динаміки цін на криптовалютних біржах на основі рекурентної нейромережі, який, на відміну від існуючих,

використовує алгоритм формування ознак моделі з врахуванням волатильності активу та 26 індикаторів технічного аналізу, що надає змогу мінімізувати вплив ризиків на ФБП через підвищення прибутковості алгоритмічної торгівлі.

набули подальшого розвитку:

– Методичне забезпечення прогнозування ймовірності банкрутства підприємства, яке, на відміну від існуючих, доповнює склад кількісних показників запропонованими якісними у складі 11 показників (лояльність працівників, якість та професіоналізм менеджменту, стан активів, якість фінансової звітності, відповідність діяльності законодавству, спори в судах, ринкова репутація, інновації, продуктивність, відповідність стандартів, гнучкість бізнес-моделі) у формі уніфікованих 5-бальних шкал оцінювання через просту лінійну нормалізацію, що надає змогу підвищити точність оцінювання під час моніторингу для забезпечення РОУ ФБП.

– Послідовність формування торгової стратегії алгоритмічної торгівлі на криптовалютній біржі на основі генетичного алгоритму, яка, на відміну від існуючих, використовує ризик-орієнтовані метрики (Шарпа, Сортіно, Омега, максимальна просадка, Кальмар), що сприяє підвищенню прибутковості через високу рентабельність алгоритмічної торгівлі.

Практичне значення отриманих результатів. Науково-методичні положення та висновки дисертаційної роботи доведено до рівня конкретних рекомендацій, що знайшли впровадження у практику діяльності суб'єктів господарювання національної економіки. Отримані у ході дослідження наукові результати та пропозиції доведено до рівня конкретних механізмів та практичних рекомендацій щодо реалізації РОУ ФБП. Зокрема, сформульовані у роботі теоретичні положення, висновки та рекомендації використано: ТОВ «АТТІ ДІ ГАРА» (довідка про впровадження № 154 від 14 жовтня 2024 р.); ТОВ «ХАРКІВ ЕКОРЕСУРС» (довідка про впровадження №17/2024 від 14 жовтня 2024 р.).

Пропозиції методичного підходу до ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства та моделі прогнозування банкрутства

підприємств використовувались в навчальному процесі Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця (довідка про впровадження № 24/86-44-98 від 26.12.2024 р.) під час викладання освітньої компоненти «Основи ЗЕД та митної справи» для підготовки бакалаврів за спеціальністю 072 «Фінанси, банківська справа та страхування».

Особистий внесок здобувача. Виконане дисертаційне дослідження є самостійною завершеною працею, в якій, на основі положень фінансів, покращено існуючі теоретико-методологічні засади РОУ ФБП. Висновки та результати дисертаційного дослідження отримані автором самостійно, а внесок автора відображено в колективно опублікованих працях і конкретизовано в списку публікацій.

Апробація отриманих результатів. Результати дослідження апробовані під час участі у науково-практичних конференціях і семінарах, зокрема, на II Міжнародній науковій конференції «Період трансформаційних процесів в світовій науці: задачі та виклики» (Кривий Ріг, 01 лютого 2024 р.); II International Scientific and Practical Conference «Science in motion: classic and modern tools and methods in scientific investigations» (Вінниця, 24 січня 2024 р.); COLINS-2023: 7th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (Харків, 20-21 квітня 2023 р.); Міжнародній науковій конференції «Механізми забезпечення розвитку економіки в умовах глобальних змін: міжнародний досвід» (Рига, Латвійська Республіка, 21-22 жовтня 2022 р.); 12022 IEEE 9th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (Харків, 10-12 жовтня 2022 р.); Digitalization of the economy as a factor in the sustainable development of the state: International scientific conference (Кельце, Польща, 23-24 вересня 2022 р.); Перспективи розвитку обліку, аналізу та аудиту в контексті євроінтеграції (Одеса, 20 травня 2022 р.); 14-th International Scientific and Practical Conference «Science and Education in Progress (Дублін, Ірландія, 16-18 серпня 2024 р.); 4-th International Scientific and Practical Conference «Science: Development and Factors its Influence» (Амстердам, Нідерланди, 06-08 серпня 2024);

Публікації за темою дисертації. Основні результати і висновки роботи опубліковано в 14 наукових працях, серед яких: 5 опублікованих наукових праць загальним обсягом 2,9 друк. арк. (з них 1,5 друк. арк. належать особисто автору), з них 2 публікації у наукових фахових виданнях України, що проіндексовані у міжнародних наукометричних базах (Scopus, Web of Science) та 9 публікацій у матеріалах наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Роботу викладено на 248 сторінках машинописного тексту (10,3 авт. арк.). Дисертаційна робота містить 49 рисунків (з них 4 займають 2 повні сторінки), 44 таблиці (з них 1 займає 1 повну сторінку), 4 додатки – на 12 сторінках, список використаних джерел із 365 найменувань – на 43 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації становить 177 сторінок (7,37 авт. арк.).

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВ

1.1. Понятійно-категоріальний апарат та методичні основи ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства

Дослідження РОУ ФБП актуальне з кількох причин. По-перше, глобальний фінансовий ландшафт неперервно змінюється, внаслідок чого з'являються нові фінансові інструменти, ринки та регулятиви. Зростання популярності криптовалют і децентралізованих фінансів створює нові можливості, але також і нові ризики. Регуляторні зміни, такі як посилення вимог до звітності та прозорості, можуть суттєво вплинути на діяльність підприємств. По-друге, глобалізація вносить додаткові ризики, такі як коливання валют, геополітична нестабільність і зміни у міжнародних торгових угодах. Наприклад, торгові війни між великими економіками можуть створювати значні ризики для компаній, що залежать від міжнародних поставок. Також, політична нестабільність у певних регіонах може впливати на безпеку інвестицій і роботу підприємств. Ці фактори вимагають від компаній розробки ефективних стратегій управління ризиками для мінімізації негативних впливів та збереження конкурентоспроможності на глобальному ринку.

Технологічний прогрес приносить нові можливості та нові виклики. Фінансові кризи, особливо 2008 року, нагадують про важливість ризик-орієнтованого підходу. Криза, викликана пандемією COVID-19, продемонструвала, наскільки швидко можуть змінюватися економічні умови та наскільки важливо бути готовим до непередбачуваних подій. Додатково, конфлікти, такі як війна в Україні, створюють нові ризики для глобальної економіки, включаючи перебої в постачанні, геополітичну нестабільність і

зростання цін на енергоносії. Ці фактори підкреслюють необхідність комплексного підходу до управління ризиками. Зростаючі вимоги зацікавлених сторін та регуляторів підсилюють цю потребу. Компанії, які ефективно управляють ризиками, можуть отримати конкурентні переваги, використовуючи можливості, які інші вважають занадто ризикованими. Наприклад, компанії, що швидко адаптуються до нових технологій або нестабільних ринків, можуть здобути значну перевагу. Нарешті, академічний світ відзначає зростання інтересу до цієї теми, що підтверджується численними науковими роботами та дослідженнями. Зростання кількості досліджень у цій галузі свідчить про її важливість і актуальність для сучасних фінансових практик. Всі ці фактори підкреслюють важливість та актуальність досліджень ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства.

Основою стійкого зростання підприємства та позитивних результатів його фінансової діяльності є ефективна система ФБП, яка забезпечує захист від зовнішніх та внутрішніх загроз. Для фундаментального розуміння цієї системи необхідно спочатку розглянути такі ключові поняття, як «загроза» та «ризик». Ці ключові поняття досліджено та проаналізовано великою кількістю вчених, що спеціалізуються у сфері ФБП. В результаті дослідження відповідних публікацій виявлено, що існує три основні підходи до формування їх дефініцій. Ці підходи дозволяють по-різному відобразити природу понять і їх вплив на ФБП. Детальніше згадані підходи розглянуто в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Підходи до визначення понять «загроза», «ризик»

Підходи	Загроза	Ризик
Вірогідність	Можливість, неминучість небезпеки [322, 325]	Ступінь вірогідності певної негативної події, яка може наступити в певний час або за певних обставин на території об'єктів економічної діяльності [346, 328]
Умови та чинники	Негативний вплив внутрішніх і зовнішніх факторів на підприємство [349, 365]	Можливе відхилення від намічених результатів як у позитивний бік, так і в негативний [345, 339]
Результат дій	Дії, що здатні нанести шкоди підприємству [321, 329, 361]	Усвідомлена можливість небезпеки, а також можливість збитків або неуспіху у якійсь справі [355, 360, 320]

Джерело: сформовано на основі [320-322, 325, 346, 328, 349, 365, 345, 339, 329, 355, 360, 361]

Існуючі визначення, наведені в таблиці 1.1, характеризуються загальністю та недостатньою деталізацією, що ускладнює їхнє застосування в РОУ ФБП. Наприклад, визначення загрози як «можливість, неминучість небезпеки» [322, 325] є занадто широким і не розкриває потенційних фінансових наслідків для підприємства. Таке визначення не враховує ймовірність виникнення загрози та її можливий обсяг збитків, що є ключовими аспектами управління фінансовими ризиками. Визначення ризику як «ступінь вірогідності певної негативної події, яка може наступити в певний час або за певних обставин на території об'єктів економічної діяльності» [346, 328] також є недостатньо деталізованим, оскільки не враховує ступінь впливу цих подій на фінансовий стан підприємства. Визначення ризику як «усвідомлена можливість небезпеки, а також можливість збитків або неуспіху у якійсь справі» [355, 360, 320] не інтегрує взаємозв'язок між ймовірністю виникнення події та її наслідками, що є критично важливим для комплексного аналізу фінансових ризиків. Визначення загрози як «дії, що здатні нанести шкоди підприємству» [321, 329, 361] не розкриває взаємозв'язок між умовами та чинниками, що впливають на реалізацію цієї загрози, а також не враховує можливість позитивних відхилень від намічених результатів [345, 339]. Це обмежує можливості управління ризиками, оскільки не враховується потенціал для використання можливостей, які можуть виникнути внаслідок певних подій. Крім того, визначення загрози як «негативний вплив внутрішніх і зовнішніх факторів на підприємство» [349, 365] не враховує специфічні умови та чинники, що впливають на фінансовий стан підприємства, що є важливим для розуміння контексту РОУ ФБП.

З огляду на зазначені недоліки існуючих підходів, було сформульовано власні визначення, які більш точно відображають специфіку фінансових ризиків та їхній вплив на підприємства. Загрозу можна визначити як потенційну обставину або подію, яка при реалізації може спричинити порушення ФБП, зниження рентабельності або інші негативні фінансові наслідки, враховуючи ймовірність її виникнення та можливий обсяг збитків. Ризик можна визначити як можливість виникнення небажаних подій або

обставин, що можуть призвести до фінансових втрат або погіршення ФБП, визначається взаємодією ймовірності виникнення цієї події та її потенційних наслідків для підприємства. Ці визначення усувають недоліки існуючих підходів, оскільки вони більш точно відображають специфіку фінансових ризиків та їхній вплив на підприємства. Вони інтегрують взаємозв'язок між ймовірністю виникнення події та її наслідками, що дозволяє здійснювати більш детальний та ефективний аналіз фінансових ризиків. Крім того, власні визначення враховують специфічні умови та чинники, що впливають на фінансовий стан підприємства, забезпечуючи гнучкість та адаптивність моделей управління ризиками до змінних ринкових умов. Таким чином, власні трактування понять «загроза» та «ризик» є необхідним кроком для підвищення ефективності фінансового аналізу та управління ризиками, забезпечуючи більш глибоке та комплексне розуміння потенційних фінансових загроз та можливостей їхнього впливу на діяльність підприємства.

У свою чергу, поняття ФБП також розглядалося науковцями в різних аспектах (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Підходи до визначення поняття ФБП

Підхід	Публікації
Складова економічної безпеки підприємства	358, 48
Самостійний об'єкт управління	362, 342, 357
Стан (ресурсів, діяльності, фінансових інтересів тощо), який характеризується відповідною стійкістю до зовнішніх і внутрішніх загроз	360, 317, 341
Фінансова безпека підприємства як діяльність з управління ризиками	339, 354
Процес (процес забезпечення стабільності його функціонування, фінансової рівноваги; процес досягнення певного стану тощо)	348, 350, 353
Система (забезпечення фінансовими ресурсами; збалансований стан елементів та підсистем);	343, 351

Джерело: сформовано на основі [358, 48, 362, 342, 357, 360, 317, 341, 339, 354, 348, 350, 343, 351, 353]

Перелічені в табл. 1.2 підходи в сукупності описують поняття ФБП. На відміну від інших підходів, визначення Єрмошенко М.Н. [360] інтегрує взаємозв'язок між різними аспектами ФБП, що дозволяє здійснювати більш

детальний та всебічний аналіз ризиків. Крім того, це визначення відповідає попередньо обраним дефініціям понять «загроза» та «ризик», що сприяє узгодженості та цілісності методологічної основи дослідження. Вибір саме цього підходу також зумовлений його здатністю враховувати як внутрішні, так і зовнішні чинники, що впливають на фінансовий стан підприємства, що є критично важливим для забезпечення ФБП в умовах динамічних ринкових змін. Таким чином, використання трактування ФБП за Єрмошенко М.Н. [360] дозволяє створити більш точні та ефективні моделі РОУ, що відповідають сучасним вимогам та потребам підприємств.

Спираючись на обрані дефініції, сформовано компоненти системи ФБП на рис. 1.1.

Мета – забезпечення стабільності фінансового стану підприємства шляхом ефективного управління фінансовими ризиками та захисту економічних інтересів від потенційних загроз					
Предмет - комплекс заходів, методів і засобів, спрямованих на виявлення, оцінку, моніторинг та управління фінансовими ризиками, а також на забезпечення стійкості фінансових ресурсів підприємства до внутрішніх і зовнішніх негативних впливів		Об'єкт - підприємство, його фінансові ресурси, діяльність, фінансові інтереси та інші складові, що визначають його фінансову стабільність і рентабельність		Суб'єкти - Керівництво підприємства, фінансовий відділ, зовнішні партнери (банки, страхові компанії, фінансові установи)	
Завдання					
Ідентифікація потенційних загроз і ризиків	Оцінка впливу ризиків на фінансовий стан підприємства	Розробка та впровадження заходів з мінімізації ризиків	Моніторинг та аналіз ефективності управління ризиками	Забезпечення адаптивності системи до змінних ринкових умов та внутрішніх факторів підприємства	
Принципи управління фінансовою безпекою підприємства					
Комплексний підхід до управління ризиками	Проактивне виявлення загроз	Систематичний аналіз та оцінка ризиків	Використання інноваційних методів і технологій	Прозорість та відповідальність	Постійне вдосконалення процесів управління фінансовою безпекою
Рівні управління фінансовою безпекою підприємства					
Стратегічний - розробка загальної політики управління фінансовими ризиками та визначення основних напрямків забезпечення фінансової безпеки.		Тактичний - планування та координація конкретних заходів з мінімізації ризиків.		Оперативний - виконання щоденних дій щодо моніторингу та контролю фінансових показників, виявлення та реагування на поточні загрози	

Рис. 1.1. Компоненти системи ФБП

Джерело: власна розробка

Відповідно, система ФБП є комплексною та багаторівневою структурою, яка включає ключові компоненти: мету, предмет, об'єкт, суб'єкти, завдання,

принципи та рівні. Ця структурована модель демонструє взаємозв'язок необхідності цілісного та інтегрованого підходу для ефективного захисту ФБП. Завдяки чітко визначеним завданням та принципам, система забезпечує послідовне та систематичне управління фінансовими ризиками, що сприяє підвищенню стійкості та адаптивності підприємства в умовах динамічного та непередбачуваного економічного середовища. Таким чином, рис. 1.1 ілюструє важливість всебічного підходу до ФБП, де кожен компонент відіграє свою роль у забезпеченні стабільного та ефективного функціонування підприємства.

Підприємство існує в оточенні різноманітних загроз та ризиків, якими неможливо управляти в повному обсязі, це вимагає значних фінансових витрат. Необхідно визначати ризики, які безпосередньо впливають на діяльність компанії, визначати для підприємства, які можуть значно порушити його фінансове становище і привести до банкрутства та здійснювати відповідні заходи. Описаний процес зображено на рис 1.2.

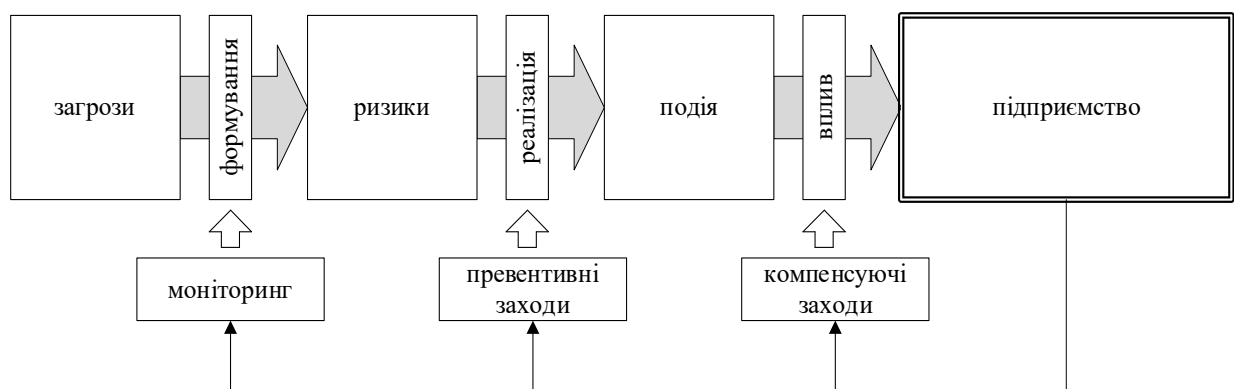


Рис. 1.2. Механізм управління ФБП

Джерело: власна розробка

Враховуючи зображене на рис.1.2 є актуальним формування класифікації ризиків ФБП, так як це спростить їх моніторинг та розробку стратегій управління. На основі синтезу існуючих публікацій з класифікаціями [349, 345, 329, 346], сформовано класифікацію в табл. 1.3.

Класифікація ризиків ФБП

Критерій	Вид загрози	Ознаки класифікації	Види ФБП
рівень [349, 345, 329, 346]	макро, мезо, мікро	мета	стратегічна, тактична
передбачуваність [349, 345, 329]	прогнозовані, непрогнозовані	стан безпеки	фактична, очікувана, потенційна
джерело виникнення [349]	зовнішні, внутрішні	форма прояву	внутрішня, зовнішня
тривалість [349, 345, 329, 346]	тимчасові, постійні	стабільність	стабільна (безперервна, періодично поновлювана), нестабільна (епізодична, тимчасова)
часовий період [349, 345, 329, 346]	поточні, довготривалі		
ймовірність [329, 346]	високоймовірні, малоїмовірні	гарантування	гарантована, негарантована
масштаб [349, 345, 329, 346]	допустимі, критичні, катастрофічні	достатність	достатня, недостатня
об'єкт [349, 345, 329, 346]	бюджетні, грошово-кредитні, банківські, інвестиційні, інноваційні, інформаційні, фондові, страхові, валютні	фаза	виробництво, розподіл, обмін, споживання
можливість здійснення [349]	реальні, потенційні	реальність	дійсна, умовна
характер впливу [329, 346]	прямі, непрямі	рівень досягнення	базова, перехідна, підвищена
		ступінь забезпечення	забезпечена, незабезпечена

Джерело: сформовано на основі [349, 345, 329, 346]

Класифікація з табл. 1.3 дозволяє зосередитися на окремих ризиках ФБП та спрямувати ресурси на їх вирішення. В умовах зростаючих вимог регуляторів до прозорості фінансової діяльності, ефективна ідентифікація ризиків є перевагою, яка підвищує довіру стейкхолдерів та сприяє стабільності підприємства.

Окрім моніторингу ризиків, підприємству необхідно враховувати свої фінансові інтереси, оскільки ризики безпосередньо впливають на такі важливі аспекти, як забезпечення основним та оборотним капіталом, інвестиції для розвитку, максимізація прибутку, оптимізація відрахувань до бюджету та

зростання ринкової вартості акцій. Управління ризиками та фінансовими інтересами є взаємопов'язаними процесами, які визначають стратегії підприємства.

Таким чином, ефективність управління ФБП залежить від факторів зовнішнього та внутрішнього середовища. Ефективне управління дозволяє підприємству ефективно взаємодіяти з ризиками і підтримувати необхідний рівень ФБП. На рис. 1.3 зображено функціональну структуру ФБП, сформовану на основі аналізу публікацій [225, 93, 27], яка демонструє взаємозв'язок між ризиками та фінансовими інтересами підприємства.



Рис. 1.3. Функціональна структура ФБП

Джерело: сформовано на основі [225, 93, 27]

Згідно з рис. 1.3 функціональна структура ФБП є багатогранною і включає численні елементи. Кожен з цих елементів відіграє свою роль у формуванні ФБП. Між різними видами ФБП та її структурними елементами існує тісний взаємозв'язок. Це підкреслює необхідність комплексного підходу до управління фінансовою безпекою для того, щоб адекватно реагувати на виклики, мінімізувати ризики та забезпечувати довгострокову стабільність.

Науковці [323, 344, 342, 354, 357, 317, 341] виділяють 3 методи оцінки рівня ФБП: індикаторний, ресурсно-функціональний та коефіцієнтний. Відповідні методи описано в табл. 1.4.

Підходи до визначення рівня ФБП

Підхід	Опис	Переваги	Недоліки
індикаторний підхід [323, 344, 318, 326]	порівняння фактичних показників фінансової безпеки з пороговими значеннями. високий рівень фінансової безпеки досягається, коли всі індикатори відповідають пороговим значенням, не шкодячи іншим	простота та ясність	складність визначення порогових значень для кожного конкретного підприємства, що може зробити його малопридатним для невеликих або унікальних підприємств
ресурсно-функціональний підхід [342, 354]	оцінка стану власних та позикових фінансових ресурсів, а також рівня фінансової стабільності і незалежності	глибокий аналіз ресурсного потенціалу підприємства	залежність від змін у зовнішньому оточенні
коефіцієнтний підхід [357, 317, 341]	розрахунок коефіцієнтів ліквідності, платоспроможності, рентабельності.	детальна картина фінансового здоров'я підприємства	вимагає глибоких знань в області фінансів і бухгалтерії для правильного розрахунку і тлумачення коефіцієнтів

Джерело: сформовано на основі [323, 344, 318, 326, 342, 354, 357, 317, 341]

Підходи до визначення рівня ФБП у табл.1.4 дозволяють комплексно оцінити його фінансовий стан та ідентифікувати ключові ризики, а також застосовувати релевантні засоби впливу. Компоненти РОУ ФБП, зображені на рис. 1.4, було відібрано на основі аналізу існуючих підходів, що представлені в наукових дослідженнях [323, 344, 318, 326, 342, 354, 357, 317, 341]. Критерій відбору компонентів полягав у їхній здатності максимально впливати на процес ідентифікації, оцінки та управління ризиками, а також забезпечувати інтеграцію управління ризиками у бізнес-процеси підприємства. Ці компоненти вважаються ключовими, оскільки вони охоплюють основні аспекти управління фінансовими ризиками, які є критичними для стабільної роботи підприємства.



Рис. 1.4. Компоненти РОУ ФБП

Джерело: сформовано на основі [323, 344, 342, 354, 357, 317, 341]

Впроваджуючи компоненти з рис 1.4, підприємство може ефективно управляти фінансовими ризиками, забезпечуючи стабільність і сприяючи зростанню. Для трансформації ризиків та підвищення ефективності підприємству необхідно працювати спираючись на визначені елементи РОУ ФБП.

На початковому етапі впровадження РОУ ФБП керівнику або відповідальній особі рекомендується дослідити ризики, характерні для відповідного сегменту ринку. Необхідно зібрати загальну інформацію про підприємство для ефективної оцінки його місії, стратегії, основних завдань і цінностей. Така інформація сприятиме забезпеченню узгодженості та відповідності між стратегічними цілями у сфері управління ризиками та місією підприємства, а також його корпоративною політикою.

Встановлення взаємодії між зовнішнім та внутрішнім середовищем є ключовим, оскільки управління ризиками відбувається в межах цілей

підприємства, організаційні фактори можуть стати джерелом ризику, а завдання управління ризиками часто пов'язані з загальними цілями підприємства. Оцінювання здійснюється за допомогою методів SWOT-аналізу, PEST-аналізу, аналізу п'яти сил Портера тощо [28, 355, 346]. Визначення внутрішнього контексту передбачає дослідження структури підприємства та її складових, аналіз взаємодії між ними, а також розподіл обов'язків, зон відповідальності, повноважень і процесів обміну інформацією всередині організації.

Настання факту перетворення потенційного ризику на реальну проблему залежить від особи, що приймає рішення на підприємстві. Особа, що приймає рішення є ключовим учасником у процесі управління ризиками. Вона використовує інформацію про ризики, отриману в ході процесу управління ризиками, для прийняття обґрунтованих рішень. Прийняття рішень відбувається на основі встановленого ризик-апетиту підприємства. Ризик-апетит – це ступінь ризику, який підприємство готове прийняти, щоб досягти своїх стратегічних цілей. Він визначає рівень ризиків, на який підприємство готове піти з метою досягнення своїх загальних операційних і фінансових цілей. При цьому, кожний ризик розглядається окремо. Концепція ризик-апетиту надає можливість впливати на стан управління ризиками, тому їй слід приділити увагу. Елементи концепції ризик-апетиту, представлені на рис. 1.5, було розроблено на основі синтезу досліджень [28, 355, 346], які висвітлюють різні підходи до визначення та управління ризик-апетитом.

Виходячи з рис. 1.5, можна зробити висновок, що концепція ризик-апетиту підприємства базується на інтеграції кількох ключових елементів, які забезпечують ефективне управління ризиками. Вона створює основу для визначення прийняттого рівня ризику, узгодження стратегії підприємства з його готовністю приймати ризики, забезпечує належну політику прийняття рішень, а також сприяє підвищенню стійкості організації через чітку структуру процесів управління та інформування. Це дозволяє підприємству приймати обґрунтовані рішення та своєчасно реагувати на можливі загрози.

Рівень толерантності	Ненависть	Уникнення ризику та невизначеності є ключовою метою
	Мінімальний	Надання переваги надбезпечним, низькоризиковим рішенням
	Обережний	Надання переваги безпечним рішенням, які мають низький ступінь ризику
	Відкритий	Готовність розглянути всі потенційні варіанти і прийняти рішення, що з найбільшою ймовірністю призведе до отримання переваг
	Голодний	Прагнення до інновацій та рішень, що надають потенційно більшу перевагу для бізнесу, незважаючи на більший пов'язаний ризик
Критерії толерантності	Фінансові показники	Максимальне співвідношення боргу до власного капіталу
		Мінімальна рентабельність інвестицій (ROI)
	Ключові показники ефективності (КПІ)	Поріг простою
		Рівень задоволеності клієнтів
	Показники безпеки та відповідності	Кількість інцидентів, пов'язаних з безпекою
		Порушення нормативних вимог
	Репутаційний ризик	Вплив засобів масової інформації або зв'язків з громадськістю
	Ринкові та валютні ризики	Коливання валютних курсів
		Частка ринку
	Проектний ризик	Перевиконання графіка
Використання ресурсів		
Політика	Офіційне визначення меж прийнятності ризиків на підприємстві. Має відповідати загальним стратегічним цілям організації та слугувати орієнтиром для осіб, які приймають рішення з питань, пов'язаних з ризиком.	
Стійкість	Здатність організації протистояти впливу потенційних ризиків без шкоди для її фінансової стабільності, репутації або здатності ефективно функціонувати. Вона враховує фінансові ресурси, досвід та стійкість організації до несприятливих подій та відновлення після них.	
Профіль	Окреслює різні типи ризиків, з якими стикається підприємство, та їхній потенційний вплив на досягнення її цілей. Надає всебічний огляд ризиків, на які наражається підприємство, дозволяючи зацікавленим сторонам зрозуміти суть ризиків та їхні потенційні наслідки	
Структура	Окреслює процеси, ролі, обов'язки та методології для встановлення, інформування та моніторингу щодо ризиків підприємства. Концепція допомагає забезпечити інтеграцію апетиту до ризику в процеси прийняття рішень та операційну діяльність.	
Інформування	Передбачає поширення заяви про апетит до ризику та пов'язаної з нею інформації серед усіх зацікавлених сторін, включаючи раду директорів, керівників, працівників, інвесторів та регуляторів. Прозора та чітка комунікація допомагає зацікавленим сторонам зрозуміти підхід організації до управління ризиками та сприяє формуванню культури усвідомлення ризиків.	

Рис. 1.5. Елементи концепції ризик-апетиту

Джерело: сформовано на основі [28, 355, 346]

Важливо зазначити, що критерії толерантності до ризиків можуть бути адаптовані до конкретних потреб та обставин окремого підприємства. Вони повинні регулярно переглядатися, щоб забезпечити їх відповідність стратегічним цілям. Крім того, залучення ключових зацікавлених сторін до визначення цих критеріїв допомагає формувати культуру усвідомлення ризиків і підтримує ефективні практики управління ризиками.

На міжнародному рівні сформовано стандарти управління ризиками в результаті співпраці провідних організацій у сфері ризик-менеджменту, зокрема Федерації Європейських Асоціацій Ризик-Менеджменту (FERMA), Інституту Ризик-Менеджменту (IRM), Національного Суспільного Форуму Ризик-Менеджменту і Асоціації Ризик-Менеджменту та Страхування (AIRMIC). Найбільш відомі стандарти зображено на рис. 1.6.

Номер / коротка назва стандарту	Найменування стандарту англійською мовою	Найменування стандарту українською мовою
ISO 31010	Risk management – Risk assessment techniques	Ризик-Менеджмент – Посібник з оцінки ризиків
ISO Guide 73	Risk Management – Vocabulary Guidelines for use in standards	Ризик-Менеджмент – Словник-посібник з використання в стандартах
ISO 31000	Risk management – Principles and guidelines	Ризик-Менеджмент – Принципи й рекомендації
COSO ERM	Enterprise Risk Management – Integrated Framework	Ризик-Менеджмент Підприємства – Інтегрована модель управління
IRM, AIRMIC і FERMA RMS	Risk management standard	Стандарт управління ризиками
BASEL II	International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: a Revised Framework	Міжнародні стандарти виміру капіталу – допрацьована версія

Рис. 1.6. Міжнародні стандарти управління ризиками

Джерело: сформовано на основі [158, 81]

Стандарти на рис. 1.6 забезпечують підприємства чіткими рекомендаціями щодо процесів і процедур управління ризиками, сприяють підвищенню ефективності цих процесів і полегшують впровадження найкращих практик у діяльність організацій.

Рис. 1.7 ілюструє систему управління ризиками підприємства, був сформований шляхом синтезу та аналізу різних підходів до управління ризиками, представлених у публікаціях та міжнародних стандартах [22, 8, 54]. Методологічною основою для його створення слугували існуючі теоретичні концепції та практичні рекомендації щодо управління ризиками. В результаті проведеного аналізу було розроблено узагальнену модель, яка відображає ключові етапи й елементи процесу управління ризиками. Зважаючи на визначену природу ризику та можливі його джерела, варто окремо розглянути

функції ризику, оскільки він може мати як негативні, так і позитивні аспекти. Це передбачає не лише необхідність захисту від небезпек, спричинених випадковими подіями, але й використання можливостей, які відкриває ризик. Водночас сприйняття та оцінка ризику повністю залежать від суб'єкта, який ухвалює рішення в умовах невизначеності середовища.

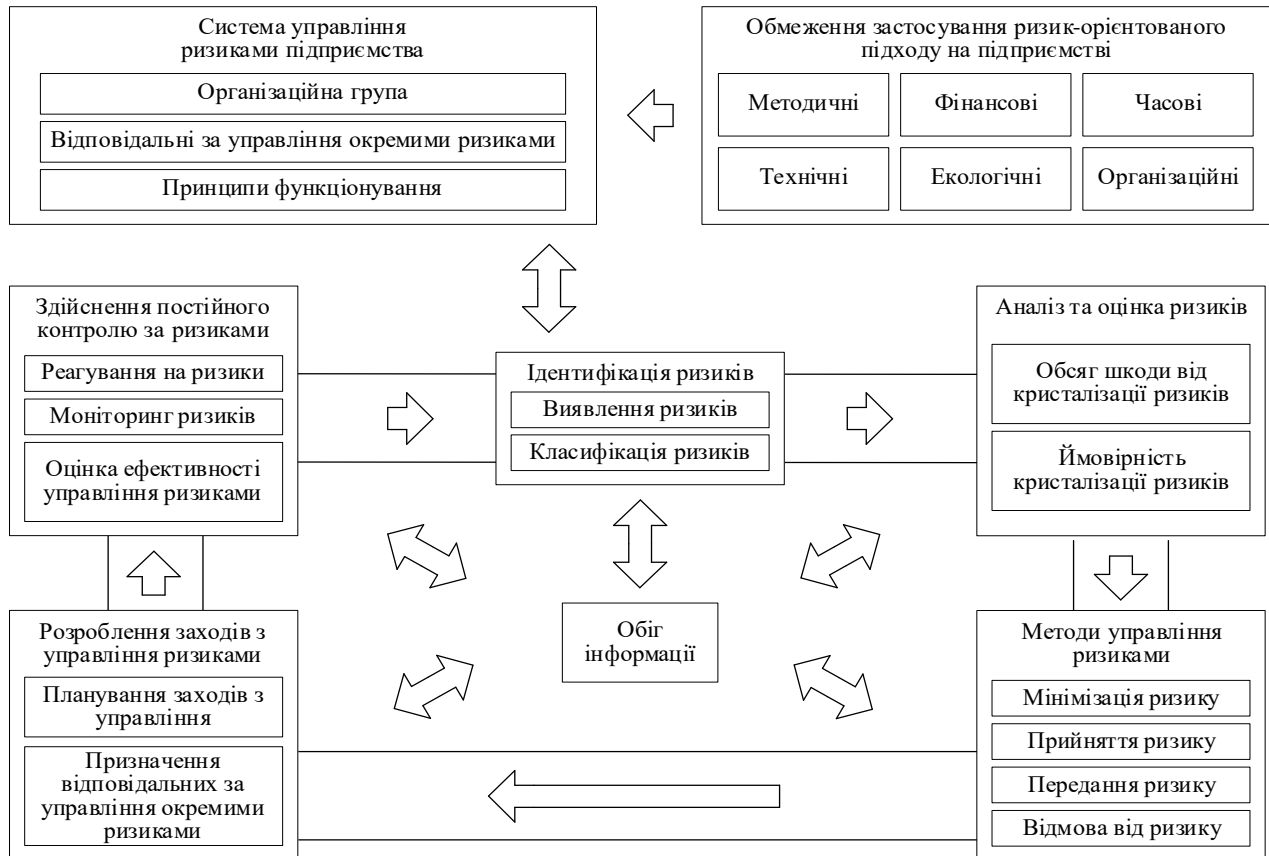


Рис. 1.7. Система управління ризиками підприємства

Джерело: сформовано на основі [22, 8, 54]

Таким чином, процес управління ризиком залежить від життєвого циклу ризикової ситуації та етапу циклу управління ризиком, оскільки кожна стадія ризику – від його ідентифікації до моніторингу й реагування – впливає на вибір управлінських рішень. Це впливає з того, що на кожному етапі життєвого циклу ризик може мати різні рівні впливу та можливості для контролю, тому управління ним повинно бути адаптоване до актуальної ситуації. Таким чином, можна зробити висновок, що функціонуючі підприємства дотримуються концепції прийняттого ризику, яка передбачає визнання неможливості повного

усунення ризику в більшості ситуацій. Замість цього пропонується знижувати ризик до рівня, що не становить загрози для діяльності підприємства. У цьому контексті доцільно ухвалювати рішення, спрямовані на досягнення поставлених цілей із урахуванням компромісного рівня ризику – прийнятного ризику. Це дозволяє забезпечити баланс між очікуваними вигодами та потенційними загрозами, враховуючи допустимі втрати, зокрема витрати на здійснення превентивних антиризикових заходів.

Для визначення прийнятного рівня ризику рекомендується використовувати концепцію ALARP (as low as reasonably practicable), що означає «так низько, як це розумно здійснено» [22, 8, 54]. ALARP займає центральне місце в управлінні ризиками, та визначає підхід, який прагне до оптимального зниження ризиків, враховуючи, що абсолютне їх видалення часто є нереалістичним. Завдяки ALARP підприємства можуть зосереджувати свої ресурси на найбільш критичних ризиках, замість їх рівномірного розподілу. Ця концепція також вимагає від підприємств чіткого обґрунтування своїх рішень у контексті управління ризиками, сприяючи прозорості та відповідальності. Окрім того, ALARP забезпечує гнучкість у відгуку на змінні обставини, дозволяючи переоцінювати ризики та заходи відповідно до нових даних. Більш детально концепцію зображено на рис. 1.8.

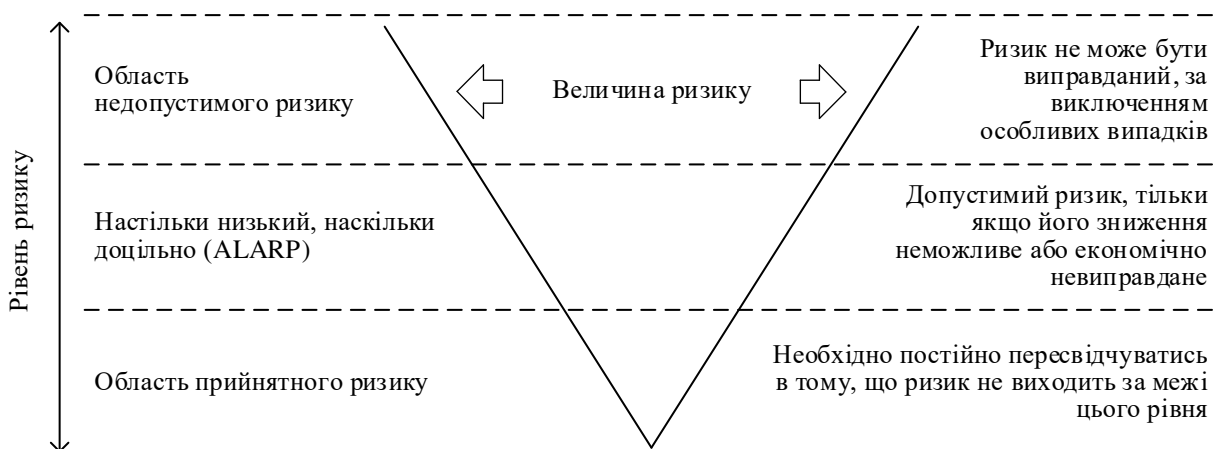


Рис. 1.8. Модель ALARP

Джерело: сформовано на основі [22]

Ширина конуса на рис.1.8 відображає обсяг ризику, якому піддається підприємство, що відповідає його ризиковій ємності. Горизонтальні лінії визначають два ключові критерії:

- рівень, на якому ризик є незначним і може бути прийнятий без спеціальних заходів щодо його усунення, окрім моніторингу;
- рівень, на якому ризик є неприпустимим, і діяльність слід припинити або обмежити, якщо ризик не вдається зменшити.

Між цими рівнями знаходиться зона, у якій враховуються витрати та вигоди:

- у разі наближення ризику до неприпустимого рівня, його необхідно зменшити;
- якщо ризик наближається до прийнятного рівня, слід вжити заходів для подальшого скорочення витрат на управління ризиком, щоб ці витрати не перевищували очікуваних вигод.

Викладені положення дали можливість сформувати карту ризиків, що відповідає моделі ALARP, рис. 1.9.

		Вплив на діяльність підприємства				
		Мінімальний	Незначний	Середній	Значний	Максимальний
Ймовірність виникнення	Максимальна	прийнятний	небажаний	недопустимий	недопустимий	недопустимий
	Висока	низький	прийнятний	небажаний	недопустимий	недопустимий
	Середня	низький	прийнятний	прийнятний	небажаний	недопустимий
	Низька	низький	низький	прийнятний	прийнятний	небажаний
	Мінімальна	низький	низький	низький	низький	прийнятний

Рис. 1.9. Карта ризиків, що відповідає моделі ALARP

Джерело: сформовано на основі [54]

Карта ризиків з рис 1.9, дає можливість завдяки математичним методам й моделям за умов оцінки ймовірності виникнення ризиків спрогнозувати вплив

ризиків на діяльність підприємства, та розробити й певні заходи щодо їх зменшення, подолання або усунення.

Рис. 1.10 ілюструє зв'язок моделі ALARP (As Low As Reasonably Practicable) з методами управління ризиками, сформований на основі аналізу підходів до мінімізації ризиків, які застосовуються у практиці РОУ [35].

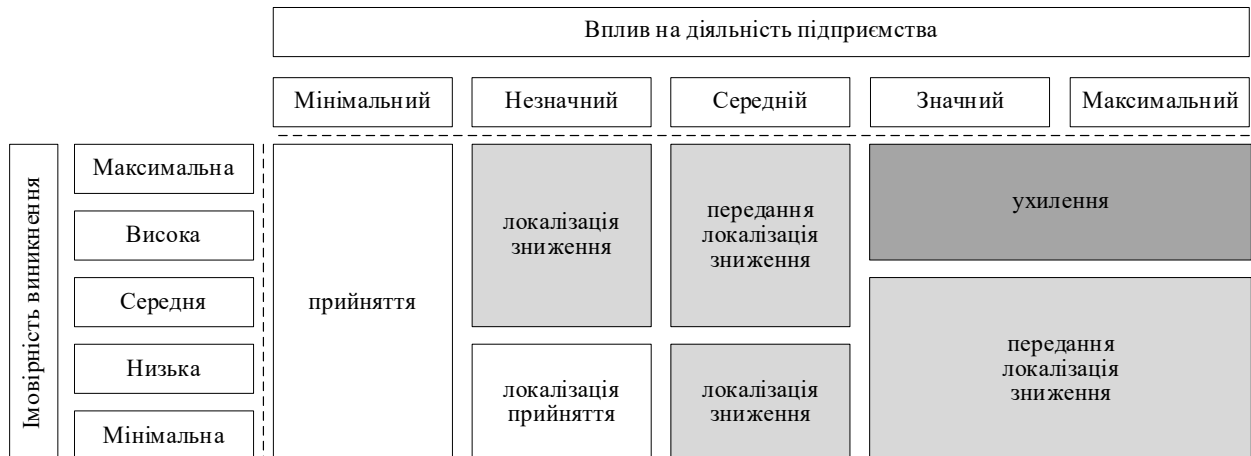


Рис. 1.10. Зв'язок моделі ALARP з методами РОУ

Джерело: сформовано на основі [54]

Концепт РОУ ФБП набуває все більшої актуальності, адже відповідно до класичної теорії даний підхід передбачає концентрацію обмежених ресурсів підприємства в зонах максимального ризику для попередження його реалізації та заподіяння збитків, через комплекс дій з ідентифікації, аналіз, оцінки та обробки ризиків [81]. Основними засадами РОУ передбачається інтеграція у всі бізнес-процеси від найнижчого щабля до найвищого, при максимальному залученні кожного співробітника для реалізації мети підприємства.

Основним завданням РОУ ФБП не залежно від виду діяльності, сфери його застосування чи розміру господарюючого суб'єкта виступають досягнення поставлених цілей за рахунок зниження ризиків.

Даний підхід у сучасних умовах господарювання визначається більш ефективним, у порівнянні з традиційним РОУ, через його концентрацію на зонах підвищеного ризику, а також інтеграцію у всі бізнес-процеси. Це дає

можливість своєчасно реагувати на виклики та реалізувати превентивні заходи, виявляти та усувати слабкі місця та уникати негативних наслідків реалізації ризиків.

Основою РОУ є ідентифікація, аналіз та оцінка ризиків, покликані забезпечити розуміння кожним співробітником вразливість до ризику господарського об'єкту чи бізнес-процесу. Встановлення контексту РОУ ФБП передбачає виявлення зовнішніх та внутрішніх параметрів, які повинні враховуватися при управлінні ризиками, а також визначення сфери застосування та критеріїв ризику при використанні політики управління ризиками.

1.2. Роль фінансових даних і технологій в фінансовій безпеці підприємства

Після розгляду ключових понять РОУ ФБП, важливим є розуміння, яку роль в цьому мають фінансові дані та технології.

Фінансові дані безпосередньо стосуються понять, описаних у п. 1.1, оскільки вони служать основою для аналізу ризиків, оцінки ризик-апетиту та прийняття рішень у контексті управління ризиками. Без точних фінансових даних неможливо ефективно ідентифікувати загрози, оцінювати їх вплив чи контролювати їхній розвиток. У п. 1.2 детально проаналізовано, як фінансові дані та технології покращують РОУ та сприяють підвищенню рівня ФБП.

Інтеграція технологій та великих даних в РОУ ФБП є не просто відгуком на тенденції, але визначає стратегічний підхід до забезпечення стійкості підприємств і оптимізації рішень у фінансовому управлінні. У 2015-2025 роках науковцями активно досліджувалось застосування великих даних та штучного інтелекту у сфері фінансів, що підтверджується високим рівнем цитування відповідних публікацій (табл. 1.5). Метод цитувань обрано для актуалізації

питання, оскільки він дозволяє відстежити розвиток наукових ідей і підтвердити їх значимість на основі вагомих джерел.

Таблиця 1.5

Найбільш цитовані публікації щодо застосування великих даних та штучного інтелекту у фінансах

Назва	Автори	Рік	Цитування станом на 05.04.2024
Big data in finance and the growth of large firms [36]	Begenau J.; Farboodi M.; Veldkamp L.	2018	84
Current landscape and influence of big data on finance [143]	Hasan M.M.; Popp J.; Oláh J.	2020	79
Big data in finance [100]	Fang B.; Zhang P.	2016	51
Integrating big data analytics into supply chain finance: The roles of information processing and data-driven culture [303]	Yu W.; Wong C.Y.; Chavez R.; Jacobs M.A.	2021	52
Big Data Opportunities for Accounting and Finance Practice and Research [73]	Cockcroft S.; Russell M.	2018	70
A Bibliometric Review of Big Data in Finance [219]	Nobanee H.	2021	25
Artificial intelligence and machine learning in finance: A bibliometric review [6]	Ahmed S.; Alshater M.M.; Ammari A.E.; Hammami H.	2022	40
Identifying big data's opportunities, challenges, and implications in finance [269]	Sun H.; Rabbani M.R.; Sial M.S.; Yu S.; Filipe J.A.; Cherian J.	2020	31
Big data analytics in digital platforms: how do financial service providers customise supply chain finance? [264]	Song H.; Li M.; Yu K.	2021	36
Improving the predictability of business failure of supply chain finance clients by using external big dataset [311]	Zhao X.; Yeung K.; Huang Q.; Song X.	2015	46

Джерело: сформовано на основі [36, 143, 100, 303, 73, 219, 6, 269, 264, 311]

Згідно з табл. 1.5, великі дані є важливим аспектом сучасних фінансових досліджень. У [36] підкреслено, що великі дані сприяють зростанню конкурентоспроможності великих компаній. У [143] детально розглянуто вплив великих даних на фінансові послуги. У [100] досліджено значущість великих даних у фінансовому секторі, з акцентом на потенційних викликах та перспективах їх використання. Дослідження з [303] підтверджує цей вплив, розглядаючи систему оцінки платоспроможності в Китаї на основі великих

даних. У [73] розкрито перспективи використання великих даних у бухгалтерському обліку, зосереджуючись на недосліджених аспектах.

Бібліометричний аналіз у публікаціях [219, 6] вказує на актуальні тенденції та можливі напрями досліджень у сфері великих даних у фінансах. У [269] розглянуто переваги та виклики великих даних у фінансовому секторі. У [264] досліджено підхід постачальників фінансових послуг до використання великих даних для оцінки платоспроможності, з акцентом на ефективність цифрових платформ. Нарешті, у [311] показано, як великі дані можуть вдосконалити прогнозування банкрутства, сприяючи зниженню кредитних ризиків для фінансових установ.

Таким чином, використання великих даних та штучного інтелекту в РОУ ФБП є актуальним і обґрунтованим кроком. Проте перелічені публікації не розкривали тему РОУ ФБП. Тому, доцільно систематизувати отримані у відповідних публікаціях результати.

РОУ вимагає якісного моніторингу загроз та ризиків. З позиції великих даних та штучного інтелекту це питання налагодженої інфраструктури на підприємстві. На рис. 1.11 зображено консолідований та розширений перелік внутрішніх [261] та зовнішніх [310] джерел фінансових даних підприємства, до якого додано додатковий шар групування для кращого візуального сприйняття. Це дозволяє легше інтегрувати дані у процеси прийняття рішень та управління ризиками.

Щоб ефективно аналізувати та використовувати всі джерела, зображені на рис.1.11, підприємству потрібні технологічні рішення. Згідно з дослідженнями [295, 309, 89] традиційні методи не можуть забезпечити належну швидкість та якість обробки даних, що на цьому етапі робить технології великих даних незамінними. Для підприємства можливість оперативного реагування на зміни є ключовою [123, 100].

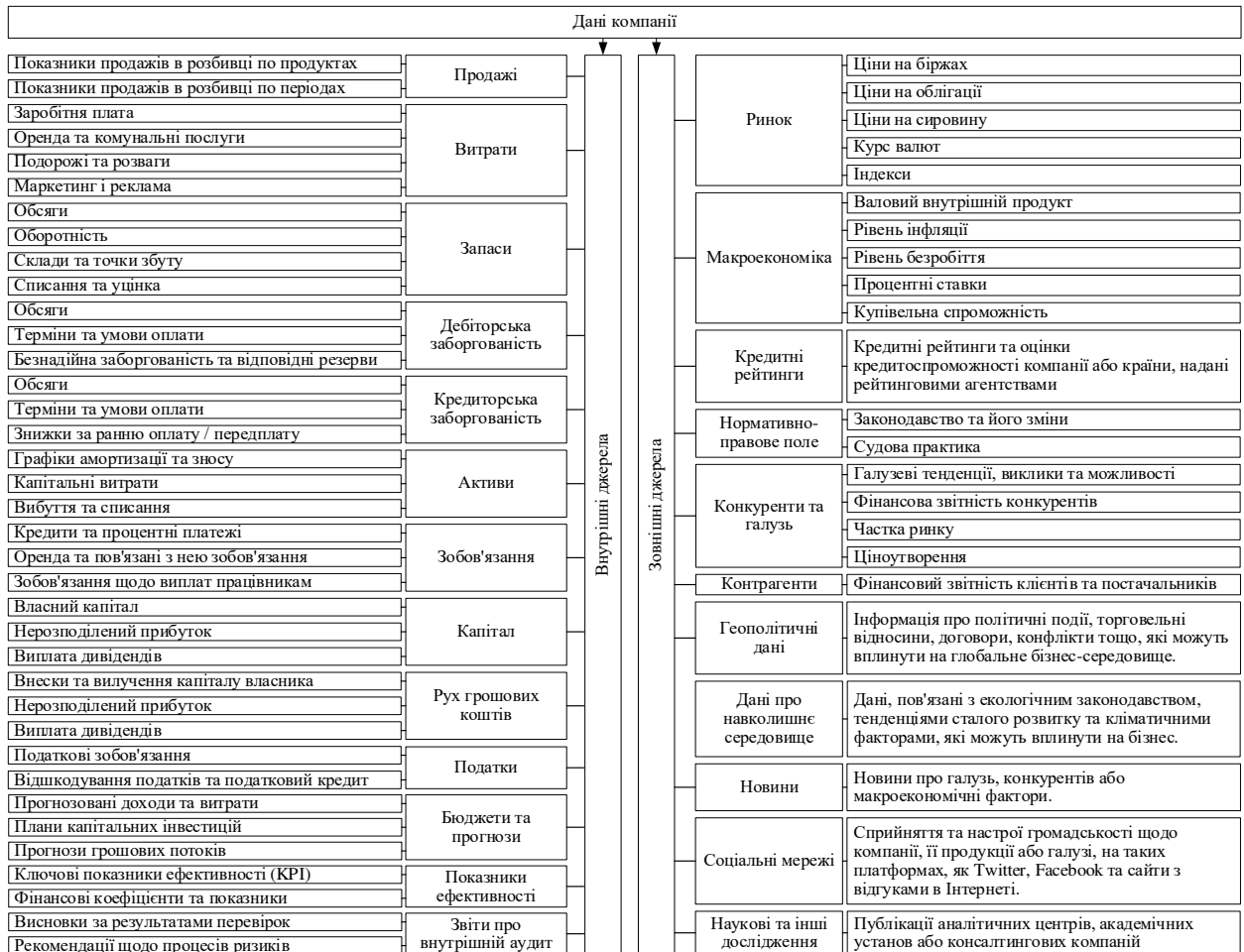


Рис. 1.11. Структура фінансових даних підприємства з позиції їх походження
Джерело: сформовано на основі [261, 310]

З точки зору наукового аналізу, технології великих даних створюють можливість для більш глибокого та об'єктивного розуміння фінансових процесів. Сучасні методи аналітики, такі як машинне навчання, дозволяють виявляти тенденції та прогнозувати ризики. Також слід враховувати, що великі дані забезпечують доступ до інформації з різних джерел. Це дозволяє мати більш комплексний погляд на ризики і можливості управління ними. Тому, інтеграція технологій та великих даних у РОУ ФБП не лише оптимізує процеси, але й забезпечує стратегічну перевагу у сучасному бізнес-середовищі.

Технології стають незамінними в РОУ ФБП завдяки можливості аналізу даних у режимі реального часу. Подібний моніторинг і, як наслідок, механізм швидкого реагування є незамінним. Ця технологічна перевага також

проявляється у здатності зменшувати вплив людських помилок. Автоматизовані системи, розроблені для роботи з високою точністю, вирішують повторювані завдання, тим самим уникаючи помилок і недоглядів, на які може наразитися людина. Таке викорінення помилок, спричинених людським фактором, не лише зміцнює фінансову безпеку, але й підвищує економічну ефективність. Автоматизовані системи управління ризиками, позбавлені необхідності безперервного втручання людини, слугують маяками довгострокової економічної обачності.

Окрім безпосередніх переваг автоматизації і аналізу в режимі реального часу, користь технологій проявляється в здатності імітувати несприятливі умови. Згідно з дослідженням [308] на основі складного сценарного аналізу та стрес-тестування підприємства можуть перевірити стійкість своїх фінансових стратегій до можливих криз.

Враховуючи те, що сучасна оцінка ризиків - це не просто фінансовий аналіз, а об'єднання знань з різних сфер, таких як геополітика, екологія та соціологія [131], технології виступають в ролі інтегратора. Крім того, притаманна технологічним рішенням адаптивність виходить на перший план у їхній кастомізації та масштабованості, забезпечуючи підприємствам, незалежно від їхнього масштабу, можливість використовувати складні інструменти управління ризиками, пристосовані до їхніх унікальних потреб.

Технології та РОУ ФБП разом формують симбіоз, який відкриває нові горизонти для управління. Згідно з дослідженнями [89], завдяки хмарним інфраструктурам та інтегрованим програмним платформам, створюється умова для синергетичної взаємодії між командами підприємства. Це дозволяє формувати цілісну оцінку ризиків, яка відображає колективний досвід працівників підприємства. Рис. 1.12, що ілюструє рух фінансових даних на підприємстві, створений на основі аналізу сучасних підходів до використання великих даних та їх інтеграції в бізнес-процеси. Для його формування було використано синтез різних джерел, які висвітлюють роль хмарних інфраструктур, програмних платформ та технологій обробки даних [295, 309,

123, 100, 308, 131]. Зокрема, було враховано процеси, пов'язані з обігом фінансових даних, їхньою оцінкою та використанням для прийняття рішень. Це дозволило показати, як технологічні інструменти сприяють глибшому розумінню ризиків і підвищенню ефективності управління фінансами підприємства.

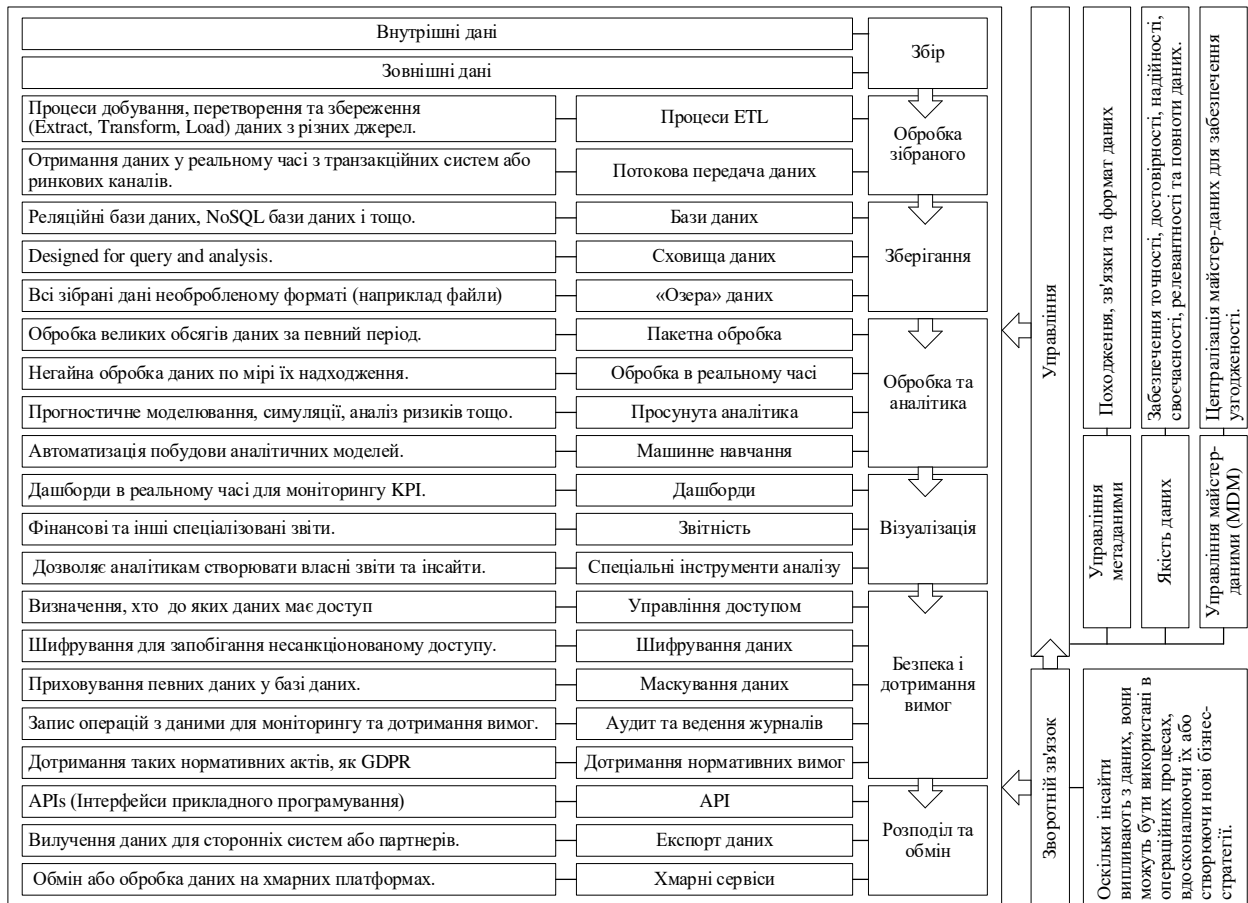


Рис. 1.12. Рух фінансових даних на підприємстві

Джерело: сформовано на основі [295, 309, 89, 123, 100, 308, 131]

Як видно з рис. 1.12, комплексний підхід до використання великих фінансових даних дозволяє використовувати сучасні інструменти для розуміння та кількісної оцінки фінансових ризиків.

До відповідних інструментів можна віднести машинне навчання, обробку природньої мови, аналіз графів, тощо. Хоча технології в поточних умовах не можуть повністю замінити людське судження, вони збільшують ефективність

управління корпоративними фінансами, роблячи його глибшим, ширшим та швидшим.

Потенціал моделей глибокого навчання проявляється в їх здатності прогнозування невиконання позичальником своїх фінансових зобов'язань, про що згадано у дослідженні [301], що може бути поєднано з використанням великих даних для виявлення функціональних аномалій або неефективності [312]. Крім того аналогічні моделі для прогнозування ринкових траєкторій і оцінки потенційних збитків від несприятливих ринкових змін [196] можуть бути поєднані з аналізом великих даних для прогнозування стану ліквідності, пропонуючи підприємствам більш досконалий контроль над їхніми фінансовими ресурсами [20]. Проте можливості інтеграції не обмежуються згаданими прикладами. Це також може бути оптимізація портфельних ризиків - де глибоке навчання з підкріпленням може бути використано для балансування між прибутковістю і ризиками, або оцінка ризиків, пов'язаних з контрагентами, де аналізуються великі масиви транзакційних даних [290].

Розширений спектр великих даних також містить інструменти для аналізу тональності тексту, що полегшує вилучення нюансів настроїв з різних джерел, таких як новини та соціальні мережі [174, 11]. Завдяки глибокому навчанню ці вилучені тональності перетворюються на індикатори нових факторів ризику. Аналогічно, аналітичні здібності глибокого навчання полегшують складне завдання ідентифікації системних ризиків – коли метою є виявлення взаємопов'язаних ризиків з потенційними системними наслідками [287].

Наступні аспекти цього технологічного злиття охоплюють ризики, пов'язані з дотриманням регуляторних вимог [7], а також прогнозуванням валютних і процентних ризиків ФБП [250]. Завдяки своїй складній архітектурі моделі глибокого навчання прогнозують зміни валютних курсів і коливання процентних ставок.

Важливо враховувати, що хоча сучасні технології збільшують прогностичні можливості, сліпа довіра до цих моделей або їх прийняття без глибокого аналітичного розуміння може призвести до виникнення нових,

неочікуваних ризиків. Відповідний перелік ризиків та приклади їх нейтралізації технологічними інструментами наведено в табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Технологічні інструменти для управління корпоративними фінансовими ризиками

Ризики	Технології	Нейронні мережі	Великі дані
Кредитний	Передові системи кредитного скорингу для всебічної оцінки різних факторів у кредитних запитах.	Нейронні мережі прямого поширення для обробки великих кредитних історій та виявлення нелінійних закономірностей, що передбачають банкрутство.	Аналіз даних про поведінку споживачів, економічні тенденції та галузеві особливості для розробки більш детальних профілів ризиків.
Ринковий	Торгові платформи в режимі реального часу, які миттєво включають потоки ринкових даних і коригують стратегії залежно від умов.	Рекурентні мережі для прогнозування руху цін на ринку на основі історичних даних про ціни та обсяги.	Аналіз транзакцій на світовому ринку, новин та економічних показників.
Операційний	Передові системи планування ресурсів підприємства, які пропонують моніторинг бізнес-процесів у режимі реального часу.	Згорткові мережі для аналізу схем технологічних процесів та виявлення вузьких місць або неефективності.	Аналіз операційних даних в режимі реального часу, виявлення аномалій, потенційних збоїв в роботі системи або областей неефективності.
Валютний	Автоматизовані платформи хеджування, які використовують валютні дані в режимі реального часу для зменшення валютних ризиків.	Рекурентні мережі, навчені на історичних валютних даних для прогнозування майбутніх курсів валют.	Аналіз комплексних геополітичних, економічних та фінансових наборів даних.
Процентний	Платформи процентних свопів, які автоматизують рішення щодо хеджування на основі даних про процентні ставки в режимі реального часу.	Рекурентні мережі, для прогнозування змін ставок центрального банку та їхнього подальшого впливу.	Оцінка даних про глобальні економічні умови, монетарну політику та ринкові настрої.
Регуляторний	Платформи управління комплаєнсом, які автоматично оновлюються відповідно до нових правил і оцінюють діяльність компанії на відповідність їм.	Моделі синтаксичного аналізу тексту, які аналізують багато документів компанії для виявлення потенційних комплаєнс-проблем.	Обробка регуляторних баз даних, галузевих звітів і корпоративних даних для виявлення сфер, які можуть викликати занепокоєння регуляторних органів.

Джерело: сформовано на основі [301, 312, 196, 20, 290, 174, 11, 287, 7, 250]

Впровадження рішень з табл. 1.6 вимагає комбінованої стратегії, яка використовує сильні сторони технологій, нейромереж та великих даних, але водночас враховує обмеження. Належне управління фінансовими ризиками передбачає баланс між технологічними знаннями та експертним людським судженням шляхом якісної цифровізації.

Згідно з визначенням [102] цифровізація підприємства означає комплексну метаморфозу бізнес-операцій, моделей та організаційних структур шляхом засвоєння та впровадження передових цифрових технологій. Ці метаморфози спрямовані насамперед на підвищення операційної ефективності, покращення якості взаємодії з клієнтами та формування культури інновацій. Помітною характеристикою цієї трансформації є схильність компанії до використання складних цифрових пристроїв, платформ і методологій. Ця схильність полегшує збір, аналіз та застосування великих обсягів даних у режимі реального часу, тим самим дозволяючи компаніям демонструвати гнучкість та адаптивність у своїй реакції на динамічні ринкові зміни.

Розвиток автоматизації та штучного інтелекту в сучасному корпоративному ландшафті є необхідністю [280]. Використовуючи можливості роботизованої автоматизації процесів у поєднанні з методами машинного навчання, підприємства можуть спростити здійснення операційної діяльності. Не менш важливим є розвиток цифрових каналів або інтерфейсів, пристосованих для взаємодії з різними зацікавленими сторонами, будь то клієнти, ділові партнери або постачальники. Цей спектр цифрових інтерфейсів охоплює широкий спектр від складних екосистем електронної комерції та мобільних додатків до цифрових систем розгляду скарг клієнтів. З точки зору внутрішньої організаційної перспективи необхідна також зміна корпоративної культури на підприємстві. Це передбачає створення середовища, сприятливого для безперервного навчання, гнучкості та інноваційного мислення.

Оскільки цифрові тенденції підприємства розширюються і нерозривно переплітаються з його основною діяльністю, ризик порушень цифрової безпеки стає все більш загрозливим [23]. Це вимагає суворого впровадження складних

протоколів кібербезпеки для захисту багатьох цифрових активів, починаючи від власних корпоративних даних і закінчуючи конфіденційними обліковими даними клієнтів. Водночас, інновації не можуть бути відсунуті на задній план. Необхідно впроваджувати культуру, яка стимулює експерименти з новими цифровими інструментами і моделями, а персонал заохочувати до пошуку цифрової панацеї для вирішення існуючих бізнес-задач.

Крім того, сучасний цифровий робочий простір стає все більш децентралізованим, що підкреслює незамінність цифрових інструментів для спільної роботи. За своєю конструкцією ці інструменти дозволяють географічно розподіленим командам співпрацювати синхронно, сприяючи розвитку культури цифрового виконання та управління проектами.

Насамкінець, цифровізація підприємства виходить за рамки поверхневого накладання технологій на існуючі процеси. Вона вимагає фундаментальної переоцінки і капітального ремонту традиційних бізнес-парадигм. Така цілісна трансформація впливає на кожен організаційну ланку – від повсякденних операцій до стратегічних формулювань.

Попри підвищення ефективності та модернізації, прагнення до корпоративної цифровізації не позбавлене безлічі викликів та обмежень [34]. Шлях до цифровізації пов'язаний з потенційними підводним камінням, що можуть загальмувати або навіть звести нанівець зусилля компанії з цифрової трансформації. На рис. 1.13 зображено елементи та обмеження фінансової цифровізації підприємства. На рисунку показано, як технічні, організаційні та безпекові виклики впливають на ефективність впровадження цифрових технологій, а також демонструється взаємозв'язок між цими факторами. Це дозволяє підприємству краще розуміти, які аспекти цифровізації потребують найбільшої уваги та яких труднощів варто очікувати під час трансформації.

Як видно з рис. 1.13, цифровізація обмежена наявною технологічною інфраструктурою підприємства. Інтеграція нових технологій з застарілими системами може бути технічно складною і фінансово виснажливою. Крім того,

швидкі темпи розвитку цифрових технологій означають, що сьогоднішнє передове рішення може стати застарілим вже завтра.

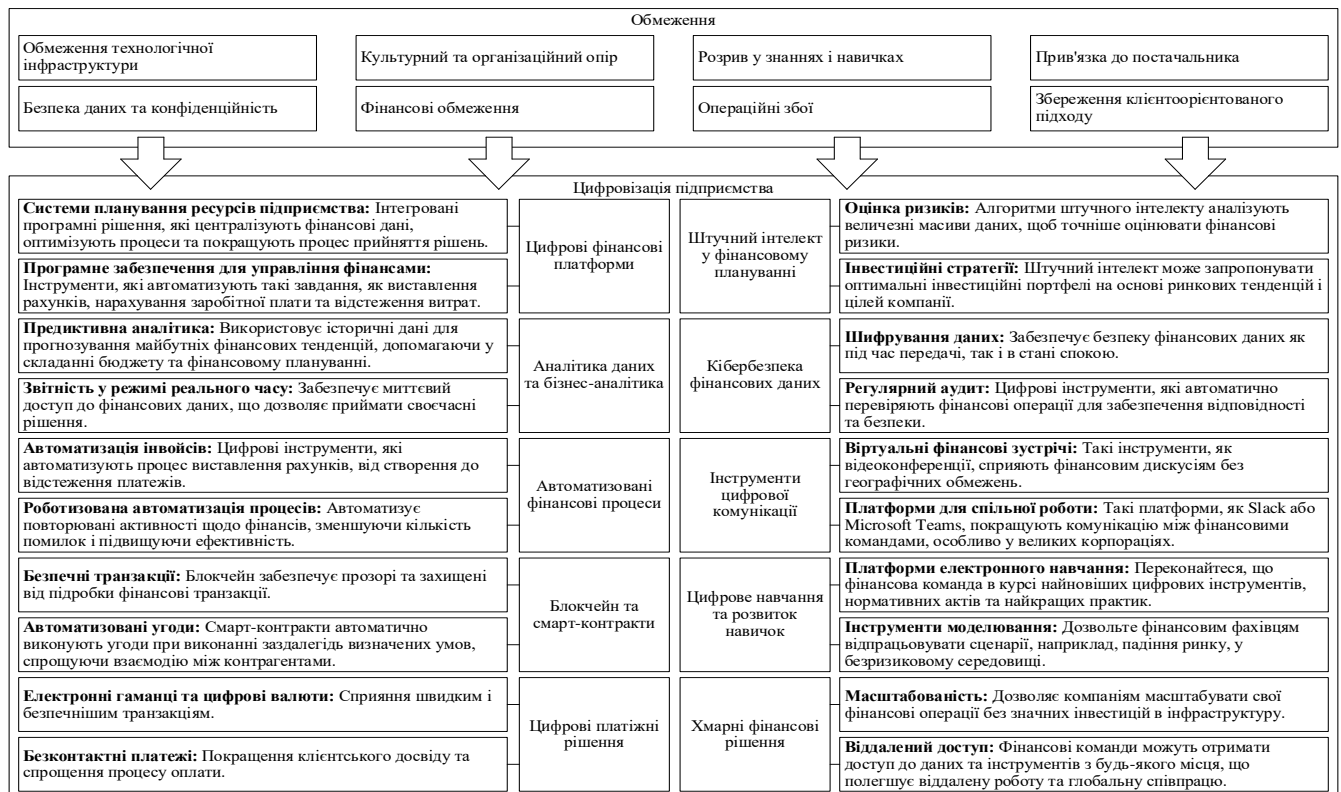


Рис. 1.13. Елементи та обмеження фінансової цифровізації підприємства

Джерело: сформовано на основі [102, 280, 23, 34]

Безпека даних та конфіденційність є ще однією перешкодою. З переходом бізнесу в онлайн він стає вразливим до багатьох кіберзагроз, починаючи від витоку даних і закінчуючи атаками з вимогами викупу. Забезпечення надійних заходів кібербезпеки є складним і дорогим процесом. Крім того, з появою таких нормативних актів, як Загальний регламент про захист даних (GDPR), компанії стикаються з суворими регуляторними вимогами щодо обробки даних і конфіденційності, недотримання яких може призвести до значних штрафів.

Також існує таке явище як культурний та організаційний опір. Працівники, які звикли до традиційних методів роботи, можуть чинити опір переходу на цифрові платформи через страх звільнення або брак цифрової грамотності. Це може сповільнити або навіть зупинити ініціативи з цифрової трансформації.

Фінансові обмеження стають значним стримуючим фактором, особливо для малих і середніх підприємств. Капітальні інвестиції, необхідні для закупівлі найсучасніших цифрових рішень, навчання персоналу та забезпечення безперервного обслуговування і модернізації, можуть бути значними.

Ще однією проблемою є розрив у знаннях і навичках. Цифрова ера вимагає кваліфікованої робочої сили, яка володіє сучасними технологіями. Однак часто існує прірва між навичками працівників і тим, що потрібно для ефективної цифровізації. Подолання цього розриву вимагає значних інвестицій у навчання, а в деяких випадках і найму нових талантів, що може зайняти багато часу і коштувати дорого.

Операційні збої на перехідному етапі майже неминучі. Оскільки компанії перебудовують свою традиційну діяльність, неминучим є період адаптації та потенційної операційної неефективності. Якщо не управляти ними належним чином, ці збої можуть призвести до значних втрат бізнесу.

Ще один аспект, який слід враховувати, - це прив'язка до постачальника. Компанії можуть бути надмірно залежними від певного постачальника цифрових рішень. Такий сценарій може обмежити гнучкість і призвести до збільшення витрат у довгостроковій перспективі.

Нарешті, існує проблема збереження клієнт-орієнтованого підходу. З ростом автоматизації та цифрових платформ існує ризик знеособлення взаємодії з клієнтами. Компанії повинні дотримуватися тонкого балансу між автоматизацією та збереженням людського контакту, щоб не відштовхнути свою клієнтську базу.

Підсумовуючи, цифровізація є трансформаційним процесом з величезними потенційними перевагами, вона пов'язана зі складними викликами, які вимагають ретельного планування, значних інвестицій та стратегічного передбачення. Проте потрібно підсумувати, як використання передових цифрових технологій та методів аналізу даних може сприяти покращенню управління фінансовими ризиками. Детальний погляд на

взаємозв'язок між цифровізацією, наукою про дані та управлінням фінансовою безпекою підприємства проілюстровано на рис 1.14.

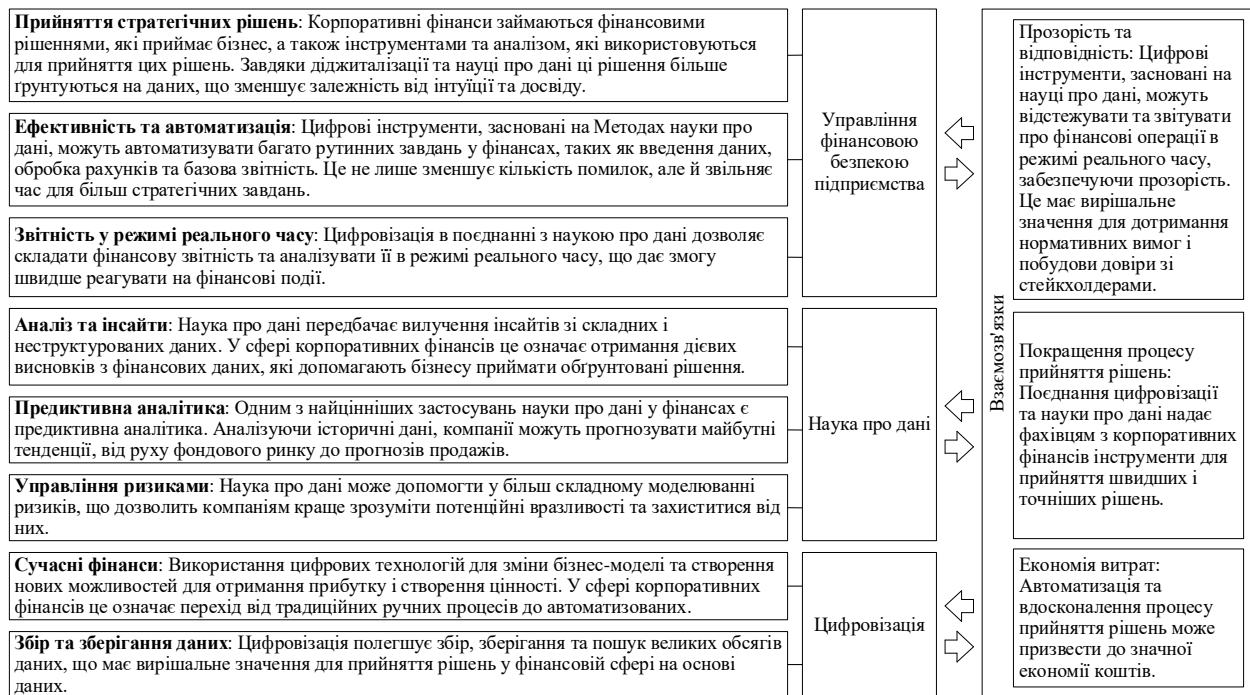


Рис. 1.14. Взаємозв'язок між цифровізацією, наукою про дані та управлінням фінансовою безпекою підприємства

Джерело: сформовано на основі [102, 280, 23, 34]

Таким чином, цифровізація надає можливість отримати швидкий доступ до необхідної інформації та обчислювальних потужностей, що дозволяє реалізовувати складні алгоритми управління фінансовими ризиками в режимі реального часу. Використання наукових підходів до аналізу даних, зокрема статистичних методів та нейронних мереж, дозволяє побудувати ефективні моделі прогнозування, знижуючи невизначеність та покращуючи точність фінансових прогнозів. Управління корпоративними фінансами, інтегроване з алгоритмічною торгівлею, сприяє оптимізації активів підприємства, мінімізації фінансових ризиків та підвищенню прибутковості за рахунок автоматизації торгових операцій і зменшення людського фактору. Зокрема, на криптовалютних біржах, де висока волатильність є нормою, алгоритмічні

стратегії надають можливість отримувати стабільний прибуток та забезпечувати фінансову безпеку підприємства навіть в умовах значної ринкової невизначеності.

1.3. Аналіз методологічного забезпечення ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства

РОУ ФБП вимагає постійного вдосконалення методологічних підходів, особливо в умовах швидкої цифровізації та появи нових фінансових інструментів.

Фінансові коефіцієнти є важливими для оцінки фінансового стану, проте їх застосування має обмеження, що може впливати на точність аналізу. По-перше, оскільки коефіцієнти відображають взаємовідношення між різними фінансовими сутностями, їх значення будуть унікальною інформацією для підприємства. Аналіз усіх можливих фінансових коефіцієнтів вимагав би значних ресурсів [172]. Проведення аналізу на основі припущення, що всі коефіцієнти є релевантними для всіх секторів, може призвести до невідповідного результату. Для різних галузей економіки інформація, яку надають коефіцієнти, має різний рівень релевантності. Тому існує потреба виуористовувати тільки релевантні коефіцієнти, які б надавали найбільше інформації і були б специфічними для конкретної галузі. Вирішення проблеми необхідності створення окремих моделей для кожної галузі економіки може бути досягнуто за допомогою розробки універсальної нейромережевої моделі, здатної адаптуватися до специфічних вимог різних секторів. Згідно з результатами п. 3.3, включення галузевої інформації як додаткового вхідного параметра підвищує адаптивність моделі, дозволяючи їй враховувати специфіку кожної галузі при аналізі фінансових даних. По-друге, коефіцієнти будуються на фінансових показниках, а отже, вони схильні до обмежень, які мають самі

фінансові показники. Система бухгалтерського обліку, що переважає в будь-якій економіці, значною мірою впливає на фінансові показники. Зміни в системі бухгалтерського обліку створюють великий розрив у порівнянності фінансових показників. Таким чином, фінансові показники до і після зміни системи бухгалтерського обліку не можна порівнювати. Так само не можна порівнювати економіки, які не мають однакової системи бухгалтерського обліку. Наприклад національні стандарти бухгалтерського обліку США та України відрізняються, а отже, фінансові показники, створені за цими системами, не можна порівнювати. Навіть у межах однієї національної системи порівнянність фінансових показників стає слабкою, через використання підприємствами різних облікових політик щодо амортизації, визнання доходів або оцінки вартості.

В свою чергу, методи якісного аналізу фінансового стану підприємства також мають певні обмеження, в тому числі щодо напрямів їх використання. У табл. 1.7 представлена порівняльна матриця відповідних підходів за напрямами аналізу.

Таблиця 1.7

Порівняльна матриця якісних підходів аналізу фінансового стану підприємства за напрямами аналізу

Напрямок аналізу	Підходи					
	PEST аналіз	Аналіз 5 сил Портера	VRIO аналіз	Аналіз життєвого циклу	Аналіз корпоративної культури	SLEPT аналіз
Корпоративна культура	ні	так	ні	ні	так	ні
Якість та професіоналізм менеджменту	ні	так	ні	ні	так	ні
Стан активів	ні	ні	так	ні	ні	ні
Макроекономічні фактори	так	так	ні	ні	ні	так
Ринкові фактори	ні	так	так	так	ні	ні
Правовий аспект	ні	ні	ні	ні	ні	так

На основі: [136, 127, 187, 104, 112, 223]

Окрім того що кожен підхід з табл. 1.7 по-різному обмежений за напрямками аналізу, існують загальні обмеження для всього якісного аналізу. По-перше, за допомогою таких підходів складно обробляти великі обсяги даних та враховувати взаємозв'язки між факторами ризику. Сучасний бізнес-ландшафт характеризується наявністю великих даних, які потребують автоматизованих інструментів аналізу. Традиційні методи не можуть забезпечити повноцінну обробку та аналіз таких даних, що знижує якість РОУ. Недостатня оперативність та адаптивність до швидких змін у зовнішньому середовищі також є проблемою, оскільки ці методи часто вимагають значного часу для підготовки та проведення аналізу, що може бути неприпустимим у ситуаціях, коли необхідно швидко реагувати на зміни ринкових умов [136, 127]. Суб'єктивність та залежність від компетентності аналітиків призводять до того, що результати цих методів значною мірою залежать від досвіду, знань та об'єктивності фахівців, які їх проводять, що може спричинити упередженість, пропуск важливих ризиків або неправильне тлумачення ситуації [187]. Неадаптивність до нових фінансових інструментів та ринків, таких як криптовалюти, є ще одним обмеженням, оскільки з появою криптовалютних бірж та інших інноваційних фінансових інструментів підприємства стикаються з ризиками, які не можуть бути адекватно оцінені за допомогою традиційних методів [104, 112]. Нарешті, нездатність повністю врахувати динаміку та волатильність сучасних фінансових ринків, оскільки традиційні методи часто не враховують технологічні інновації та інші фактори, які можуть вплинути на фінансову безпеку підприємства [127, 223].

Враховуючі всі згадані обмеження фінансових коефіцієнтів та якісних підходів до аналізу фінансового стану виникає потреба в адаптивних та інтегрованих методах управління ризиками, які здатні обробляти великі дані, враховувати складні взаємозв'язки між різними факторами та швидко реагувати на зміни ринку. Сучасні підходи включають використання нейромереж та інших інноваційних технологій для більш точного прогнозування та управління ризиками. У п. 2.2 розглянуто інтеграцію якісного аналізу з фінансовими

коефіцієнтами, а у п. 2.3 використання додаткового вхідного параметру з галузевою інформацією шляхом використання нейромережі.

Важливо розмежовувати аналіз фінансового стану підприємства та методи впливу на виявлені ризики, про що детальніше написано в п. 1.1 (рис. 1.7). Аналіз фінансового стану спрямований на ідентифікацію, оцінку та прогнозування потенційних ризиків, пов'язаних з фінансовою діяльністю підприємства. Аналіз дозволяє виявити слабкі сторони підприємства, прогнозувати можливі фінансові труднощі та оцінити рівень ФБП. Методи впливу на ідентифіковані ризики, у свою чергу, передбачають розробку та впровадження управлінських рішень, спрямованих на мінімізацію, передачу, прийняття або усунення відповідних ризиків.

Прийняття та усунення ризиків не розглянуті в даному дослідженні. Метод прийняття ризиків передбачає усвідомлене погодження з певним рівнем ризику без активних дій щодо його зменшення або передачі. У контексті дослідження основна увага зосереджена на стратегіях, які дозволяють безпосередньо впливати на ризики з метою їх мінімізації або передачі, оскільки ці методи забезпечують більш високий рівень контролю та знижують потенційний негативний вплив на фінансові результати підприємства. Метод усунення ризиків, який передбачає повне усунення факторів, що створюють ризик, може бути недоцільним у багатьох випадках через високі витрати або неможливість повного усунення певних ризиків. Замість цього, фокусування на зменшенні та передачі ризиків дозволяє більш гнучко та ефективно управляти ризиками, забезпечуючи стійкість підприємства до несприятливих подій та сприяючи стабільному зростанню. Такі заходи не лише знижують ймовірність виникнення фінансових втрат, а й дозволяють адаптуватися до змінних умов ринку, що особливо важливо в умовах високої невизначеності.

Таким чином, вибір методів зменшення та передачі ризиків в якості предмета подальшого дослідження є обґрунтованим, оскільки вони надають можливість ефективно контролювати ризики та зменшувати їхній вплив на фінансові показники компанії. Виключення методів прийняття та усунення

дозволяє зосередитися на більш практичних та ефективних підходах до управління ризиками, що відповідають цілям даного дослідження. Такий підхід забезпечує більш високий рівень ФБП та сприяє довгостроковій стабільності підприємства в умовах динамічних ринкових змін.

Зменшення ризику дозволяє знижувати ймовірність виникнення фінансових втрат шляхом впровадження стратегій, що змінюють характер і структуру ризику. Такі заходи не лише забезпечують стійкість компанії до шоків, а й сприяють стабільному зростанню, що особливо важливо в умовах нестабільних ринків. На основі огляду літератури сформовано перелік існуючих підходів (табл. 1.8) до мінімізації ризиків.

Таблиця 1.8

Шляхи мінімізації фінансових ризиків

Шляхи мінімізації	Підходи	Джерела
Диверсифікація активів та інвестицій	Галузева та географічна диверсифікація	[39, 61, 121]
	Портфель з різними класами активів	[313, 171, 70, 177, 3]
	Використання різних стратегій управління активами	[257]
Оптимізація структури капіталу	Контроль співвідношення власного та позикового капіталу	[183, 364]
	Контроль вартості капіталу	[197, 252]
	Залучення інвестицій	[210, 150, 278]
	Реінвестування прибутку	[55]
	Управління кредитними ризиками	[259, 82]
Фінансове планування та бюджетування	Регулярна оцінка та перегляд планів витрат і доходів	[206, 152]
	Розробка антикризових планів	[149]
	Забезпечення резервів	[87, 57, 99]
	Оптимізація витрат	[255]
Контроль якості та комплаєнс-процедури	Автоматизація внутрішнього контролю та моніторингу	[16]
	Регулярний внутрішній аудит	
	Дотримання законодавчих і регуляторних вимог	

Джерело: на основі огляду літератури

З табл. 1.8 видно, що існує чотири основні напрями мінімізації фінансових ризиків, кожен з яких пропонує підходи для зниження потенційних втрат.

По-перше, диверсифікація активів та інвестицій є одним із найефективніших способів зменшення ризику. Галузева та географічна диверсифікація дозволяють розподілити інвестиції між різними секторами та регіонами, зменшуючи вплив негативних подій в окремій галузі або країні [39, 61, 121]. Зміна портфелю між класами активів, такими як акції, облігації та нерухомість, допомагає збалансувати потенційний прибуток і ризик [313, 171, 70, 177, 3]. Використання різних стратегій управління активами, включно з алгоритмічною торгівлею, розглянутою у розділі 3, сприяють швидкій реакції на ринкові зміни та оптимізації інвестиційних рішень [257].

По-друге, оптимізація структури капіталу фокусується на досягненні оптимального співвідношення між власним і позиковим капіталом. Контроль цього співвідношення допомагає уникнути надмірної заборгованості та пов'язаних з нею ризиків фінансової нестабільності [183, 364]. Контроль вартості капіталу [197, 252] та залучення нових інвестицій забезпечують доступ до необхідних фінансових ресурсів за прийнятною вартістю [210, 150, 278]. Реінвестування прибутку [55] та ефективне управління кредитними ризиками сприяють довгостроковій фінансовій стійкості компанії [259, 82].

Третім напрямом є фінансове планування та бюджетування, які забезпечують прогнозування та планування фінансових потоків. Регулярна оцінка та перегляд планів витрат і доходів дозволяють адаптуватися до змін ринкових умов [206, 152]. Розробка антикризових планів [149] і створення резервів [87, 57, 99] допомагають підготуватися до непередбачених обставин. Оптимізація витрат підвищує ефективність використання ресурсів і зменшує фінансовий тиск на компанію [255].

Четвертим важливим аспектом є контроль якості та комплаєнс-процедури. Дотримання законодавчих і регуляторних вимог мінімізує ризики юридичних санкцій і репутаційних втрат, а автоматизація внутрішнього контролю та моніторингу та регулярний внутрішній аудит покращує точність і швидкість виявлення потенційних проблем [16].

Отже, послідовне застосування вищезгаданих стратегій мінімізації фінансових ризиків дозволяє компаніям не лише знизити ймовірність фінансових втрат, але й забезпечити стабільне зростання та конкурентоспроможність на ринку. Комбінування диверсифікації, оптимізації капіталу, ретельного планування та строгого контролю якості створює комплексну систему управління ризиками. Це підвищує загальну фінансову стійкість компанії та сприяє досягненню стратегічних цілей в умовах постійних змін ринкового середовища.

Передача ризику, в свою чергу, дозволяє зменшити фінансовий тиск на компанію шляхом перенесення частини ризиків на інші суб'єкти. Це допомагає зберегти фінансові ресурси та забезпечити стабільний грошовий потік, що дозволяє більш ефективно використовувати капітал і зосередитися на основній діяльності. Передача ризику також полегшує управління непередбаченими подіями, мінімізуючи можливі втрати за рахунок контрактних механізмів. На основі огляду літератури сформовано перелік існуючих підходів (табл. 1.9) до передачі ризиків.

Таблиця 1.9

Шляхи перекладання фінансових ризиків

Шляхи передачі ризиків	Підходи	Джерела
Хеджування	Хеджування валютних ризиків	[118, 279, 202]
	Хеджування процентних ризиків через свопи	[69, 45, 135]
	Хеджування товарних ризиків через форвардні контракти	[58, 200, 43, 228, 15]
	Опціонні стратегії для захисту портфеля інвестицій	[275]
	Використання кредитних дефолтних свопів	[267, 324, 273]
Страховання	Страховання активів від фізичних пошкоджень	[31, 76, 217]
	Страховання відповідальності компанії	[281, 226]
	Страховання від кібер-ризиків	[204, 145]
	Страховання від простоїв	[218, 117]
	Страховання ключових співробітників компанії	[226]
Перестраховання	Квотні договорів перестраховання	[307]
	Надлишкове перестраховання	[185]
Перекладання контрактних зобов'язань	Підрядники	[1, 272]
	Аутсорсинг та аутстафінг	[340, 71, 90]
	Франшизи	[270, 124]

Продовження таблиці 1.9

Шляхи передачі ризиків	Підходи	Джерела
Ф'ючерси та опціони	Ф'ючерси для зменшення ризику цінових коливань	[18, 203, 157]
	Опціони для обмеження валютних ризиків	[37]

Джерело: на основі огляду літератури

З таблиці 1.9 видно, що існує п'ять основних шляхів передачі фінансових ризиків, кожен з яких пропонує специфічні підходи для перенесення ризику на інші суб'єкти.

По-перше, хеджування є одним із найбільш використовуваних методів передачі ризику. Хеджування валютних ризиків дозволяє компаніям захиститися від коливань обмінних курсів шляхом використання фінансових інструментів, таких як форвардні контракти та опціони [118, 279, 202]. Хеджування процентних ризиків через свопи допомагає управляти витратами на позики та інвестиції в умовах змінних процентних ставок [69, 45, 135]. Хеджування товарних ризиків через форвардні контракти захищає від коливань цін на сировину та інші товари [58, 200, 43, 228, 15]. Опціонні стратегії використовуються для захисту інвестиційного портфеля від небажаних ринкових рухів [275]. Використання кредитних дефолтних свопів дозволяє управляти кредитними ризиками контрагентів [267, 324, 273].

По-друге, страхування надає можливість перенести фінансовий ризик на страхову компанію. Страхування активів від фізичних пошкоджень захищає матеріальні ресурси компанії від втрат через непередбачені події [31, 76, 217]. Страхування відповідальності компанії мінімізує ризики, пов'язані з юридичними претензіями та компенсаціями [281, 226]. Страхування від кібер-ризиків стає все більш актуальним у цифрову епоху, забезпечуючи захист від кібератак [204, 145]. Страхування від простоїв компенсує втрати доходів у разі зупинки бізнесу через зовнішні фактори [218, 117]. Страхування ключових співробітників забезпечує фінансову стабільність у випадку втрати важливих кадрів [226].

Третім напрямом є перестраховування, яке дозволяє страховим компаніям передавати частину ризиків іншим страховикам. Квотні договори перестраховування [307] та надлишкове перестраховування [185] допомагають розподілити ризики та зменшити потенційні втрати. Перестраховування непередбачених ризиків та міжнародне перестраховування розширюють можливості управління глобальними ризиками.

Четвертий шлях — перекладання контрактних зобов'язань. Використання підрядників дозволяє компаніям передати частину операційних ризиків іншим організаціям [1, 272]. Аутсорсинг та аутстафінг знижують витрати та оптимізують бізнес-процеси, мінімізуючи ризики, пов'язані з управлінням персоналом [340, 71, 90]. Франшизи виступають як механізм передачі ризику, дозволяючи розподілити фінансові та операційні зобов'язання між франчайзером та франчайзі [270, 124].

П'ятим важливим інструментом є ф'ючерси та опціони. Ф'ючерсні контракти дозволяють фіксувати ціну майбутніх поставок товарів або фінансових інструментів, зменшуючи ризик цінових коливань [18, 203, 157]. Опціони надають право, але не обов'язок, купити або продати актив у майбутньому за заздалегідь встановленою ціною, що допомагає обмежити валютні та інші фінансові ризики [37].

Отже, використання різних шляхів передачі фінансових ризиків дозволяє компаніям ефективно управляти потенційними загрозами та зосередитися на основній діяльності. Комбінування хеджування, страхування, перестраховування, перекладання зобов'язань та використання деривативів створює комплексну систему управління ризиками. Це сприяє збереженню ФБП, забезпечує стабільний грошовий потік та підвищує здатність компанії адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі. Таким чином, передача ризику є ключовим інструментом зниження загального рівня фінансового ризику та підтримки довгострокової конкурентоспроможності.

Використання алгоритмічної торгівлі на криптовалютних біржах розглянуто в розділі 3 через її особливу роль та недостатню вивченість у

вітчизняних наукових джерелах у порівнянні з іншими методами мінімізації фінансових ризиків. Алгоритмічна торгівля забезпечує підприємствам можливість ефективного управління фінансовими ризиками за допомогою моделей штучного інтелекту, таких як рекурентні нейронні мережі, шляхом прогнозування цін. Це дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо купівлі або продажу криптоактивів. Крім того, включення криптовалют у інвестиційний портфель сприяє здійсненню ефективною диверсифікації активів. Автоматизовані торгові стратегії, розроблені на основі цих прогнозів, дозволяють оперативно реагувати на ринкові зміни, знижуючи вплив людського фактора та підвищуючи загальну ефективність торгівлі. Додатково, прогнозування цін допомагає мінімізувати операційні ризики, уникаючи помилкових інвестиційних рішень та знижуючи можливі фінансові втрати, пов'язані з неправильним оцінюванням ринкової ситуації. Використання передових технологій також підвищує конкурентоспроможність підприємства в умовах сучасного цифрового середовища, забезпечуючи здатність швидко адаптуватися до змін ринку. Таким чином, алгоритмічна торгівля на криптовалютних біржах є важливим інструментом для мінімізації фінансових ризиків, пов'язаних з волатильністю ринку та інвестиціями у криптоактиви. Враховуючи недостатню дослідженість цього напрямку у вітчизняній науці, розвиток алгоритмічної торгівлі є актуальним та сприяє підвищенню ФБП в умовах цифрової економіки.

Враховуючи зазначене, у 2 розділі увагу зосереджено на удосконаленні методик прогнозування банкрутства, а у 3 розділі на удосконаленні методик алгоритмічної торгівлі на криптовалютних біржах. Зосередження на цих напрямках обґрунтовується необхідністю адаптації підприємств до сучасних викликів та використання переваг цифровізації. Інші можливі напрями дослідження не забезпечать такого рівня інноваційності та практичної значущості для підвищення ФБП.

Висновки за розділом 1

У першому розділі дисертаційної роботи було проведено комплексне дослідження понятійно-категоріального апарату та методичних основ РОУ ФБП. Розглянуто сучасні виклики, пов'язані з глобалізацією, технологічним прогресом, фінансовими кризами та зростанням популярності нових фінансових інструментів, зокрема криптовалют.

У підрозділі 1.1 проаналізовано ключові поняття, такі як "загроза", "ризик" та "фінансова безпека підприємства". Виявлено недоліки існуючих визначень, зокрема їхню загальність та недостатню деталізацію, що ускладнює практичне застосування в РОУ ФБП. На основі критичного аналізу запропоновано власні дефініції цих понять, які більш точно відображають специфіку фінансових ризиків та їхній вплив на діяльність підприємства. Сформовано компоненти системи фінансової безпеки підприємства та механізм її управління, що включає ідентифікацію ризиків, оцінку їхнього впливу та розробку стратегій реагування.

У підрозділі 1.2 досліджено роль фінансових даних та технологій у РОУ ФБП. Обґрунтовано необхідність інтеграції технологій великих даних та штучного інтелекту в процес управління фінансовими ризиками. Показано, що використання сучасних технологій дозволяє підприємствам аналізувати великі обсяги даних у режимі реального часу, підвищувати точність прогнозів та оперативно реагувати на зміни ринкових умов. Визначено переваги та виклики цифровізації для підприємств, зокрема питання кібербезпеки та необхідність адаптації до швидких технологічних змін.

У підрозділі 1.3 проведено аналіз методологічного забезпечення РОУ ФБП. Виявлено обмеження традиційних методів фінансового аналізу, таких як фінансові коефіцієнти та якісні методи аналізу, у контексті сучасного динамічного бізнес-середовища. Обґрунтовано потребу в адаптивних та інтегрованих методах РОУ, здатних обробляти великі обсяги даних та

враховувати складні взаємозв'язки між різними факторами ризику. Систематизовано існуючі підходи до мінімізації та передачі фінансових ризиків, з акцентом на диверсифікації активів, оптимізації структури капіталу, фінансовому плануванні та використанні інструментів хеджування.

Зроблено висновок про доцільність зосередження подальшого дослідження на удосконаленні методик прогнозування банкрутства та алгоритмічної торгівлі на криптовалютних біржах. Це обумовлено необхідністю підприємств адаптуватися до сучасних викликів цифрової економіки та використовувати переваги новітніх технологій для підвищення фінансової безпеки.

Таким чином, у першому розділі запропоновано науковий підхід до використання алгоритмічної торгівлі на криптовалютних біржах при диверсифікації інвестицій та активів як інноваційного елементу РОУ ФБП через поєднання цифровізації, науки про дані та торгових стратегій для прогнозування руху цін, що сприяє оптимізації інвестиційного портфелю підприємства, мінімізації фінансових ризиків та підвищенню прибутковості через автоматизацію торгових операцій і зменшення впливу людського фактору.

Основні положення першого розділу дисертаційної роботи опубліковано в працях автора [330, 332, 333, 336, 337, 338].

Список використаних джерел: [1, 3, 6, 7, 8, 11, 15, 16, 18, 20, 22, 23, 27, 28, 31, 34, 35, 36, 37, 39, 43, 45, 48, 54, 55, 57, 58, 61, 69, 70, 71, 73, 76, 81, 82, 87, 89, 90, 93, 99, 100, 102, 104, 112, 117, 118, 121, 123, 124, 127, 131, 135, 136, 143, 145, 149, 150, 152, 157, 158, 171, 172, 174, 177, 183, 185, 187, 196, 197, 200, 202, 203, 204, 206, 210, 217, 218, 219, 223, 226, 228, 250, 252, 255, 257, 259, 261, 264, 267, 269, 270, 272, 273, 275, 278, 279, 280, 281, 287, 290, 295, 301, 303, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 317, 318, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 328, 329, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 348, 349, 350, 351, 353, 354, 355, 357, 358, 360, 361, 362, 364, 365].

РОЗДІЛ 2

МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЙМОВІРНОСТІ БАНКРУТСТВА ПІДПРИЄМСТВА ЯК ЕЛЕМЕНТ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА

2.1. Аналіз існуючих методичних підходів до прогнозування ймовірності банкрутства підприємства

У зв'язку з обмеженнями, викладеними у п. 1.3, традиційні фінансові коефіцієнти не завжди забезпечують достатню точність та гнучкість у прогнозуванні ризиків банкрутства. Вони хоча й є важливим інструментом оцінки, мають обмежену релевантність для різних галузей економіки та схильні до спотворень через різні системи бухгалтерського обліку. Враховуючи ці обмеження, виникає необхідність у використанні більш комплексних моделей прогнозування. Розробка індивідуалізованої моделі прогнозування банкрутства є актуальною завдяки динамічному характеру глобальної економіки, специфічним галузевим викликам та унікальним регіональним особливостям. Сучасні моделі, адаптовані до поточних ринкових умов, здатні враховувати навіть найдрібніші зміни у фінансових показниках та інтегрувати нові потоки даних, які виникають внаслідок технологічного прогресу. Це дозволяє підвищити точність прогнозування шляхом формулювання моделей, що відповідають останнім економічним тенденціям та сучасним парадигмам аналізу фінансових даних. В результаті зацікавлені сторони отримують більш своєчасну та контекстуально релевантну інформацію щодо потенційних банкрутств, що сприяє прийняттю обґрунтованих управлінських рішень та ефективному управлінню фінансовими ризиками.

Для формування повного уявлення про усталені підходи, проведено аналіз існуючих публікацій з прогнозування банкрутства, перелік можливих вхідних

змінних та основні проблеми в цій сфері. Вивчення літератури дозволило спиратися на попередні знання та виявити прогалини в існуючих напрацюваннях науковців. Інструментом пошуку обрано Scopus, що є однією з найбільших наукометричних баз даних, що містить понад 90 мільйонів [316] наукових журналів, конференцій та книг з різних областей знань. Ця база має великий потенціал для проведення детального огляду публікацій, що стосуються прогнозування банкрутства. Серед метаданих, що надаються Scopus, є анотації, інформація про цитування та деталі про авторство.

У межах первинного пошуку публікацій, пов'язаних з прогнозуванням банкрутства використано 18 комбінацій 9 ключових слів (6 первинних і 3 вторинних), як критеріїв відбору. Після застосування всіх комбінацій ключових слів загальна кількість результатів склала 1448. Серед усіх назв публікацій слово «банкрутство» є найбільш поширеним. Більш детально результати пошуку та процес подальшої їх обробки проілюстровано на рис. 2.1.

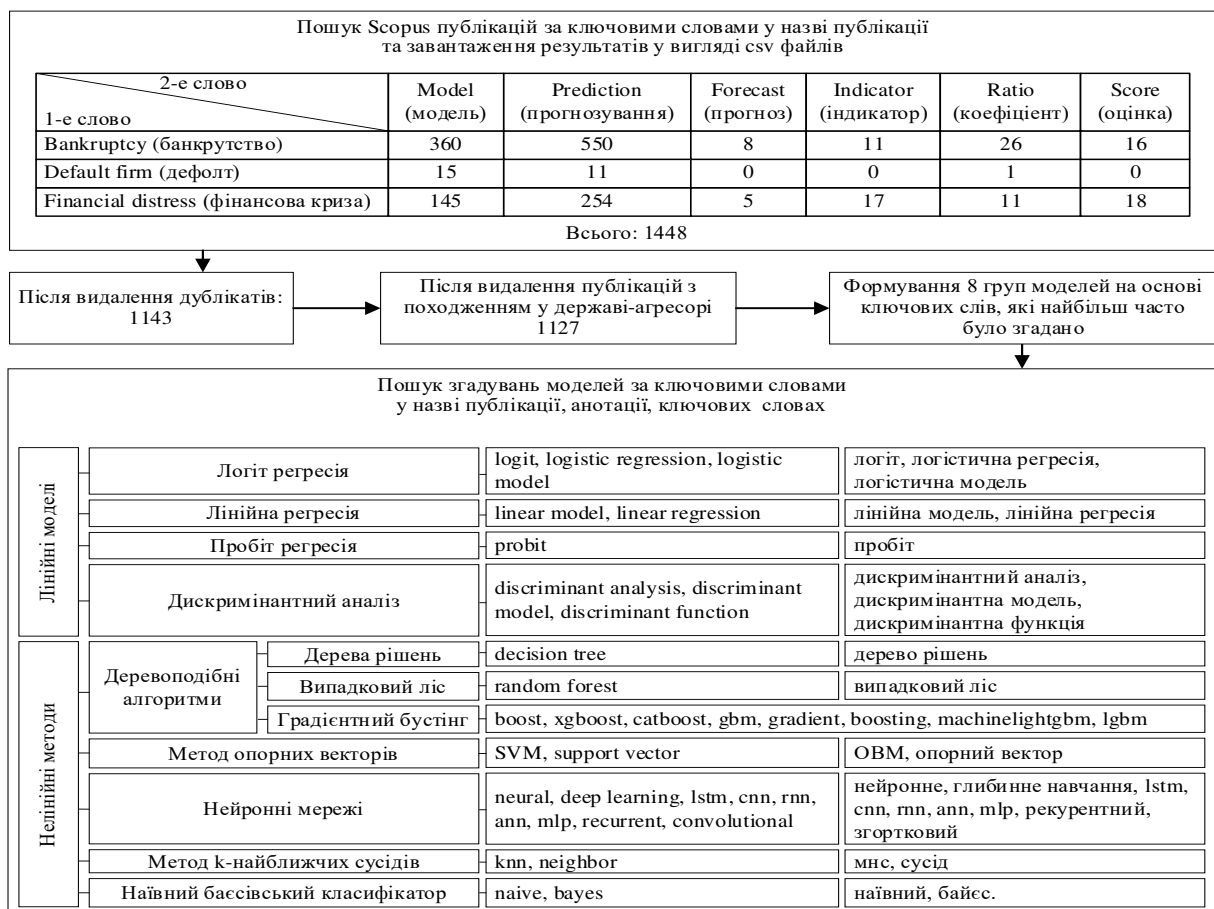


Рис. 2.1. Процес пошуку Scopus публікацій в межах дослідження

Як видно з рис. 2.1 після збереження результатів пошуку видалено дублікати. Також виключено публікації з походженням із держави-агресора. Остаточний набір містить 1127 публікацій. На рис. 2.2 продемонстровано динаміку кількості публікацій на тему прогнозування банкрутства протягом 1963-2023 років.

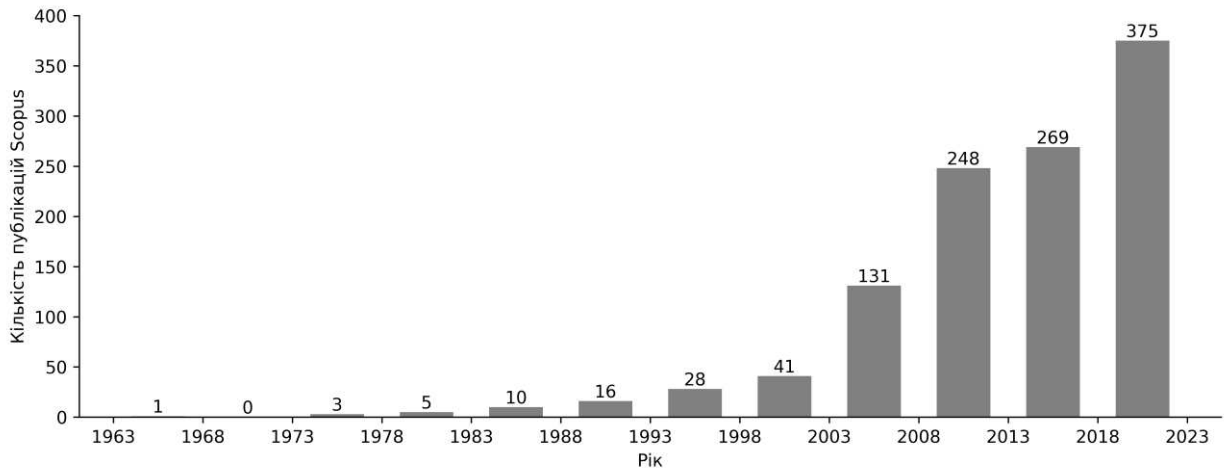


Рис. 2.2. Динаміка кількості публікацій щодо прогнозування банкрутства за 1963-2023 роки

Джерело: сформовано на основі [316]

Згідно з рис. 2.2, в період 2008 – 2023 років відбулось значне збільшення кількості публікацій. Це свідчить про те, що досліджувана тема набула важливості. Є помітна тенденція до зростання кількості статей, яка почала формуватися з 2003 року. Помітний сплеск публікацій з прогнозування банкрутства після 2008 року, насамперед пов'язаний зі світовою фінансовою кризою [72], яка посилила важливість розуміння та прогнозування банкрутства. Ця безпрецедентна подія ознаменувала нагальну потребу в надійних підходах до оцінки ризиків, що стимулювало збільшення кількості відповідних досліджень і розробок. Водночас, криза дала змогу отримати велику кількість даних про банкрутство, що створило ідеальне підґрунтя для розробки та перевірки прогнозних моделей. Крім того, криза також викликала значний науковий і політичний інтерес до вивчення її першопричин і наслідків,

включаючи роль банкрутства, що, можливо, призвело до збільшення фінансування досліджень і посилення уваги науковців до цієї сфери. Технологічний прогрес за останнє десятиліття дозволив дослідникам створювати більш складні і точні моделі прогнозування, що, могло, посприяти зростанню кількості публікацій. Таким чином, сукупність цих факторів може пояснити значне зростання кількості публікацій, що індексуються в Scopus, які стосуються прогнозування банкрутства після фінансової кризи 2008 року.

Табл. 2.1 містить інформацію про найбільш часто цитовані статті, включаючи авторів, назву, рік публікації та загальну кількість посилань, отриманих після публікації.

Таблиця 2.1

Рейтинг публікацій на основі огляду літератури

Автори	Назва	Рік публікації	Всього цитувань
Altman E.	Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy [12]	1968	6608
Pan W.	A new Fruit Fly Optimization Algorithm: Taking the financial distress model as an example [225]	2012	1330
Shumway T.	Forecasting bankruptcy more accurately: A simple hazard model [260]	2001	1205
Altman E., Haldeman R., Narayanan P.	Zeta analysis. A new model to identify bankruptcy risk of corporations [13]	1977	1015
Ravi K., Ravi V.	Bankruptcy prediction in banks and firms via statistical and intelligent techniques - A review [176]	2007	745
Min J., Lee Y.	Bankruptcy prediction using support vector machine with optimal choice of kernel function parameters [209]	2005	640
Shin K., Lee T., Kim H.	An application of support vector machines in bankruptcy prediction model [256]	2002	565
Odom M., Sharda R.	A neural network model for bankruptcy prediction [220]	1990	476
Wilson R., Sharda R.	Bankruptcy prediction using neural networks [296]	1994	459
Atiya A.	Bankruptcy prediction for credit risk using neural networks: A survey and new results [21]	2001	434

Джерело: сформовано на основі [12,225, 260,13, 176, 209, 256, 220, 296, 21]

Як показано в табл. 2.1, науковці продемонстрували важливість прогнозування банкрутства та його тісний зв'язок з корпоративним світом. Після аналізу ключових слів сформовано та розглянуто 8 найбільш поширених груп моделей. Варто зазначити, що у деяких публікаціях досліджено більш ніж один вид моделей, але є й такі, в яких не згадують жодного виду. Відповідно, сума всіх результатів не обов'язково має дорівнювати 1127. На рис. 2.3 наведено результати відповідного аналізу частоти згадування моделей прогнозування банкрутства у публікаціях.

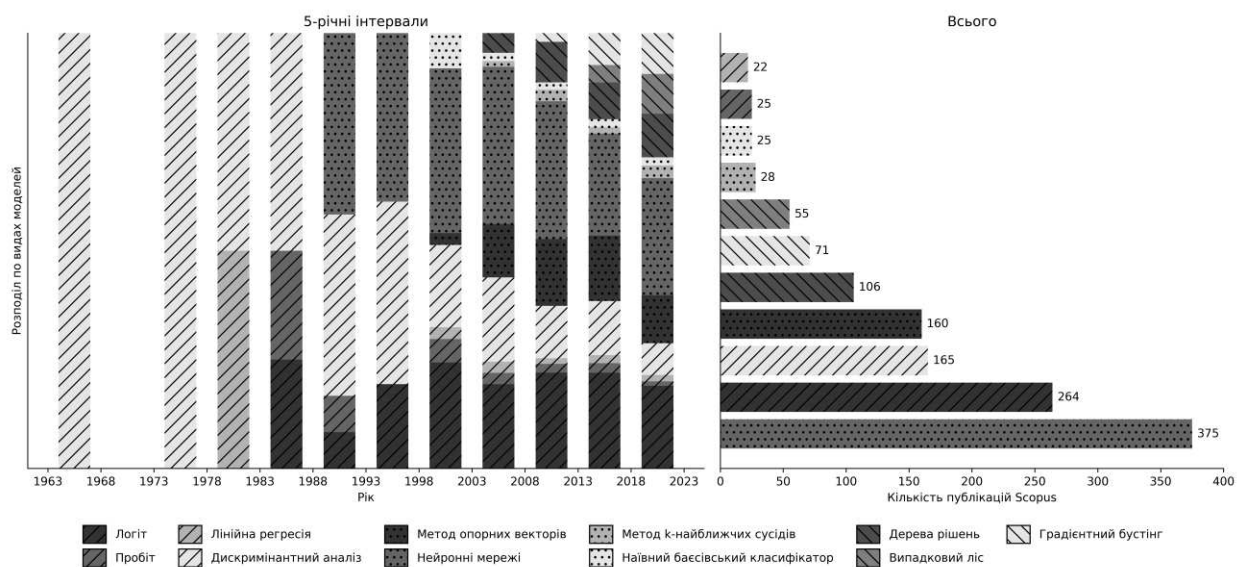


Рис. 2.3. Частота згадування різних видів моделей прогнозування банкрутства у публікаціях Scopus

Джерело: сформовано на основі [316]

Як видно з рис. 2.3, фокус досліджень постійно змінюється через розвиток статистичних методів та інформаційних технологій. В останні роки швидкість змін зростає. В межах досліджень розглянуто найбільш цитовані публікації із сформованих груп.

1968 року Altman E.I. став піонером у цій галузі, дослідивши, як на основі дискримінаційного аналізу на основі фінансових коефіцієнтів можна прогнозувати корпоративне банкрутство. Ця робота заклала основу для

майбутніх досліджень, проливши світло на потенціал цих методів в оцінці фінансового стану компанії [12]. Робота отримала подальший розвиток 1977 року, коли Альтман Е., Халдеман Р. та Нараянан П. запропонували Зета-оцінку – більш комплексну модель прогнозування. У дослідженні зроблено акцент на корисності моделі у різних аспектах, таких як оцінка кредитоспроможності та управління портфелем [13].

Наприкінці 20-го століття відбувся перехід до більш досконалих методів. Відбувалось активне дослідження нейромереж на предмет їхнього потенціалу у прогнозуванні банкрутства. Цей зсув був підкреслений висновками про те, що нейромережі перевершили моделі логістичної регресії за точністю та надійністю прогнозування [305].

Досліджуючи альтернативні методи Шин К., Лі Т., Кім Х. у 2002 році запропонували використовувати генетичні алгоритми для усунення недоліків нейронних мереж. Їх робота підкреслила потенціал інших математичних методів в отриманні моделей, які простіше інтерпретувати [256].

Наступні кілька років стали періодом методологічної диверсифікації. Дослідження 2004 року представило змішану логіт-модель як новий підхід до прогнозування [162]. Одночасно почали порівнювати різні моделі прогнозування, такі як лінійні моделі, нейромережі і навіть вейвлет-мережі [209]. Окрім того зроблено ще один значний прорив, коли з'явилися моделі на основі машини опорних векторів з оптимізованими параметрами функції ядра, які продемонстрували кращі прогностичні можливості порівняно з попередніми моделями [35].

У середині 2000-х років також зроблені спроби переглянути та узагальнити знання в цій галузі. У 2007 році опубліковано всебічний огляд, який охопив публікації з 1968 по 2005 рік і став значним джерелом інформації для дослідників [176]. Паралельно досліджувалися нові моделі, такі як узагальнені адитивні моделі та байєсівські мережі, кожна з яких пропонувала унікальні перспективи для прогнозування банкрутства [271, 40].

Наприкінці 2000-х та на початку 2010-х років, як, вже зазначалось раніше, глобальний фінансовий ландшафт зазнав кризи, кількість досліджень збільшилась. Варто зазначити, що дослідження стали більш зосереджені на регіональних контекстах. Наприклад, дослідження 2009 року присвячене прогнозуванню банкрутств на Тайвані з використанням декількох моделей, і виявило, що особливо ефективною є пробіт-модель [188]. Ще один значний прогрес відбувся у 2012 році з впровадженням алгоритму оптимізації Fruit Fly, що став новим інструментом для фінансового аналізу [225].

У середині 2010-х років, спостерігалось зростання інтересу до машинного навчання та деревовидних моделей. Дослідження оцінювали нейронні мережі для прогнозування фінансових труднощів у конкретних регіонах, таких як Китай [113]. Роком пізніше ансамблеві дерева з синтетичними ознаками протестовані на їхню ефективність у прогнозуванні банкрутства [314]. 2017 рік ознаменувався кількома досягненнями. Зокрема, запропоновано підхід усереднення байєсівської моделі, який підкреслює важливість конкретних фінансових коефіцієнтів у прогнозуванні банкрутства [27]. Крім того, створено синергетичну модель з оптимізацією сірого вовка, яка встановила новий стандарт у цій галузі [292]. Паралельно, дослідження Трачинського підкреслило потенціал нелінійних моделей, таких як випадковий ліс, у покращенні точності прогнозування, коли вони доповнюються додатковими фінансовими показниками [282]. В одному з досліджень розглянуто, як різні типи вхідних даних можуть впливати на точність ансамблів класифікаторів у прогнозуванні банкрутства [111].

Отже, від дискримінантного аналізу наприкінці 1960-х років до складних обчислювальних моделей 2020-х років сфера прогнозування банкрутства стала свідченням невпинного прагнення до точності та інновацій.

Більш детально зазначені на загадані види моделей, а також їх переваги та недоліки в контексті прогнозування банкрутства розглянуто на рис. 2.4.

Лінійні моделі	Логіт регресія	Статистична модель, яка використовує логістичну функцію для моделювання бінарної залежної змінної.	
		Дає уявлення про взаємозв'язок між входними змінними та результатом.	
		Неефективна при роботі зі складними, нелінійними зв'язками між змінними, що може обмежити прогностичну ефективність.	
	Лінійна регресія	Прогнозує ймовірність настання події. Використовує кумулятивну функцію нормального розподілу.	
		Часто використовується, коли передбачається, що розподіл основних латентних змінних є нормальним.	
		Чутлива до екстремальних значень через припущення про нормальний розподіл.	
	Пробіт регресія	Прогнозує значення безперервної залежної змінної на основі однієї або декількох незалежних змінних.	
		Коефіцієнти відображають прямий вплив предикторів.	
		Вразлива до аномалій, мультиколінеарності та гетероскедастичності.	
	Дискримінантний аналіз	Використовується для пошуку комбінації предикторних змінних.	
		Може використовуватися для більш ніж двох груп.	
		Припускає нормальність, лінійність та гомоскедастичність. Не працює, якщо групи мають дуже різні коваріаційні матриці.	
Нелінійні методи	Деревоподібні алгоритми	Дерева рішень	Приймає рішення на основі низки правил, виведених з даних.
			Ієрархічна природа дерев рішень є легкою для інтерпретації.
			Схильні до перенавчання (генерації надто складних дерев).
		Випадковий ліс	Набір дерев рішень, які працюють як ансамбль. Кожне дерево навчається на окремій підмножині даних.
			Стійкий до перенавчання і може виявляти нелінійні зв'язки між змінними.
			Потребує великої обчислювальної потужності, вимагає великої кількості даних, складний для інтерпретації.
	Гرادієнтний бустінг	Послідовний набір дерев рішень, де кожне дерево має на меті виправити помилки попереднього.	
		Стійкий до перенавчання і може виявляти нелінійні зв'язки між змінними.	
		Схильний до перенавчання, вимагає ретельного налаштування параметрів.	
	Метод опорних векторів	Знаходить найкращу гіперплощину або набір гіперплощин у високорозмірному просторі, що чітко класифікує точки даних.	
		Стійкий до перенавчання.	
		Складний для інтерпретації, а їхня продуктивність може бути чутливою до вибору параметрів та параметрів регуляризації.	
	Нейронні мережі	Набір алгоритмів, призначених для розпізнавання паттернів у даних за допомогою машинного навчання.	
		Може виявляти нелінійні зв'язки між змінними.	
		Потребує великої обчислювальної потужності, вимагає великої кількості даних, складний для інтерпретації	
	Метод k-найближчих сусідів	Визначає клас об'єкта на основі класів його k найближчих сусідів у просторі ознак.	
		Простий у реалізації та може обробляти нелінійні дані.	
		Чутливий до локальної структури даних, аномалій та нерелевантних атрибутів.	
Наївний баєсівський класифікатор	Статистичний алгоритм класифікації, який базується на теоремі Баєса та припускає незалежність ознак між собою.		
	Простий у впровадженні і може працювати з великою кількістю ознак.		
	Вразливий до мультиколінеарності.		

Рис. 2.4. Групи моделей прогнозування банкрутства

Джерело: власна розробка

Більшість описаних на рис. 2.4 моделей в розглянутих публікаціях розроблялося на основі даних щодо підприємств США. Проте в публікаціях, що не потрапили у вибірку за встановленими критеріями, моделі застосовуються до українських підприємств [359] або адаптовані до формату української звітності [94]. Всі відповідні моделі є лінійними.

Нейромережеві моделі на основі даних вітчизняних підприємств відсутні, тому у пункті 3.2 розроблено власний варіант рекурентної нейромережі у двох варіаціях – з довгою короткочасною пам'яттю та вентиляним рекурентним вузлом.

З метою отримання незалежної оцінки ефективності згаданих лінійних моделей сформовано спеціальну вибірку з вітчизняних підприємств на основі відкритих даних [363]. Вибірка складається з 17 907 підприємств, з яких 353 стали банкрутами згідно із єдиним реєстром підприємств, щодо яких порушено провадження у справі про банкрутство за 2021 – 2023 роки [327]. У табл. 2.2 наведено загальну кількість компаній, фінансова звітність яких є публічно доступною.

Таблиця 2.2

Склад вибірки зі звітністю підприємств України

Тип суб'єкта господарювання	Кількість позицій у відкритих даних за 2019 та 2020 роки	
	Балансовий звіт	Звіт про фінансові результати
державні установи	26 654	27 167
банки	84	66
малі підприємства	267 397	267 397
мікропідприємства	197 137	197 137
інші підприємства	17 907	17 907
разом	509 939	510 082

Джерело: сформовано на основі [363]

Вибірка звітності, описана в табл. 2.2, охоплює велику частину вітчизняних підприємств. Однак у вибірці виявлено некоректні дані по малих, мікро та державних підприємствах. Банківська звітність є коректною, проте характер банківської діяльності та формат їх звітності значно відрізняється від інших підприємств. У зв'язку з зазначеними причинами, для подальших розрахунків використано 17 907 підприємств з категорії «інші», що в більшості не можуть бути віднесені до малих або середніх. У табл. 2.3 наведено загальний опис сформованої вибірки, а саме рядки 2000 «Чистий дохід» та 2190 «Фінансовий результат» та їх розподіл по категоріях КВЕД.

**Загальні сумарні фінансові показники по видах економічної діяльності у
наявних даних за 2020 рік**

Галузь	Кількість компаній	Всього дохід (млрд. грн)	Всього фін. рез. (млрд. грн)
переробна промисловість	3240	1557.45	-10.82
фінанси та страхування	3081	85.83	35.79
торгівля	2898	2636.6	31.72
логістика	880	422.71	33.49
професійна, наукова та технічна діяльність	849	265.62	-12.42
сільське, лісове та рибне господарство	842	217.39	3.43
будівництво	783	163.53	0.59
адміністрування	693	39.11	-5.34
медицина та соціальна допомога	626	164.51	27.22
нерухомість	539	38.31	-8.39
державне управління та оборона	528	164.4	5.19
енергетика	488	783.33	-64.64
добувна промисловість	439	282.93	50.3
водопостачання та відходи	394	41.56	-1
інформація та телекомунікації	383	124.41	14.24
мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	316	62.87	-3.16
освіта	266	127.38	32.88
харчування	192	15.96	-1.66
інше	470	1.08	-0.17
всього	17907	7194.98	127.25

Джерело: сформовано на основі [363]

На основі цієї вибірки застосовано метод оцінки вірогідності банкрутства – коефіцієнт Альтмана у модифікації 1983 року для підприємств, чії акції не торгуються на біржі [14]. Точність в оригінальній публікації Альтмана склала 90,9%. Розраховується на базі п'яти фінансових коефіцієнтів, включаючи прибутковість, кредитне плече, ліквідність, платоспроможність та активність. Коефіцієнт Альтмана розраховується за формулою (2.1) та використовує показники, наведені у табл. 2.4.

$$Z = 0,717 A + 0,847 B + 3,107 C + 0.42 D + 0,998 E. \quad (2.1)$$

Порядок розрахунку показників моделі Альтмана

умовне позначення показника	показник	формула розрахунку на базі форм фінансової звітності 1 та 2
A	оборотний капітал / активи	$(1195 - 1695) / 1300$
B	нерозподілений прибуток / активи	$1420 / 1300$
C	фін. рез. до оподаткування / активи	$(2290 - 2295) / 1300$
D	власний капітал / позиковий капітал	$1495 / (1900 - 1495)$
E	чистий дохід / активи	$2000 / 1300$

Джерело: сформовано на основі [14]

Згідно з рекомендаціями автора моделі, значення більше 2,9 – свідчить про низьку ймовірність банкрутства, а менше 1,23 – про високу.

Також розраховано коефіцієнт за авторством Р. Ліса [352], що визначається за формулою (2.2) та використовує показники, наведені у табл. 2.5.

$$Z = 0,063 A + 0,092 B + 0,057 C + 0,001 D. \quad (2.2)$$

Таблиця 2.5

Порядок розрахунку показників моделі Р. Ліса

умовне позначення	показник	формула розрахунків на базі рядків форм 1 та 2
a	оборотний капітал / активи	$(1195 - 1695) / 1300$
b	операційний прибуток / активи	$2190 / 1300$
c	нерозподілений прибуток / активи	$1420 / 1300$
d	власний капітал / позиковий капітал	$1495 / (1900 - 1495)$

Джерело: сформовано на основі [352]

Згідно з рекомендаціями автора моделі, значення більше 0,037 – свідчить про низьку ймовірність банкрутства, а менше – про високу. Ця модель розроблена у 1978 році та використовує 4 поширених фінансові коефіцієнти, щоб визначити ймовірність банкрутства.

Модель Г. Спрінгейта розроблена на основі даних по 40 компаніям та з

точністю 92,5% [266]. У пізніших тестах на основі даних по 50 компаніям із середнім розміром активів 2,5 млн. дол. США модель показала точність 88%, а тест на основі даних по 24 компаніям із середнім розміром активів 63,4 млн. дол. США показав точність 83%. Коефіцієнт Г. Спрінгейта розраховується за формулою (2.3) та використовує показники, наведені у табл. 2.6.

$$Z = 1,03 A + 3,07 B + 0,66 C + 0,4 D. \quad (2.3)$$

Таблиця 2.6

Порядок розрахунку показників моделі Г. Спрінгейта

умовне позначення	показник	формула розрахунків на базі рядків форм 1 та 2
a	оборотний капітал / активи	(1195 - 1695) / 1300
в	фін. рез. до оподаткування / активи	(2290 - 2295) / 1300
с	фін. рез. до оподаткування / поточні зобов'язання	(2290 - 2295) / 1695
d	чистий дохід / активи	2000 / 1300

Джерело: сформовано на основі [266]

Згідно з рекомендаціями Г. Спрінгейта, значення більше 0,862 – свідчить про низьку ймовірність банкрутства, а менше – про високу. У випадку з цим коефіцієнтом, всі підприємства з реєстру справ про банкрутство були у зоні високого ризику.

Аналіз за моделлю оцінки ймовірності банкрутства за авторством Д. Дюрана спрямований на оцінювання платоспроможності та ризику банкрутства [94]. Належить до класу евристичних моделей. Її створено на основі скорингового аналізу за трьома показниками: рентабельності сукупного капіталу (Рск), коефіцієнта покриття (Кп) і коефіцієнта фінансової незалежності (Ка). У моделі Дюрана розраховується комплексний показник фінансового стану у вигляді показника платоспроможності підприємства (табл. 2.7 – 2.8).

Таблиця 2.7

Порядок розрахунку показників моделі Д. Дюрана

показник	клас підприємств за Д. Дюраном				
	I	II	III	IV	V
Рск	$R_{ск} \geq 30$ 50 балів	$30 > R_{ск} \geq 20$ від 50 до 35 балів	$20 > R_{ск} \geq 10$ від 35 до 20 балів	$10 > R_{ск} \geq 1$ від 20 до 4 балів	$R_{ск} < 1$ 0 балів
Кп	$K_{п} \geq 2$ 30 балів	$2 > K_{п} \geq 1,7$ від 30 до 20 балів	$1,7 > K_{п} \geq 1,4$ від 20 до 10 балів	$1,4 > K_{п} \geq 1,1$ від 10 до 1 балів	$K_{п} < 1,1$ 0 балів
Ка	$K_{а} \geq 0,7$ 20 балів	$0,7 > K_{а} \geq 0,45$ від 20 до 10 балів	$0,45 > K_{а} \geq 0,3$ від 10 до 5 балів	$0,3 > K_{а} \geq 0,2$ від 5 до 1 балів	$K_{а} < 0,2$ 0 балів

Джерело: сформовано на основі [94]

Таблиця 2.8

Порядок розрахунку показників моделі Д. Дюрана

умовне позначення	показник	формула розрахунків на базі рядків форм 1 та 2
Рск	коефіцієнт рентабельності загального капіталу	$(2290 - 2295) / 1900$
Кп	коефіцієнт покриття заборгованості	$1195 / 1695$
Ка	коефіцієнт фінансової автономії	$1495 / 1900$

Джерело: сформовано на основі [94]

Сума балів становить комплексний показник фінансового стану підприємства, якісну градацію якого подано у вигляді розподілу підприємств за класами, відповідно до рейтингового числа – суми балів. До 1 класу відносяться підприємства з гарним запасом фінансової стабільності, а до 5 класу – практично неспроможні підприємства [94].

Розглянемо модель оцінки ймовірності банкрутства за авторством Терещенка О. О. [359]. Це модель, що містить шість показників, побудована на основі даних 850 підприємств різних галузей. Імовірність настання банкрутства підприємства за універсальною моделлю Терещенка О. О. розраховується за формулою (2.4) та використовує показники, наведені у табл. 2.9.

$$Z = 1,5 A + 0,08 B + 10 C + 5 D + 0,3 E + 0,1 F. \quad (2.4)$$

Порядок розрахунку показників моделі Терещенка О. О.

умовне позначення	показник	формула розрахунків на базі рядків форм 1 та 2
a	високоліквідні активи / чистий дохід	$(1160 + 1165) / 2000$
b	активи / позикові кошти	$1300 / (1595 + 1695)$
c	чистий фін. рез. / активи	$(2350 - 2355) / 1300$
d	чистий фін. рез. / чистий дохід	$(2350 - 2355) / 2000$
e	запаси / чистий дохід	$1100 / 2000$
f	чистий дохід / активи	$2000 / 1300$

Джерело: сформовано на основі [359]

Згідно з рекомендаціями Терещенка О. О., значення менше 0.51 свідчить про високу ймовірність банкрутства.

Проаналізуємо модель оцінки ймовірності банкрутства за авторством Матвійчука А. В. [348]. Це модель у вигляді дискримінантної функції. Інтегральний показник за цією моделлю розраховується за формулою (2.5) та використовує показники, наведені у табл. 2.10.

$$Z = 0,033 A + 0,268 B + 0,045 C + 0,018 D + 0,004 E + 0,015 F + 0,702 G \quad (2.5)$$

Таблиця 2.10

Порядок розрахунку показників моделі А. В. Матвійчука

умовне позначення	показник	формула розрахунків на базі рядків форм 1 та 2
a	оборотні активи / необоротні активи	$1195 / 1095$
b	чистий дохід / поточні зобов'язання	$2000 / 1695$
c	чистий дохід / власний капітал	$2000 / 1495$
d	активи / чистий дохід	$1300 / 2000$
e	(об. активи – поточні зобов'язання) / об. активи	$(1195 + 1695) / 1195$
f	зобов'язання / активи	$(1595 + 1695) / 1300$
g	власний капітал / позиковий капітал	$1495 / (1900 - 1495)$

Джерело: сформовано на основі [348]

Згідно з рекомендаціями автора моделі, значення менше 1.104 свідчить про високу ймовірність банкрутства. Кожну з описаних моделей застосовано до сформованої вибірки підприємств. Результати проаналізовано через основні метрики, а саме точності, повноти, влучності та F1 оцінки.

Точність (англ. accuracy) – це міра ефективності моделі, яка вимірює частку правильних прогнозів, відносно загальної кількості прогнозів. Вона обчислюється як відношення кількості правильних прогнозів до загальної кількості прогнозів.

Влучність (англ. precision) – це міра ефективності моделі, яка вимірює частку правильних позитивних прогнозів відносно загальної кількості позитивних прогнозів, які модель зробила. Це дає уявлення про те, наскільки точно модель ідентифікує класи.

Повнота (англ. recall) – це міра ефективності моделі, яка вимірює частку правильних прогнозів позитивного класу відносно загальної кількості представників позитивного класу у даних.

F1 оцінка – це гармонічне середнє точності та повноти, і вона використовується для балансування між точністю та повнотою. Зазвичай її використовують у випадках, коли важлива як точність, так і повнота, і хочуть отримати одне число, що відображає якість моделі.

Ці метрики допомагають зрозуміти, наскільки добре модель впоралася зі своєю задачею класифікації. Просумувано ефективність моделей на основі оцінювання їхньої достовірності на основі сформованої вибірки. Результат оцінки наведено на рис. 2.5.

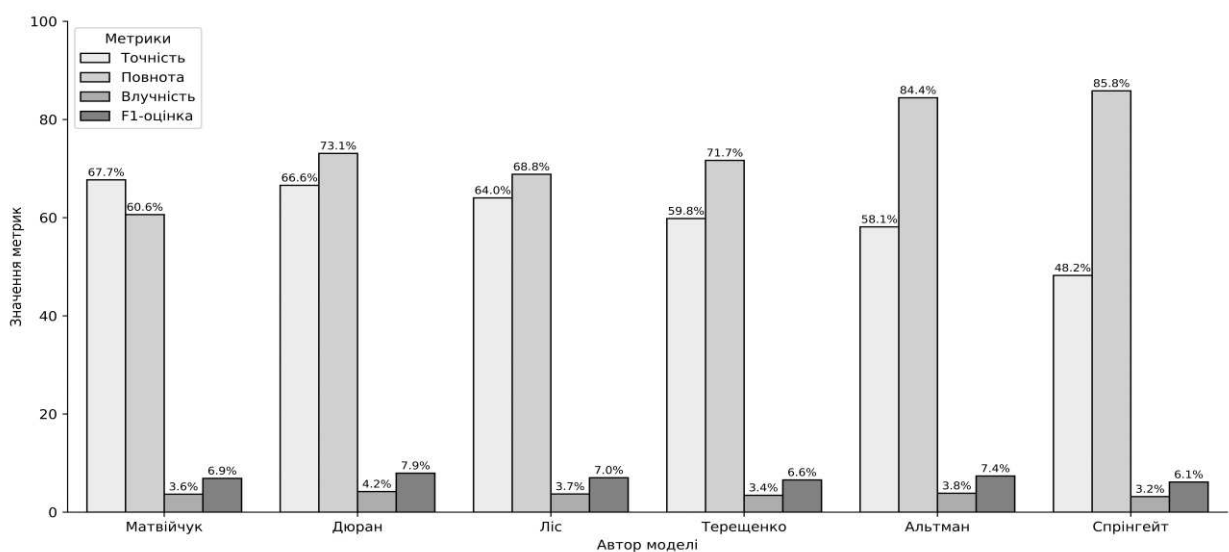


Рис. 2.5. Оцінка існуючих моделей прогнозування банкрутства підприємств в Україні, 2020 р. Джерело: власна розробка

Як видно з рис. 2.5, всі моделі показали однаково середній рівень точності та повноти при визначенні банкрутів. Збільшення точності та F1-оцінки шляхом удосконалення моделей дозволить більш ефективно ідентифікувати підприємства з високим ризиком банкрутства, що сприятиме своєчасному прийняттю управлінських рішень щодо мінімізації цих ризиків в межах РОУ ФБП. Значення метрик може бути покращено за рахунок використання більш складних моделей на основі нейромереж (пункт 2.3), та імплементації додаткових вхідних ознак, таких як якісні показники (пункт 2.2), вид економічної діяльності (пункт 2.3), судовий реєстр, макроекономічна статистика, тощо.

2.2. Методичний підхід до прогнозування ймовірності банкрутства підприємства на основі кількісних та якісних показників

У контексті емпіричних досліджень, спрямованих на вдосконалення моделей прогнозування банкрутства підприємств, належним чином диференціювати й аналізувати якісні показники є невідкладною задачею (про що зазначено у пункті 1.3). В міру комплексифікації економічних взаємозв'язків та зростання впливу необчислюваних факторів, які зпливають на вірогідність банкрутства, набуває значущості глибокий аналіз таких параметрів. Зокрема, це обумовлено тим, що якісні показники, є багатоаспектним.

Складність визначається тим, що чисельні показники можуть не відображати контекстуальну складність підприємницької діяльності. Фінансові коефіцієнти, які часто мають важливе значення, не здатні врахувати ризики, пов'язані з невидимими для цифрового аналізу чинниками. Це викликає необхідність включення якісних ознак до аналітичної моделі, зокрема з огляду на динамічність змін у зовнішньому середовищі, які можуть впливати на підприємство, та його здатність до адаптації до таких змін. Зважаючи на

важливу роль управлінських рішень у збереженні фінансової стабільності, використання якісних показників у дослідженні моделей прогнозування банкрутства виявляється не лише доцільним, але й обов'язковим для забезпечення комплексного аналізу і вдосконалення практичних результатів.

Перелік якісних показників та відповідних джерел, наведено у табл. 2.11.

Таблиця 2.11

Перелік груп якісних показників у публікаціях

Джерело	Показник	Зміст показника
[169]	Галузь	Державна політика та міжнародні угоди, циклічність, ринковий попит, чутливість до змін макроекономічних факторів, життєвий цикл продукту
	Менеджмент	Компетентність, стабільність, відносини між менеджментом та власником, управління людськими ресурсами, процес зростання/ефективність бізнесу, планування, досягнення
	Гнучкість	Пряме та непряме фінансування
	Довіра	Кредитна історія, достовірність інформації, відносини з фінансовими установами
	Конкурентоспроможність	Позиція на ринку, ступінь конкуренції, перспективи попиту на продукт чи послугу
	Операційні	Стабільність та різноманітність закупівель, ефективність виробництва, диверсифікація збуту, ефективність збутової мережі
[151]	Загальні	Керівництво, кількість років у бізнесі, конкуренція, рівень обслуговування, місцезнаходження, навчання працівників, обізнаність у тенденціях ринку
[247]	Реорганізація	Зовнішнє середовище, якість організації
	Диференціація	Зв'язки, репутація, привілеї, робочий графік
	Маркетинг	Якість товарів чи послуг, позиція на ринку
	Сервіс	Клієнтоорієнтованість
	Продуктивність	Продуктивність виробництва
[315]	Загальні	Керівництво, контрагенти, дотримання угод, інновації

Джерело: сформовано на основі [315, 169, 151, 247]

У перелічених в табл. 2.11 публікаціях розглянуто багато показників, серед яких доцільно виділити менеджерську, фінансову та операційну групи. Класифікація на ці групи здійснена автором на основі аналізу літературних джерел та їхнього внеску у прогнозування ризиків банкрутства. Кожна група показників була визначена відповідно до її ролі у забезпеченні РОУ ФБП. Менеджерські показники обрані через їхній безпосередній вплив на стратегічні

рішення та організаційну ефективність. Фінансові показники включені завдяки їхній здатності кількісно відображати фінансовий стан підприємства та потенційні ризики. Операційні показники були виділені через їхню роль у забезпеченні безперебійної діяльності та ефективності використання ресурсів. Також додано групу юридичних показників, які не розглянуті в жодній з публікацій щодо класифікації, проте досліджені у великій кількості окремих публікацій [44, 166, 91, 243, 103, 110, 165, 154, 230, 245, 205, 293, 194, 241, 62, 19, 130, 258, 175, 208, 141, 96, 86, 224]. Сформований набір показників наведено в табл. 2.12.

Таблиця 2.12

Якісні показники в моделях прогнозування банкрутства

Група	Показники
Менеджмент	Лояльність працівників
	Якість та професіоналізм менеджменту
Фінансові	Стан активів
	Якість фінансової звітності
Юридичні	Відповідність діяльності законодавству
	Спори в судах
Операційні	Ринкова репутація
	Інновації
	Продуктивність
	Відповідність стандартів
	Гнучкість бізнес-моделі

Джерело: сформовано на основі [315, 169, 151, 247]

Відтак, розглянуто окремо публікації щодо впливу кожного показника, зазначеного у табл. 2.12, на фінансову безпеку підприємства та сформувавши систему оцінки по 5-бальній шкалі для кожного з них. Це дозволить застосовувати їх в сукупності при оцінці стану підприємства.

Вибір п'ятибальної шкали обумовлений необхідністю досягнення балансу між деталізацією оцінювання та зручністю його застосування. Така шкала дозволяє диференціювати рівні оцінки для кожної групи якісних показників, зберігаючи при цьому простоту та зрозумілість методології. Для визначення балів використовується система критеріїв, яка відповідає специфічним характеристикам кожного показника. Оцінка 1 може відображати найнижчий

рівень виконання або негативний вплив, тоді як оцінка 5 свідчить про найвищий рівень виконання або позитивний вплив. Процес оцінювання здійснюється експертами, які на основі аналізу відповідних даних та інформації присвоюють кожному показнику певний бал відповідно до встановлених критеріїв. Значення можуть бути суб'єктивними, оскільки оцінювання проводять люди на місцях, які можуть мати різний рівень досвіду та інтерпретації критеріїв. Використання п'ятибальної шкали також сприяє стандартизації процесу оцінювання, що полегшує порівняння різних показників та груп показників між собою. Таким чином, застосування п'ятибальної шкали дозволяє ефективно інтегрувати нормалізовані якісні показники в модель прогнозування банкрутства, забезпечуючи більш точний та надійний аналіз фінансових ризиків підприємства.

У дослідженні Гізо Л., Сапієнца П. та Зінгалес Л. [128] увага акцентується на важливості корпоративної культури та на її позитивному впливі на прийняття фінансових рішень. Раджан Р., Сервес Х. та Зінгалес Л. [238] вказали на можливі негативні фінансові наслідки диверсифікації культури. Марголіс Я., Ельфенбайн Х. та Волш Дж. [201], а також Орлицький М., Шмідт Ф. та Райнс С. [222] провели мета-аналіз взаємозв'язку між корпоративною соціальною відповідальністю (КСВ) та фінансовими результатами, вказуючи на позитивний кореляційний зв'язок. Годфрі П., Меррілл К. та Хансен Дж. [119] розглянули КСВ як форму страхування, що сприяє створенню інвестиційної вартості. Джо Х., Харджото М. [161] продемонстрували, що компанії з сильними зобов'язаннями у сфері КСВ часто мають вищу ринкову вартість. Фламмер С. [105] підтвердив позитивний причинно-наслідковий зв'язок між КСВ та фінансовими результатами підприємств. Перераховані дослідження підкреслюють роль КСВ у формуванні фінансових результатів підприємств. Зокрема, вплив цих факторів на лояльність працівників є важливим аспектом, який може опосередковано впливати на фінансову стабільність та ризики банкрутства. Висока лояльність працівників сприяє покращенню продуктивності, зниженню плинності кадрів та зміцненню корпоративного

іміджу, що в свою чергу позитивно відображається на фінансових показниках компанії. Навпаки, низька лояльність може призводити до збільшення витрат на найм та навчання персоналу, зниження ефективності роботи та погіршення взаємовідносин всередині організації. Саме тому важливо систематично аналізувати переваги та недоліки, що впливають на лояльність працівників, для більш точного прогнозування ризиків банкрутства. У табл. 2.13 представлено перелік переваг та недоліків, що впливають на лояльність працівників, який був систематично досліджений у науковій роботі Джо Х., Харджото М. [161].

Таблиця 2.13

Перелік переваг та недоліків лояльності працівників відносно ФБП

Категорія	Переваги	Недоліки
Спільнота	<ul style="list-style-type: none"> - Благодійність - Інвестиції в суспільно корисні інновації - Підтримка в отриманні житла - Допомога в освіті 	<ul style="list-style-type: none"> - Суперечки з інвесторами - Негативний економічний вплив
Навколишнє середовище	<ul style="list-style-type: none"> - Корисні продукти та послуги - Запобігання забрудненню - Переробка та утилізація - Альтернативні види палива - Комунікація з громадськістю - Основні засоби та обладнання 	<ul style="list-style-type: none"> - Суперечки з громадськістю - Відсутність комунікації
Відносини з працівниками	<ul style="list-style-type: none"> - Гарні відносини з профспілками - Відсутність політики скорочення - Розподіл прибутків серед працівників - Залучення працівників до прийняття рішень - Високі пенсійні виплати - Охорона здоров'я та безпеки 	<ul style="list-style-type: none"> - Погані відносини з профспілками - Формальне відношення до безпеки праці - Постійні / великі скорочення персоналу - Відсутність пенсій / пільг
Якість та безпека продукції	<ul style="list-style-type: none"> - Висока якість та безпечність продукції - Дослідження та розробки/інновації - Пільги для економічно незахищених верств населення 	<ul style="list-style-type: none"> - Низька якість та безпечність продукції - Невідповідність вимогам антимонопольного законодавства
Індустрія		<ul style="list-style-type: none"> - Алкоголь - Азартні ігри - Тютюн - Вогнепальна зброя - Ядерні технології

Джерело: сформовано на основі [161]

Перелік з табл. 2.13 може бути використаний в якості бази для формування анкет оцінки рівня лояльності працівників на підприємстві. Узагальнений опис для виставлення балів наступний:

- 1 – Високий рівень незадоволеності
- 2 – Більшість працівників незадоволені
- 3 – Змішані відгуки від працівників
- 4 – Більшість працівників задоволені
- 5 – Високий рівень задоволеності серед працівників.

Окремої уваги заслуговує вплив якості та професіоналізму менеджменту на фінансові показники. Хембрік Д., Мейсон П. [139] ввели «теорію верхніх ешелонів», яка стверджує, що фінансові показники підприємства можна прогнозувати, аналізуючи характеристики її керівного складу. Ця ідея отримала підтвердження в дослідженні Бертран М., Шоар А. [42], де акцентується увага на значущій ролі окремих менеджерів у формуванні корпоративних політик. Гіббонс Р., Вальдман М. [116] розширили цей підхід, розглядаючи специфічні навички топ-менеджерів як ключовий фактор фінансового успіху. Каплан С., Клебанов М., Соренсен М. [164] та Адамс Р., Алмейда Х., Феррейра Д. [5] зосередилися на атрибутах та характеристиках генеральних директорів, аналізуючи їх вплив на фінансові показники. Зокрема, дослідження Корнеллі Ф., Комінек З. і Люнгквіст А. [79] підкреслили важливість досвідченого нагляду за топ-менеджерами для досягнення кращих фінансових результатів. У табл. 2.14 представлено перелік характеристик топ-менеджерів, що впливають на фінансові результати підприємства.

Таблиця. 2.14

Опис критеріїв, за якими оцінюється вплив топ-менеджерів на ФБП

Критерій	Опис
Лідерство	
Наймає гравців класу "А"	Знаходить, наймає гравців класу "А"
Розвиває людей	Тренує людей на їхніх поточних посадах для підвищення ефективності та готує їх до майбутніх ролей.
Звільняє тих, хто не справляється з роботою	Усуває гравців категорії "С" протягом 180 днів. Досягається це шляхом тренування, переведення, пониження в посаді або звільнення.

Продовження таблиці 2.14

Критерій	Опис
Ставиться до людей з повагою	Цінує інших, ставиться до них справедливо і проявляє турботу про їхні погляди та почуття.
Ефективність	Здатність виробляти значні обсяги продукції з мінімальними витратами зусиль.
Мережа талановитих людей	Має велику мережу талановитих людей.
Гнучкість/Адаптивність	Швидко пристосовується до зміни пріоритетів та умов. Справляється зі складнощами та змінами.
Особистість	
Доброчесність	Не зрізає кути етично. Завойовує довіру та зберігає конфіденційність.
Організація та планування	Планує, організовує, складає графіки та бюджети в ефективний, продуктивний спосіб.
Спокій під тиском	Підтримує стабільну продуктивність в умовах високого тиску або стресу
Агресивний, але шанобливий	Швидко рухається і міцно стоїть, не будучи при цьому надто абразивним.
Швидко приймає рішення	Швидко діє, не зациклюючись на перешкодах.
Дотримується взятих на себе зобов'язань	Дотримується усних та письмових домовленостей, незважаючи на особисті витрати.
Інтелект	
Аналітичні навички	Структурує та обробляє якісні або кількісні дані та робить висновки.
Стратегічне мислення / бачення	Здатність бачити загальну картину і надихаюче доносити її до аудиторії.
Креативність / інноваційність	Генерує нові та інноваційні підходи до вирішення проблем.
Увага до деталей	Не дозволяє важливим деталям вислизнути з поля зору або зірвати проект.
Мотивація	
Ентузіазм	Виявляє пристрасть і захоплення роботою. Має позицію "можу зробити".
Наполегливість	Демонструє наполегливість і готовність йти до кінця, щоб щось зробити.
Проактивний / Ініціативний	Діє, не отримуючи вказівок, що робити. Приносить нові ідеї в компанію.
Робоча етика	Має сильну готовність наполегливо і довго працювати, щоб виконати роботу.
Встановлює високі стандарти	Очікує, що особиста продуктивність і продуктивність команди будуть найкращими.
Міжособистісне	
Вміння слухати	Дозволяє іншим говорити і прагне зрозуміти їхню точку зору.
Відкриті до критики та ідей	Часто просить зворотного зв'язку і спокійно реагує на критику.
Письмова комунікація	Пише чітко та зрозуміло, використовуючи правильну граматику.
Усна комунікація	Говорить чітко і виразно, не будучи надто багатослівним або балакучим.

Продовження таблиці 2.14

Критерій	Опис
Командна робота	Звертається до колег і співпрацює з керівниками для налагодження стосунків.
Переконливість	Здатність переконувати інших дотримуватися певного курсу дій
Забезпечує відповідальність людей	Встановлює цілі для команди та контролює їх виконання, щоб забезпечити прогрес на шляху до завершення.

Джерело: сформовано на основі [164]

У контексті проведеного наукового аналізу Каплан С., Клебанов М. та Соренсен М. встановили, що серед характеристик, представлених у табл. 2.14, ключовими детермінантами фінансових показників є навички комунікації, стратегічного планування та оперативності прийняття рішень. Відтак, ці показники взято для оцінки рівня якості та професіоналізму менеджерів на підприємства. Сформований перелік наведено в табл. 2.15.

Таблиця. 2.15

Опис критеріїв, за якими оцінюється вплив топ-менеджерів на ФБП

Критерії / Кількість балів	Навички прийняття рішень	Стратегічне планування	Комунікаційні навички
1	Рішення приймаються повільно та не завжди обґрунтовано	Відсутнє стратегічне планування	Значні проблеми в комунікації
2	Є відстрочки в прийнятті важливих рішень	Є спроби стратегічного планування, але вони не завжди ефективні	Є проблеми в спілкуванні, але не критичні
3	Рішення приймаються вчасно, але іноді без повного аналізу	Є базова стратегія, якої компанія слідує	Загалом комунікація на гідному рівні
4	Рішення приймаються своєчасно і зазвичай обґрунтовано	Стратегія чітко визначена та в основному виконується	Якісна комунікація в більшості випадків
5	Рішення приймаються швидко, обґрунтовано та ефективно	Сильне стратегічне планування та ефективно його впровадження	Відмінні комунікаційні навички на всіх рівнях

Джерело: власна розробка

У контексті ФБП велике значення має також стан активів. Дослідження Холл Г., Хатчінсон П., Міхаелас Н.[138] та Муссо П., Скіаво С.[211]

акцентували увагу на тому, як стан активів може впливати на рішення щодо структури капіталу, особливо в європейських малих та середніх підприємствах. Casey E., O'Toole C. [63] дослідили важливість стану активів для малих та середніх підприємств під час фінансових криз. Тітман С., Вессельс Р. [278], Раджан Р., Зінгалес Л. [239], а також Барклай М., Сміт К.[29] розглянули різні фактори, які впливають на рішення щодо структури капіталу великих підприємств. Служить Ейч.[248], Еріксон Т., Вайт Т.[98] та Алмейда Х., Кампелло М.[9] акцентували увагу на стану активів у контексті інвестиційних рішень та фінансової продуктивності великих підприємств. Нарешті, Бергер А., Уделл Г.[41] надали огляд фінансування малого бізнесу, підкреслюючи роль якості активів. З цитованих досліджень стає очевидним, що стан активів має значний вплив на фінансову безпеку підприємств в різних сегментах ринку та у різні періоди, зокрема під час фінансових криз. Стан активів може демонструвати здатність генерувати прибуток та відповідати за зобов'язання перед кредиторами. Отже, врахування стану активів у прогнозуванні банкрутства є необхідним і корисним аспектом, який може допомогти більш точно оцінити фінансовий стан підприємства та вчасно вжити заходів для підтримки його ФБП. Варто зазначити, що універсального методу для оцінки якості активів немає, тому для кожного підприємства критерії можуть бути індивідуальними. Узагальнений опис для виставлення балів наступний:

- 1 – Активи в поганому стані, потребують значних інвестицій
- 2 – Активи у середньому стані, потребують певного оновлення
- 3 – Активи у задовільному стані, мінімальні потреби в оновленні
- 4 – Активи у доброму стані, готові до експлуатації
- 5 – Активи в ідеальному стані, нові або добре збережені.

Дослідження якості фінансової звітності та її впливу на фінансову діяльність компаній також є актуальною темою в академічних дослідженнях. Барт М., Бівер В., Лендсман В. [33], Болл Р., Шивакумар Л.[25], Francis J., LaFond R., Olsson P., Schipper K. [108], а також Бідл Г., Гіларі Г., Верді Р. [46] акцентували увагу на взаємозв'язку між якістю фінансової звітності та її

значущістю для зацікавлених сторін. Дехоу П., Ге В., Шранд К. [83] запропонували огляд впливу точності звітності на фінансові показники. Хілі П., Палепу К. [144] та Bushman R., Smith A. [59] підкреслили важливість високоякісної фінансової звітності для корпоративного управління. Іоанну І., Серафим Г. [156], Дхалівал Д., Лі О., Цанг А., Янг Я. [88] та Кім Ю., Пак М., Вієр Б. [170] розглянули взаємозв'язок між та корпоративною соціальною відповідальністю, вказуючи на важливість дотримання стандартів у цих областях для досягнення кращих фінансових результатів. З цитованих досліджень видно, що якість фінансової звітності має значний вплив на фінансову діяльність підприємств та їхні результати. Висока якість звітності може допомогти інвесторам, кредиторам і іншим зацікавленим сторонам отримати більш достовірну та повну інформацію про фінансовий стан компанії, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення. Таким чином, якість фінансової звітності слід розглядати як важливий фактор при аналізі фінансової стійкості та прогнозуванні можливого банкрутства підприємств, особливо в контексті їхньої значущості для інвесторів та фінансових аналітиків.

При аналізі якості фінансової звітності важливо розглядати її точність, зрозумілість та дотримання стандартів як окремі аспекти через їхні впливи на достовірність, корисність та порівнянність фінансової інформації. Точність фінансової звітності вказує на те, наскільки відображена інформація відповідає реальному фінансовому стану компанії. Помилки чи неточності в звітності можуть спричинити неправильні рішення з боку інвесторів, кредиторів та інших зацікавлених сторін. Точність вимагає правильного визначення та відображення фінансових подій та операцій у відповідності з міжнародними стандартами фінансової звітності. Окрім того, фінансова інформація повинна бути представлена у такий спосіб, щоб її легко зрозуміли зацікавлені сторони, які можуть не мати глибоких знань у фінансах. Незрозуміла звітність може призвести до неправильних трактувань і рішень. Зрозумілість вимагає прозорості подачі інформації та визначення термінів та понять у фінансових звітах. Нарешті, міжнародні стандарти фінансової звітності встановлюють правила та

принципи, які повинні дотримуватися при складанні фінансової звітності. Дотримання цих стандартів важливо для забезпечення порівнюваності між компаніями та надання інвесторам та кредиторам надійної інформації. Порушення стандартів може призвести до негативного впливу на репутацію компанії та її спроможність залучати інвестиції. Загальний аналіз якості фінансової звітності включає в себе врахування всіх цих аспектів, оскільки вони взаємопов'язані та впливають на надійність та корисність інформації для прийняття рішень зацікавленими сторонами. Недоліки в будь-якому з цих аспектів можуть призвести до серйозних проблем у фінансовому аналізі та прийнятті рішень.

Таблиця. 2.16

**Опис критеріїв, за якими оцінюється вплив якості фінансової звітності на
ФБП**

Критерії / Кількість балів	Точність	Дотримання стандартів	Зрозумілість
1	Значні неточності в звітності	Більшість стандартів не дотримується	Звітність важко зрозуміти
2	Декілька неточностей в звітності	Декілька стандартів не дотримується	Звітність має деякі неясні моменти
3	Звітність загалом точна	Більшість стандартів дотримується	Загалом звітність зрозуміла
4	Мінімальні неточності в звітності	Незначні відхилення від стандартів	Звітність чітка та майже повністю зрозуміла
5	Звітність 100% точна	Повне дотримання усіх стандартів	Звітність повністю зрозуміла та чітка

Джерело: власна розробка

Дослідження впливу дотримання законодавства на фінансові результати компаній є актуальною темою в академічних дослідженнях. Бхагат С., Бізак Я. та Коулз Дж.[44] вивчили реакцію цін акцій компаній, які беруть участь у судових процесах, виявляючи значущі негативні відхилення від норми, пов'язані з повідомленнями про позови. Карпофф Я., Лі Д. і Вендржик В. [166] та Донелсон Д., Еге М. і Макінніс Дж. [91] акцентували увагу на фінансових наслідках, пов'язаних з судовими позовами в контексті шахрайства. Роджерс Д.

і Ван Бускірк А.[243] та Філд Л., Лоурі М. і Шу С.[103] досліджували зміни в поведінці щодо розкриття інформації в контексті акціонерних позовів, підкреслюючи вплив позовів на подальше фінансове звітування. Галлемор Ж. і Лабро Е. [110] та Карпофф Дж., Лі Д. і Мартін Г. [165] розглянули наслідки підробки фінансових звітів, включаючи витрати на судові розгляди. Хамфері-Дженнер М. і Ланг М. [154] дослідили, як судові позови впливають на зовнішнє фінансування компаній.

Поппо Л. та Жоу К. [230] висвітлили управління угодами в співвідношеннях покупця та постачальника, акцентуючи на впливі на фінансові наслідки. Райалл М. та Семпсон Р. [245] дослідили взаємозв'язок контрактів з механізмами їх виконання і відповідний вплив на фінансові результати. Меллевігт Т., Мадхок А. та Вейбель А. [205] вивчили роль довіри та формальних контрактів у міжорганізаційних відносинах, вказуючи, що їх баланс може впливати на фінансові показники. Вафне К. та Хайде Й. [293] дослідили опортуністичну поведінку у міжфірмових відносинах та її наслідки для фінансові результати. Луо Й. [194] акцентував увагу на міжнародних підприємствах, підкреслюючи важливість дотримання контрактних угод для співпраці та підвищення ФБП. Реуер Ж. та Арінью А. [241] розглянули складність контрактів стратегічних альянсів, вказавши, що певні контрактні положення можуть призвести до покращення фінансових показників. Тоді як Кеннон П. та Перро В. [62] зосередили увагу на ролі дотримання контрактів у відносинах між покупцем і продавцем, які можуть опосередковано впливати на фінансову діяльність.

Арора С. та Кейсон Т. [19] вивчили мотивацію підприємств до добровільного перевищення екологічних нормативів. Зазначається, що така поведінка може призвести до економії витрат, покращення репутації та інших позитивних фінансових результатів. Ганнінгем Н., Каган Р.А. та Торнтон Д. [130] дослідили причини, чому деякі підприємства йдуть за рамки вимог законодавства у сфері охорони довкілля, вказавши на потенційні фінансові переваги від активної екологічної поведінки. Іоанну І. та Серафейм Г. [156]

дослідили чинники корпоративної соціальної діяльності, акцентуючи на ролі національних інституцій і регулятивних рамок. Вони підкреслили, як дотримання або перевищення законодавчих вимог може впливати на фінансову діяльність підприємства. Шорт Л. та Тоффель М. [258] розглянули зв'язок між саморегулюванням і обов'язковим дотриманням законодавства, вказавши на вплив правового середовища на фінансові результати. Меліс А., Карта С. та Гая С. [175] зосередились на злиттях та поглинаннях і ролі корпоративного управління, що тісно пов'язана з дотриманням законодавства. Дослідники обговорили фінансові наслідки рішень у цьому контексті. В численних дослідженнях розглядається вплив дотримання податкового законодавства та податкової стратегії на фінансові показники підприємств.

Варто зазначити, що окрему увагу дослідники приділяли впливу дотримання податкового законодавства. Мілліс Л., Еріксон М. та Мейдью Е. [208] обговорили ресурси, які компанії інвестують у податкове планування, та їх відповідний вплив на фінансові результати. Реґо С. (2003) дослідив практику уникнення оподаткування серед багатонаціональних корпорацій США, вказуючи на вплив на фінансову ефективність. Ганлон М. та Слемрод Д. [141] проаналізували реакцію ринку на новини про участь у податкових ухиляннях. Диренг С., Ганлон М. та Мейдью Е. [96] вивчили, як характеристики керівництва впливають на практику уникнення оподаткування та відповідні наслідки для ФБП. Десай М. та Дхармапала Д. [86] дослідили взаємозв'язок між оподаткуванням та вартістю компанії, акцентуючи на потенційних фінансових наслідках стратегій податкового виконання. Слемрод Д. надав економічний погляд на корпоративні податкові поведінки та їх фінансові наслідки. Овереш М. та Вамсер Г. [224] оцінили вплив тонкої капіталізації на податкові планувальні активності та впливаючі з цього фінансові наслідки для підприємств.

Таким чином, дотримання законодавства та взаємодія із судовою системою відіграють важливу роль у фінансовій діяльності підприємств. Судові позови можуть призвести до значущих фінансових втрат для компаній. Акцент на

важливості дотримання податкового законодавства також не можна недооцінювати. Підприємства, які відзначаються активним податковим плануванням, часто стикаються із значущими фінансовими наслідками, особливо в контексті реакції ринку на таку діяльність. Окрім того, міжфірмові відносини, особливо в контексті дотримання контрактів та довіри, можуть мати значний вплив на фінансову ефективність компаній. В цілому, дослідження підкреслюють важливість дотримання законодавства і взаємодії з судовою системою у формуванні фінансової стратегії та діяльності компанії. Підприємства, які розуміють і враховують ці фактори, мають більше шансів на успіх у сучасному бізнес-середовищі.

Узагальнений опис для виставлення балів щодо впливу відповідності діяльності законодавству на фінансову безпеку підприємства наступний:

- 1 – Системні порушення, що загрожують діяльності компанії
- 2 – Серйозні відхилення в діяльності
- 3 – Декілька відхилень, потребують виправлення
- 4 – Мінімальні відхилення, які не призводять до серйозних наслідків
- 5 – Повна відповідність без виключень.

При розгляді впливу репутації підприємства на його фінансову безпеку, виникла проблема відсутності уніфікованої дефініції поняття «корпоративна репутація». Для потреб цього наукового аналізу вибрано дефініцію з праці [32], яка отримала найширший резонанс у науковій спільноті. Згідно з цією дефініцією, автори визначають корпоративну репутацію як колективні судження спостерігачів про компанію, що ґрунтуються на оцінці фінансових, соціальних та екологічних наслідків, які приписуються компанії з плином часу. Робертс П. та Даулінг Г. у своєму дослідженні [242] висунули та підтвердили гіпотезу про те, що фірми з кращою репутацією демонструють кращі фінансові результати. Враховуючі результати науковців, можна стверджувати, що існує взаємозв'язок між репутацією та фінансовим станом компанії. Цей зв'язок є непрямим, так як рівень репутації є похідним діяльності компанії загалом. Узагальнений опис для виставлення балів щодо впливу репутації підприємства

на його фінансову безпеку наступний:

- 1 – Більшість відгуків негативні
- 2 – Переважає негативний відгук, але є позитивні моменти
- 3 – Відгуки змішані
- 4 – Більшість відгуків позитивні, але є окремі негативні відгуки
- 5 – Переважають високо позитивні відгуки.

Теесе D. [274] розглянув взаємодію між бізнес-моделями, стратегією та інноваціями, підтвердивши, що їх взаємна узгодженість може покращити конкурентну позицію та фінансові показники фірми. Холл Б., Лотті Ф., Майрес Ж. [137] на прикладі італійських фірм визначили вплив інвестицій в інновації на фінансові результати. Халт Г., Херлі Р., Найт Г. [153] акцентували увагу на факторах, які стимулюють інноваційність, та її вплив на бізнес-показники. Форсман Х.[107] порівняв інноваційний потенціал виробничого та сервісного секторів та його вплив на фінансові показники. Героскі П., Мачін С., Ван Рінен Й. [114] виявили позитивний зв'язок між інноваційністю підприємства та його прибутковістю. Загалом, ці дослідження підкреслюють значущість інновацій як фактора, що впливає на фінансову ефективність підприємств. Узагальнений опис для виставлення балів щодо впливу впровадження інновацій підприємства на його фінансову безпеку наступний:

- 1 – Критично застарілі технології, негайного оновлення
- 2 – Застарілі технології, потребує інвестицій
- 3 – Середній рівень, потребує невеликих оновлень
- 4 – Хороший рівень технологічної оснащеності
- 5 – Сучасні технології, максимізація ефективності.

Портер М., Хеппельманн Дж.[231] розглянули, як розвиток виробництва покращує ефективність та впливає на фінансову ефективність. Дейф А.[84] ввів системну модель, зосереджену на екологічному виробництві, підкреслюючи, як екологічно ефективне виробництво може призвести до зниження витрат та покращення фінансових показників. Лі Л. [184] зфокусувався на ланцюгах поставок і дослідив, як технології впливають на співпрацю в ланцюгу поставок

та на відповідні фінансові результати. Сінгх Р., Гарг С., Дешмух С. [262] розглянули, як малі та середні підприємства розробляють стратегії, акцентуючись на ефективному виробництві для підвищення фінансової стійкості. Ці дослідження колективно підкреслюють важливість ефективності виробничих процесів як ключового фактора для досягнення позитивних фінансових результатів. У зазначених публікаціях приділяється увага як до технологій, так і до продуктивності. Тому ці два аспекти слід розглядати окремо. Узагальнений опис для виставлення балів щодо впливу рівня ефективності виробничих процесів підприємства на його фінансову безпеку наступний:

- 1 – Дуже низька продуктивність, вимагає серйозного перегляду
- 2 – Низька продуктивність, численні проблемні зони
- 3 – Середня продуктивність, певні області потребують оптимізації
- 4 – Добра продуктивність з незначними відхиленнями
- 5 – Висока продуктивність, оптимальне використання ресурсів.

Корбетт К., Монте-Санчо М., Кірш Д. [78] вивчили вплив сертифікації ISO 9000 в США, та виявили позитивний зв'язок між сертифікацією та фінансовою ефективністю. Ятрідіс Г., Кесіду Е.[155] дослідили фінансові наслідки реального та формального впровадження стандарту ISO 14001 в грецьких виробничих компаніях під час економічної кризи. Зенг С., Шай Ц., Лу Д.[304] зфокусувалися на китайських компаніях та дослідили синергії впровадження інтегрованих систем управління, включаючи стандарти ISO. Накамура М., Такахаші Т., Вертинський І. [212] проаналізували, чому японські фірми вибирають екологічні сертифікації ISO та як це корелює з фінансовими показниками. Фрайкселл Г., Сето, А. [109] та Потоцький М., Пракаш А.[232] дослідили, як мотивація до отримання сертифікації ISO 14001 та участь у "зелених клубах" може впливати на фінансові результати. Загалом, ці дослідження підкреслили важливість відповідності стандартам як механізму для покращення ФБП. Варто зазначити, що перелік стандартів, яких варто дотримуватися, може різнитися в залежності від галузі, тому відповідну

систему оцінку потрібно адаптувати індивідуально. Узагальнений опис для виставлення балів щодо впливу рівня відповідності стандартам на фінансову безпеку підприємства наступний:

- 1 – Критично низький рівень якості
- 2 – Значні відхилення від стандартів
- 3 – Середній рівень якості
- 4 – Незначні відхилення від стандартів
- 5 – Повна відповідність високим стандартам якості.

У науковій літературі також приділяється увага взаємозв'язку між гнучкістю в різних аспектах управління підприємством та фінансовою ефективністю. Гупта Ю., Сомерс Т.[132] встановили зв'язок між гнучкістю в виробництві та бізнес-стратегією, а також їх вплив на фінансові показники. Макадок Р., Кофф Р.[199] а також Пенг Д., Шредер Р., Шах Р.[227] дослідили, як гнучке управління може позитивно впливати на прибутковість через оптимальне поєднання ринкових та ієрархічних механізмів управління. Чжан М., Макферсон А., Джонс О. [306] акцентували увагу на ролі гнучкості в процесах навчання для малого та середнього бізнесу, та на відповідному впливі на фінансову ефективність. Голден В., Пауелл П.[122] та Лю Х., Ке В., Вей К., Хуа Ц.[189] дослідили, як гнучкість інформаційних систем може призвести до зниження витрат в бізнес-процесах, що непрямо впливає на фінансовий стан компанії. Загалом, ці дослідження підкреслюють критичну важливість гнучкості в різних сферах управління для досягнення фінансової стабільності та ефективності, тому відповідний критерій також варто додати до системи оцінки. Узагальнений опис для виставлення балів щодо впливу рівня відповідності стандартам на фінансову безпеку підприємства наступний:

- 1 – Рігідна бізнес-модель, відсутність гнучкості
- 2 – Низька гнучкість, численні обмеження
- 3 – Середня гнучкість
- 4 – Добра гнучкість, певні обмеження
- 5 – Висока гнучкість, можливість швидко змінювати стратегії.

Таким чином, узагальнено та систематизовано результати публікацій щодо впливу якісних показників на фінансову безпеку підприємства. Для подальшого використання відповідних показників сформовано уніфіковані 5-бальні шкали оцінювання. Пропонується методика прогнозування банкрутства підприємства, що враховує якісні показники (рис. 2.6).

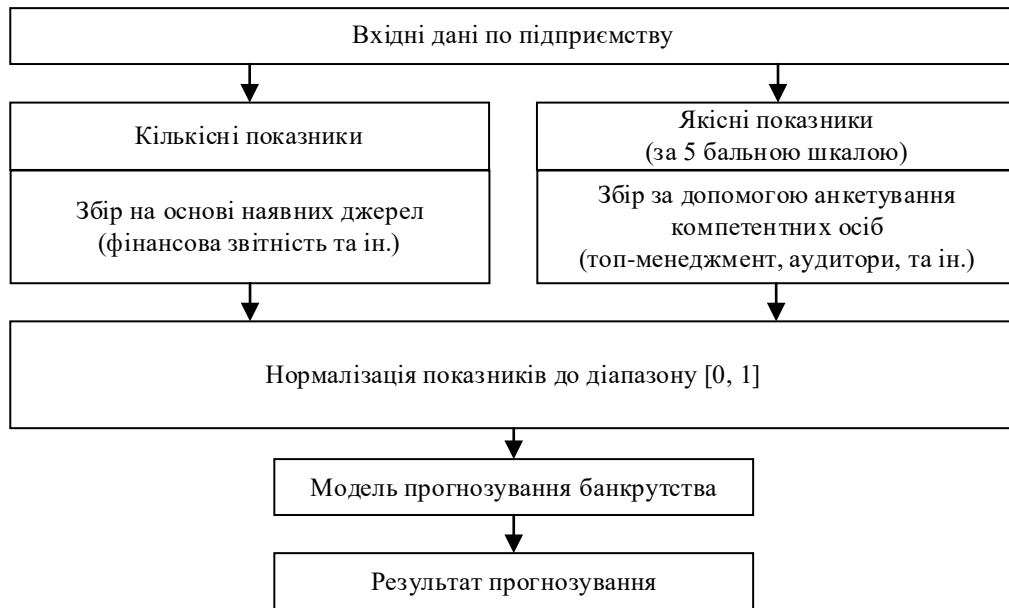


Рис. 2.6. Методика прогнозування банкрутства підприємства з врахуванням якісних показників

Джерело: власна розробка

Для нормалізації показників до діапазону від 0 до 1, можна використовувати різні підходи, серед яких лінійний, логарифмічний, сигмоїдний та відсікаючий [247]. Враховуючі фіксований набір оцінок у 5-бальної шкали – лінійна нормалізація підходить найкраще через свою простоту.

$$y = \frac{x - \min}{\max - \min} \quad (2.1)$$

де: \min – 1 (мінімальна оцінка за 5-бальною шкалою)

\max – 5 (максимальна оцінка за 5-бальною шкалою)

Врахування менеджерських, юридичних, фінансових та операційних не кількісних показників є критично важливим для всебічної оцінки фінансового стану підприємства. Ці фактори в комплексі дозволяють покрити набагато більше аспектів діяльності підприємства та збільшити точність прогнозу.

На наступному кроці використано багатофакторну модель, яка реалізує розроблений підхід шляхом поєднання Z-оцінки Альтмана та згаданих якісних показників. Оскільки Z-оцінка Альтмана не має шкали від 0 до 1, то потребує нормалізації. Застосовано Min-Max шкалу:

$$Z_n = \frac{Z - Z_{min}}{Z_{max} - Z_{min}} \quad (2.2)$$

де Z це Z-оцінка. Для нормалізації використано максимальне значення 5.

Далі, визначено ваги для кожного з коефіцієнтів на рівні 0,5 для обох та розраховано комбіновану оцінку (CS):

$$CS = Z_{norm} * 0.5 + \frac{\sum_i^n Q_i}{n} * 0.5 \quad (2.3)$$

де $\frac{\sum_i^n Q_i}{n}$ це сума всіх якісних коефіцієнтів, поділена на їхню кількість.

Далі поріг комбінованої оцінки встановлено на рівні 0,5, оскільки всі коефіцієнти нормалізовано.

У березні-травні 2023 року відібрано 5 підприємств, що погодилися на співпрацю та зібрано дані для якісних коефіцієнтів та фінансові показники за 2022 рік. Опитувальник розміщено за статичним посиланням [26]. Два підприємства збанкрутували у 2023 фінансовому році. Всі дані знеособлено за домовленістю з представниками підприємств. Зібрані дані та відповідні результати розрахунків на основі зібраних даних представлені в табл. 2.17.

Таблиця 2.17

Зібрані дані та результати валідації моделі прогнозування банкрутства

Підприємство		1	2	3	4	5
Менеджмент	Лояльність	5	4	5	1	1
	Професійність менеджменту	4	5	3	1	2
Фінансові	Активи	4	5	4	1	1
	Якість звітності	3	5	5	3	3
Юридичні	Відповідність законодавству	5	4	3	1	2
	Судові справи	5	4	4	2	1
Операційні	Market reputation	4	5	4	3	3
	Інновації	3	5	5	3	4
	Продуктивність	4	5	3	2	1
	Відповідність стандартам	5	4	5	1	2
	Гнучкість	5	5	5	2	1
Проміжні розрахунки	Оборотний капітал/Всього активів	0.08	0.05	0.13	0.07	0.05
	Нерозподілений прибуток/Всього активів	0.33	0.27	0.55	0.30	0.20
	Прибуток до сплати відсотків та податків/Всього активів	0.17	0.11	0.25	0.13	0.10
	Ринкова вартість власного капіталу/Загальні зобов'язання	1.67	2.20	1.81	1.48	0.01
	Загальні продажі/Загальні активи	1.67	1.09	2.50	1.30	0.90
Z-оцінка Альтмана		3.78	3.22	5.33	3.11	1.58
Сума всіх якісних коефіцієнтів, поділена на їх кількість		0.85	0.93	0.84	0.36	0.38
Zp		0.76	0.64	1.07	0.62	0.32
CS		0.81	0.79	0.95	0.49	0.35
Чи стало підприємство банкрутом		ні	ні	ні	так	так

Джерело: власні розрахунки

Як видно з табл. 2.17, коефіцієнт CS для підприємства 5 становив 0,35 (нижче порогового значення), і воно стало банкрутом. Коефіцієнт Альтмана для підприємства 5 нижчий за 1,81, що очікувано з точки зору кількісного аналізу. У випадку з підприємством 4 Z-оцінка Альтмана становила 3,11, що є безпечним значенням відповідно до опису моделі. Однак значення CS було нижче порогового і підприємство збанкрутувало. Це свідчить про те, що значення показника Zp можна використовувати як додатковий аргумент під час прийняття рішень в управлінні фінансовою безпекою підприємства.

Таким чином, набуло подальшого розвитку методичне забезпечення прогнозування ймовірності банкрутства підприємства, яке, на відміну від існуючих, доповнює склад кількісних показників запропонованими якісними у складі 11 показників (лояльність працівників, якість та професіоналізм менеджменту, стан активів, якість фінансової звітності, відповідність діяльності законодавству, спори в судах, ринкова репутація, інновації, продуктивність, відповідність стандартів, гнучкість бізнес-моделі) у формі уніфікованих 5-бальних шкал оцінювання через просту лінійну нормалізацію, що надає змогу підвищити точність оцінювання під час моніторингу для забезпечення РОУ ФБП.

2.3. Методичний підхід до прогнозування ймовірності банкрутства підприємства із використанням рекурентної нейромережі з урахуванням виду економічної діяльності

В умовах сучасної економіки забезпечення фінансової стійкості економічних систем, підвищення її фінансової ефективності та конкурентоспроможності потребує моніторингу фінансового стану підприємства та прогнозування їх подальшого розвитку з використанням сучасних технологій та моделей. У процесі отримання інформації про динаміку основних фінансових ризиків підходи машинного та глибинного навчання дозволяють робити більш точні прогнози на основі великих масивів даних, дозволяють використовувати незбалансовані масиви даних та зберігати всю доступну інформацію.

Метою дослідження є побудова моделі визначення фінансової стійкості економічних систем на основі нейронної мережі. Для цього використані фінансові дані 17 907 підприємств, з яких 353 стали банкрутами (більш детально описано в пункті 2.1). Відібрано фінансові коефіцієнти, які забезпечують надійний набір фінансових показників, що можуть бути

використані як цінний інструмент для прогнозування фінансової стабільності економічних систем. Обґрунтовано використання нейронних мереж прямого поширення (НМПП) та рекурентних нейронних мереж (РНМ). Використано інструментарій підтвердження працездатності побудованої моделі, що підтверджує ефективність побудованої моделі та дозволяє визначити напрями її вдосконалення.

Стрімкий розвиток фінансових технологій не тільки надає багато зручностей для виробництва, але й несе багато ризиків для ФБП. Хоча технології підвищують адаптивність фінансових систем, вони можуть збільшувати кількість ризиків і створювати більші виклики для ФБП. Тому все більше дослідників застосовують машинне навчання для прогнозування банкрутства.

У прогнозуванні банкрутства нейронні мережі є ефективними, оскільки вони можуть вивчати ці складні взаємозв'язки та закономірності між змінними і використовувати їх для точних прогнозів. Нейронні мережі особливо ефективні, коли їх використовують у поєднанні з великими масивами даних, оскільки вони можуть розпізнавати складні закономірності та взаємозв'язки, які інші моделі можуть пропустити. Крім того, нейронні мережі легко адаптуються і можуть навчатися на різних типах даних, що робить їх корисними в різних контекстах. Вони також здатні вчитися на минулих даних і коригувати свої прогнози, коли з'являються нові дані.

Загалом, здатність нейронних мереж вивчати складні взаємозв'язки між змінними, адаптуватися до різних типів даних і коригувати свої прогнози на основі нових даних робить їх ефективним інструментом у прогнозуванні банкрутства.

У цьому пункті використано рекурентні нейронні мережі, оскільки вони підходять для роботи з часовими рядами [193, 268, 288, 276].

Нейромережі прямого поширення (НМПП) – це тип нейронних мереж, які пропускають вхідні дані через декілька шарів, де кожен шар містить набір нейронів, які виконують лінійне або нелінійне перетворення вхідних даних. Нейронні мережі прямого поширення добре підходять для задач прогнозування

банкрутства, оскільки вони можуть вивчати складні, нелінійні зв'язки. Ця гнучкість корисна для моделювання багатьох факторів, які можуть впливати на ризик банкрутства, включаючи фінансові коефіцієнти, економічну активність та нефінансові дані [120].

Рекурентні нейронні мережі (РНМ) – цей тип нейронних мереж детально описано в пункті 3.1. аналогічно з попереднім пунктом, будуть використовуватись дві модифікації РНМ – ДКЧП та ВРВ.

Прогнозування банкрутства передбачає аналіз великої кількості фінансових і нефінансових змінних для виявлення підприємств, які перебувають під загрозою. Традиційні статистичні методи часто стикаються зі складністю наборів даних, оскільки може існувати багато взаємозалежних змінних, які впливають на фінансовий стан компанії [21, 159].

У табл. 2.18 наведено фінансові коефіцієнти, використані при побудові нейронної мережі для прогнозування банкрутства.

Таблиця 2.18

Фінансові показники діяльності компаній, що будуть використані для побудови нейромережевої моделі прогнозування банкрутства

Рядок	Опис	Рядок	Опис
1095	Необоротні активи	1695	Поточні зобов'язання та резерви
1101	Виробничі запаси	1700	Зобов'язання, пов'язані з необоротними активами, утримуваними для продажу, та групами вибуття
1160	Поточні фінансові інвестиції	1900	Власний капітал та зобов'язання
1165	Грошові кошти та їх еквіваленти	2000	Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)
1195	Оборотні активи	2250	Фінансові витрати
1300	Активи	2290	Фінансовий результат до оподаткування (прибуток)
1420	Нерозподілений прибуток (непокритий збиток)	2295	Фінансовий результат до оподаткування (збиток)
1495	Власний капітал	2350	Чистий фінансовий результат (прибуток)
1595	Довгострокові зобов'язання та резерви	2355	Чистий фінансовий результат (збиток)

Джерело: сформовано на основі [363]

Перераховані коефіцієнти є корисними для прогнозування банкрутства, оскільки вони дають комплексну картину фінансового стану та платоспроможності компанії. Коефіцієнти охоплюють такі фінансові показники, як прибутковість, ліквідність, ефективність та управління боргом, які є критично важливими індикаторами здатності компанії виконувати свої фінансові зобов'язання. Інвестори та аналітики можуть виявити тривожні ознаки фінансових труднощів і потенційного ризику банкрутства, порівнюючи фінансові коефіцієнти компанії з галузевими показниками та історичними тенденціями. Загалом, пул коефіцієнтів на основі [363] забезпечує надійний набір фінансових показників, які можна використовувати як інструмент для прогнозування ризику банкрутства (Додаток А).

Оскільки моделі прогнозування банкрутства продовжують розвиватися, роль нейронних мереж у розробці більш точних і надійних моделей залишатиметься критично важливою. Більшість попередніх досліджень з прогнозування банкрутства, в тому числі з використанням машинного навчання, використовували відносно невелику вибірку фірм і невелику кількість фінансових показників. Тому для побудови нейромереж вхідні параметри формуються наступним чином:

1. Всього відібрано 17 907 компаній
2. Сформовано перелік коефіцієнтів (Додаток А)
3. Додано показник групи КВЕД, який відображається у вигляді 20 стовпчиків для кожної групи КВЕД у двійковому форматі (0 або 1).

При побудові РНМ вхідні параметри мають таку відмінність: використовувалися аналогічні фінансові коефіцієнти за 2019 та 2020 роки, розділені на окремі групи та представлені у вигляді двовимірної матриці. Всі коефіцієнти нормалізовані функцією $\log(x)$, а аномально великі та малі значення знайдені через Z-оцінку та замінені на максимально допустимі. Архітектура розроблених моделей зображена на рис. 2.7.

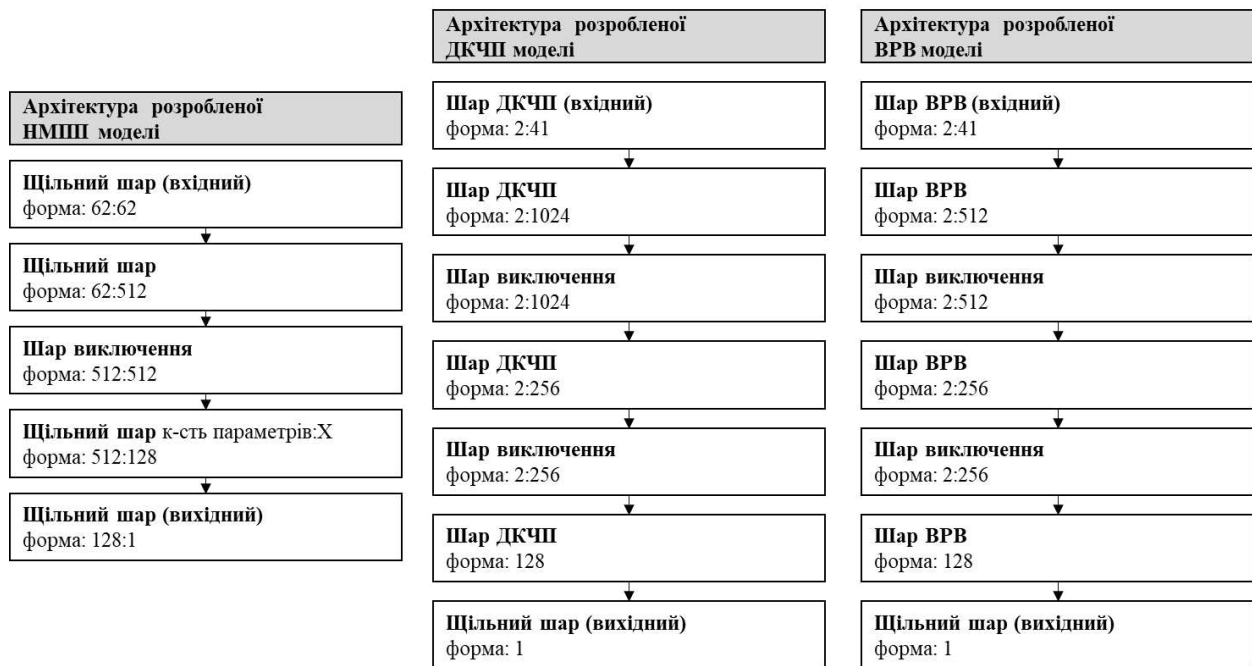


Рис. 2.7. Шари розроблених НМПП, РНМ ДКЧП, РНМ ВРВ

Джерело: власна розробка

Для тесту моделей використано матрицю плутанини і точність. Матриця плутанини – це таблиця, яка підсумовує продуктивність моделі бінарної класифікації, показуючи кількість істинних позитивних (TP), істинних негативних (TN), помилкових позитивних (FP) і помилкових негативних (FN) результатів. Цей спосіб дає чіткий розподіл типів помилок, які допускає модель [102]. Точність – це загальна метрика оцінки, яка вимірює частку правильно класифікованих випадків від загальної кількості випадків. Цей показник часто використовується у випадках, коли вартість різних типів помилок однакова [237]. В табл. 2.19 показано матриці плутанини та точності для побудованих моделей нейронних мереж НМПП, РНМ ВРВ та РНМ ДКЧП. Разом ці два інструменти дають повне уявлення про роботу моделі. Матриця плутанини надає детальну інформацію про типи помилок, яких припускається модель, тоді як точність дає просту оцінку загальної продуктивності. Поєднуючи ці інструменти, можна краще зрозуміти, наскільки добре працює модель, і визначити сфери, які потребують вдосконалення. Однак важливо зазначити, що

точність може давати хибні результати у випадках, коли розподіл класів є незбалансованим, і в таких випадках доцільно використовувати інші метрики оцінки, такі як точність, пригадування та оцінка.

Таблиця 2.19

Оцінка отриманих моделей НМПП, РНМ ВРВ та РНМ ДКЧП

Модель	Поточний стан	Прогноз		Точність	Прецизійність	Відгук	F1-Оцінка
		стабільність	банкрутство				
НМПП	стабільність	82,1%	17,9%	92,55%	97,78%	82,14%	88,49%
	банкрутство	14,5%	85,5%				
РНМ ВРВ	стабільність	82,84%	17,16%	88,39%	97,65%	82,79%	88,89%
	банкрутство	19,74%	80,26%				
РНМ ДКЧП	стабільність	85,92%	14,08%	85,83%	97,63%	85,75%	90,68%
	банкрутство	22,37%	77,63%				

Джерело: власні розрахунки

Аналіз ефективності створених моделей нейронних мереж НМПП, РНМ ВРВ та РНМ ДКЧП (табл. 2.19) проводився на основі окремої тестової вибірки, що представляє 20% всіх даних.

У машинному навчанні набір даних зазвичай розбивається на дві частини: навчальну та тестову. Навчальний набір використовується для навчання моделі. Це підмножина вихідного набору даних, яку модель використовує для вивчення основних закономірностей у даних. Навчальний набір зазвичай містить вхідні характеристики (наприклад, незалежні змінні) і відповідні вихідні мітки (наприклад, залежні змінні) для кожної точки даних. Мета полягає в тому, щоб навчити модель вивчати взаємозв'язок між вхідними ознаками і вихідними мітками, щоб вона могла робити точні прогнози на нових даних.

З іншого боку, тестовий набір використовується для оцінки продуктивності навченої моделі машинного навчання. Це підмножина вихідного набору даних, яку модель не бачила раніше. Тестовий набір зазвичай містить вхідні ознаки, але вихідні мітки приховуються. Потім модель використовує вхідні ознаки для прогнозування вихідних міток, а передбачені значення порівнюються з істинними вихідними мітками для вимірювання продуктивності моделі. Використовуючи окремі навчальні та тестові набори,

ми можемо оцінити, наскільки добре модель узагальнює нові, небачені дані. Це важливо, оскільки кінцева мета моделі – робити точні прогнози на нових, реальних даних, які вона не бачила під час навчання. Оцінюючи роботу моделі на тестовому наборі, ми можемо оцінити її здатність узагальнювати і робити точні прогнози на нових даних.

Побудовані нейромережеві моделі НМПП, РНМ НМПП та РНМ ВРВ мають відносно високі показники оцінки (табл. 2.19), що свідчить про те, що вони з високою ймовірністю прогнозують банкрутство. Це є важливим фактором для моделі прогнозування банкрутства, оскільки хибнопозитивні прогнози можуть мати значні наслідки.

Модель НМПП має найвищі показники точності, достовірності та $f1$ -оцінки, що свідчить про те, що вона є найкращою моделлю в цілому з точки зору її здатності робити точні прогнози та балансу між достовірністю та точністю.

Моделі РНМ НМПП та РНМ ВРВ мають нижчі показники точності та $f1$, ніж модель НМПП, але вищі показники пригадування. Це вказує на те, що ці моделі можуть краще ідентифікувати фактичні банкрутства, але за рахунок більшої кількості хибнопозитивних прогнозів.

Відносно високі показники хибнонегативних прогнозів (FN) для всіх трьох моделей вказують на те, що існує простір для покращення прогнозування банкрутства. Хибнонегативні результати вказують на те, що моделі не можуть ідентифікувати компанії, які збанкрутують, що може мати значні наслідки для інвесторів та кредиторів.

Загалом, нейромережева модель НМПП є найбільш ефективною згідно з отриманими показниками (табл. 2.19). Однак може бути корисним подальше дослідження хибнонегативних прогнозів з метою визначення напрямів для вдосконалення цієї моделі.

Моделі прогнозування банкрутства значно вдосконалені в останні роки завдяки розвитку нових методів глибокого навчання, таких як нейронні мережі, що призвело до значного покращення їх точності та надійності. Нейронні

мережі особливо добре підходять для прогнозування банкрутства завдяки своїй здатності обробляти великі обсяги даних і виявляти складні закономірності та взаємозв'язки в даних. Існує потреба в більш досконалих моделях для прогнозування банкрутства, які можуть обробляти все більш складні та різноманітні джерела даних, такі як соціальні мережі, веб-аналітика та альтернативні дані. Це вимагатиме розробки нових методів глибокого навчання та інтеграції різних джерел даних. Крім того, очікується, що дедалі ширше впровадження технології блокчейн і поява платформ децентралізованих фінансів (DeFi) ще більше ускладнять моделі прогнозування банкрутства.

Тому в процесі побудови нейронних мереж для визначення банкрутства обрано фінансові коефіцієнти та показник КВЕД, який характеризує вид економічної діяльності. Коефіцієнти охоплюють низку фінансових показників, зокрема рентабельності, ліквідності, ефективності та управління боргом, які є важливими індикаторами спроможності компанії відповідати за своїми фінансовими зобов'язаннями. В цілому, пул коефіцієнтів забезпечує надійний набір фінансових показників, які можуть бути використані як цінний інструмент для прогнозування ризику банкрутства.

Обґрунтовано переваги використання НМПП та РНМ. Побудовані моделі мають відносно високі показники оцінки, що свідчить про те, що вони з високою ймовірністю прогнозують банкрутство. Для підтвердження працездатності побудованої моделі використовуються такі інструменти, як матриця плутанини та точність. Поєднання цих інструментів дає уявлення про те, наскільки добре працює нейромережева модель для визначення фінансової стійкості економічних систем, і дозволяє виявити області для вдосконалення.

Таким чином, удосконалено методичний підхід до прогнозування ймовірності банкрутства на основі рекурентної нейромережі шляхом підвищення точності, який, на відміну від існуючих, враховує вид економічної діяльності підприємства, що надає змогу своєчасно ідентифікувати потенційні ризики ФБП.

Висновки за розділом 2

Проведено аналіз моделей прогнозування банкрутства підприємств в контексті РОУ ФБП. Враховуючи обмеження традиційних фінансових коефіцієнтів, які не завжди забезпечують достатню точність та гнучкість у прогнозуванні ризиків банкрутства, було обґрунтовано необхідність використання більш комплексних моделей.

У підрозділі 2.1 здійснено систематичний аналіз існуючих публікацій з прогнозування банкрутства, використовуючи базу даних Scopus. Виявлено, що після фінансової кризи 2008 року кількість досліджень у цій сфері продовжує зростати, що підкреслює її актуальність. Розглянуто 8 найбільш поширених груп моделей прогнозування банкрутства, включаючи дискримінантний аналіз, нейронні мережі, генетичні алгоритми та машини опорних векторів. На основі вибірки з 17 907 українських підприємств проаналізовано ефективність традиційних моделей (Альтмана, Ліса, Спрінґейта, Дюрана, Терещенка, Матвійчука) та встановлено, що їхня точність є недостатньою для ефективного застосування в сучасних умовах.

У підрозділі 2.2 акцентовано увагу на ролі якісних показників у моделях прогнозування банкрутства. Здійснено огляд літератури щодо включення якісних факторів, таких як менеджерські, фінансові, юридичні та операційні. Сформовано перелік відповідних показників та розроблено уніфіковані 5-бальні шкали для їх оцінювання. Запропоновано методику інтеграції якісних показників у моделі прогнозування банкрутства шляхом лінійної нормалізації та комбінування з кількісними показниками. Апробація на реальних даних підтвердила, що врахування якісних показників підвищує точність прогнозування.

У підрозділі 2.3 удосконалено методику прогнозування банкрутства на основі нейронних мереж. Використовуючи фінансові дані з підрозділу 2.1 та показник виду економічної діяльності (КВЕД), побудовано та протестовано

моделі НМПП, РНМ ДКЧП та РНМ ВРВ. Аналіз результатів показав, що нейронні мережі демонструють вищу точність прогнозування банкрутства порівняно з традиційними методами. Особливо ефективною виявилася модель НМПП, яка досягла найвищих показників точності, прецизійності та F1-оцінки.

Таким чином було проаналізовано сучасні моделі прогнозування банкрутства та виявлено їхні обмеження при застосуванні до українських підприємств. Розроблено методику включення якісних показників у моделі прогнозування банкрутства, що дозволяє підвищити точність та надійність прогнозів. Удосконалено методику прогнозування банкрутства на основі нейронних мереж, зокрема шляхом врахування виду економічної діяльності та використання сучасних архітектур нейронних мереж.

З цього випливає, що інтеграція якісних показників та використання нейронних мереж у моделях прогнозування банкрутства суттєво підвищує їхню ефективність. Це сприяє своєчасній ідентифікації потенційних ризиків та забезпечує більш ефективне РОУ ФБП. Отримані результати мають практичну значущість та можуть бути використані для розробки інструментів моніторингу рівня ФБП.

Перспективні напрями подальших досліджень включають розширення використання нейронних мереж у прогнозуванні банкрутства шляхом інтеграції більш складних архітектур, таких як згорткові нейронні мережі або глибокі гібридні моделі. Доцільно також дослідити вплив макроекономічних факторів, ринкових настроїв та соціально-економічних показників на точність прогнозування, інтегруючи ці дані в моделі. Розробка адаптивних моделей, здатних до самооновлення в умовах змінного економічного середовища, може підвищити стійкість та ефективність прогнозів.

Основні положення другого розділу дисертаційної роботи опубліковано в працях автора [335, 285, 284, 319].

Список використаних джерел: [5, 9, 12, 13, 14, 19, 21, 25, 26, 27, 29, 32, 33, 35, 40, 41, 42, 44, 46, 59, 62, 63, 72, 78, 79, 83, 84, 86, 88, 91, 94, 96, 98, 102, 103, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 119, 120, 122, 128, 130, 132, 137, 138,

139, 141, 144, 151, 153, 154, 155, 156, 159, 161, 162, 164, 165, 166, 169, 170, 175, 176, 184, 188, 189, 193, 194, 199, 201, 205, 208, 209, 211, 212, 220, 222, 224, 225, 227, 230, 231, 232, 237, 238, 239, 241, 242, 243, 245, 247, 248, 256, 258, 260, 262, 266, 268, 271, 274, 276, 278, 282, 288, 292, 293, 296, 304, 305, 306, 314, 315, 316, 327, 348, 352, 359, 363].

РОЗДІЛ 3

АЛГОРИТМІЧНА ТОРГІВЛЯ НА КРИПТОВАЛЮТНИХ БІРЖАХ ЯК МЕТОД МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ В УПРАВЛІННІ ФІНАНСОВОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА

3.1. Алгоритмічна торгівля на криптовалютних біржах як інноваційний елемент ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства

Зважаючи на існуючі підходи до мінімізації фінансових ризиків у РОУ ФБП (розглянутих у підрозділі 1.3) та на недостатню дослідженість алгоритмічної торгівлі на криптовалютних біржах у наукових публікаціях, постає завдання впровадження цього інструменту в систему РОУ ФБП. Алгоритмічна торгівля, зокрема за допомогою штучного інтелекту та прогнозування цін, надає підприємствам можливість більш обґрунтовано керувати фінансовими ризиками та адаптуватися до волатильності ринку. Завдяки використанню автоматизованих моделей і нейронних мереж, підприємства можуть мінімізувати вплив людського фактора, підвищуючи загальну ефективність процесів та сприяючи досягненню високого рівня ФБП.

Взаємозв'язок між РОУ ФБП та торгівлею криптовалютами постійно посилюється. Хоча традиційні фінанси та криптовалюта знаходяться в різних сферах, стрімке зростання та широке визнання криптовалют призвело до їх перетину в декількох напрямках. На основі аналізу публікацій [182, 235, 221, 302] побудовано рис. 3.1, що ілюструє взаємозв'язок управління фінансовою безпекою підприємства та торгівлею на криптовалютних біржах.



Рис. 3.1. Роль торгівлі на криптовалютних біржах у ФБП

Джерело: сформовано на основі [182, 235, 221, 302]

Використання криптовалюти як способу диверсифікації активів (рис. 1.15) інтенсивно вивчається дослідниками. У сфері економіки публікації [182] аналізують вплив криптовалют на економіку, зокрема їхній потенціал заміни традиційних фінансових систем та роль у формуванні зароджуючої цифрової економіки. У сфері фінансів дослідження [235] розглядають вплив регуляторних заходів на ринки криптовалют та розробку передових торгових стратегій у цій галузі. У галузі комп'ютерних наук роботи [221, 302] роблять внесок у розвиток технічних аспектів криптовалют і технології блокчейн, включаючи питання безпеки, конфіденційності та масштабованості, а також використання систем на основі блокчейну для корпоративних фінансів, таких

як платежі, діловодство та управління активами. Ці дослідження демонструють різноманітність підходів та аспектів, що розглядаються при вивченні криптовалют, підкреслюючи їхню мультидисциплінарну природу та важливість для сучасної економіки та фінансів.

Застосування автоматизації торгівлі та штучного інтелекту в сфері корпоративних фінансів було активним напрямом досліджень. Дослідники вивчали використання передових алгоритмів і методів машинного навчання для розробки торгових стратегій, які можуть підвищити ефективність і знизити ризики у швидкоплинному і часто складному світі корпоративних фінансів [221].

Серед вітчизняних науковців, які займалися дослідженнями торгівлі на криптовалютних біржах, слід виділити роботи Чемодурова О. [93], Ящук В. [146], Любкіної О. [213].

Загалом, вивчення криптовалютних бірж, торгівлі та автоматизації стало результатом спільних зусиль дослідників з різних дисциплін. Завдяки своїй колективній роботі ці вчені зробили внесок у розвиток нашого розуміння економічних, фінансових і технічних аспектів цифрової економіки, що розвивається. Їхні дослідження проклали шлях для подальших інновацій та прогресу в цій галузі, що стрімко розвивається.

Світовий фондовий ринок включно з криптовалютними біржами сьогодні - це чітко організована, багато-компонентна, високотехнологічна система. Як зазначає Редзюк Є., усі процеси, які відбуваються на ньому, відзначаються динамічністю, впровадженням інноваційних технологій і фінансового інжинірингу, збільшенням обсягів обслуговування капіталу на фондових ринках та його суттєвим зростанням [60]. Торгівля на криптовалютних біржах є актуальною темою, що можна підтвердити поступовим зростанням капіталізації активів, таких як біткоїн (рис. 3.2).

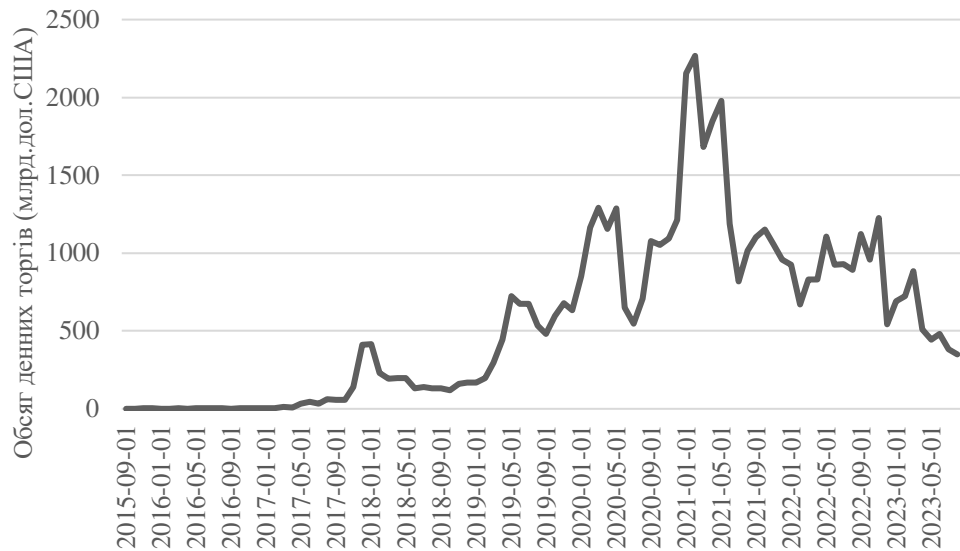


Рис. 3.2. Динаміка капіталізації Біткоїну

Джерело: сформовано на основі [221]

Значне зростання ринкової капіталізації біткойна з 2015 року можна пояснити кількома факторами, що підтверджується науковими дослідженнями [56, 182]. Зростання популярності біткойна та інших криптовалют призвело до збільшення попиту на ці цифрові активи, що, в свою чергу, сприяло підвищенню їхньої ринкової вартості. Крім того, зростаючий інтерес ЗМІ до біткойна та його потенціалу підірвати традиційні фінансові системи ще більше підвищив обізнаність та зацікавленість інвесторів. Технологічні досягнення, такі як розробка нових додатків для блокчейну і криптовалют, також сприяли зростанню їхньої цінності, що призвело до значного збільшення їхньої ринкової капіталізації. У часи економічної невизначеності, під час європейської боргової кризи та девальвації китайського юаня у 2015 році [101], інвестори звернули увагу на біткойн та інші криптовалюти як на альтернативні інвестиційні можливості.

Крім того, події халвінгу (запрограмоване зменшення винагороди, яку отримують майнери біткойна за підтвердження транзакцій), які відбуваються кожні чотири роки, допомогли обмежити інфляцію і зберегти дефіцит, що призвело до стійкого зростання вартості біткойна з часом. Однак слід

значити, що ринкова вартість криптовалют може бути дуже волатильною і піддаватися різким коливанням, як під час значних падінь цін у 2014 та 2018 роках [142].

Загалом, поєднання цих факторів зробило значний внесок у зростання ринкової капіталізації біткойна, що задокументовано в різних наукових публікаціях у цій галузі. Варто зазначити, що існує два типи криптовалютних бірж: централізовані та децентралізовані (рис. 3.3).

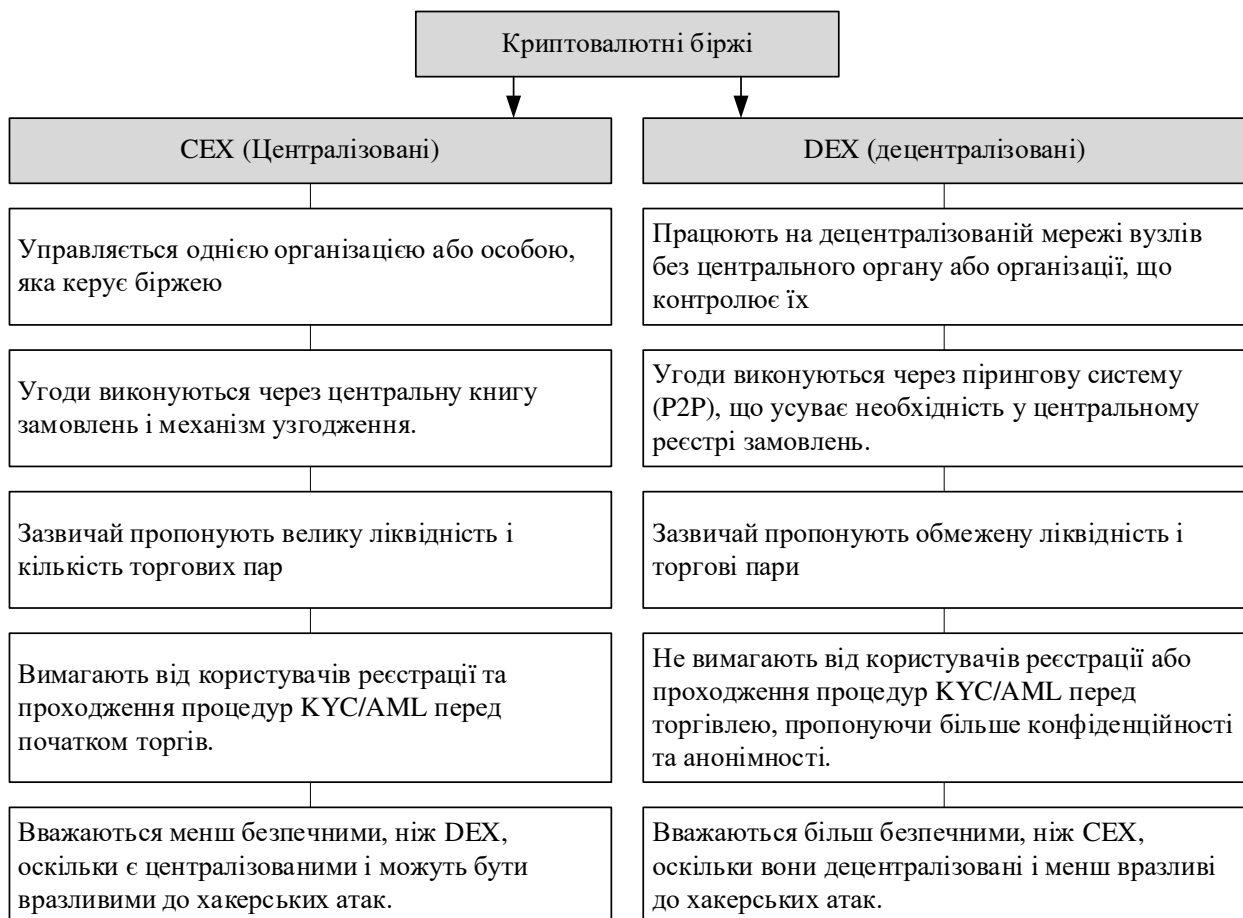


Рис. 3.3. Види криптовалютних бірж

Джерело: сформовано на основі [182, 50]

Обмеження дослідження централізованими біржами зумовлене тим, що акцент робиться саме на процесі торгівлі, а не на технічних аспектах смарт-контрактів чи концепції децентралізованих фінансів. Це дозволяє зосередитися на аналізі біржової торгівлі та ролі централізованих платформ у цьому процесі,

надаючи глибше розуміння того, як розвиток технологій впливав на традиційні моделі біржової торгівлі.

Технології постійно розвиваються і їх застосування стає різноманітнішим. Наразі на біржі широко використовуються такі мови програмування, як Python і R, а торгівля автоматизується на основі алгоритмів і вбудовування в них штучного інтелекту, машинного та глибокого навчання [24].

Фондовий ринок став складним і динамічним середовищем, де інвестори і трейдери застосовують різні стратегії для здійснення прибуткових операцій. Ці стратегії або підходи відрізняються за різними критеріями, включаючи часовий проміжок, стиль торгівлі, методи аналізу та рівень автоматизації.

В табл. 3.1 наведена класифікація підходів до торгівлі на фондовому ринку, що є фундаментом для глибшого осмислення різноманітних торгових стилів та їхніх концептуальних засад. Ідентифікація та систематизація цих підходів сприятиме докладнішому аналізу торгових стратегій, які використовуються на фондових ринках, що, у свою чергу, може полегшити процес прийняття інвестиційних рішень та стимулювати наступні наукові розробки в даній сфері.

Таблиця 3.1

Класифікація видів біржової торгівлі

Критерій	Види	Опис
Рівень автоматизації	Ручна	Приймання рішень основі ручного аналізу ринкових даних, новин та інших факторів
	Алгоритмічна	Автоматизоване виконання операцій на основі попередньо запрограмованих правил і математичних моделей
Частота здійснення операцій	Свінг-торгівля	Утримування позиції від кількох днів до тижнів, з метою отримання прибутку від короткострокових коливань цін
	Позиційна	Утримування позиції протягом тижнів або місяців, з метою отримання вигоди від довгострокових ринкових тенденцій
	Скальпінг	Отримання прибутку від невеликих змін цін, шляхом здійснення кількох угод за один день
	Високочастотна	Виконання операцій на основі потужних комп'ютерів, отримання прибутку за рахунок швидких змін цін і неефективності ринку

Продовження таблиці 3.1

Критерій	Види	Опис
Вид аналізу ринку	Технічний	Аналіз ринкової статистики за допомогою діаграм та технічних індикаторів
	Фундаментальний	Вивчення основних факторів, що впливають на ціну активу
	Змішаний	Поєднання технічного і фундаментального аналізу для прийняття більш обґрунтованих інвестиційних рішень

Джерело: сформовано на основі [49, 142]

Використання критеріїв класифікації торгових підходів за рівнем автоматизації дозволяє визначити, якою мірою вони покладаються на автоматизовані системи для здійснення угод. Це може допомогти виявити ризики та переваги, пов'язані з автоматизованою торгівлею, а також визначити відповідний рівень людського втручання, необхідний для того, щоб торгові стратегії працювали належним чином.

Класифікація торгових підходів за частотою угод дозволяє визначити оптимальний період утримання для різних класів активів, а також визначити стиль торгівлі, який найкраще відповідає їхнім інвестиційним цілям. Це може допомогти знизити торгові витрати і підвищити загальну прибутковість, оскільки трейдери можуть уникнути надмірної торгівлі і непотрібного обороту.

Класифікація торгових підходів за типом аналізу ринку дозволяє визначити найбільш ефективні методи аналізу ринкових тенденцій і прийняття торгових рішень. Різні типи аналізу, такі як фундаментальний аналіз і технічний аналіз, можуть дати різне розуміння ринкових тенденцій, і трейдери можуть використовувати цю інформацію для оптимізації своїх торгових стратегій. Крім того, розуміння різних типів аналізу може допомогти трейдерам виявити обмеження і упередження кожного підходу і приймати обґрунтовані рішення.

Окремої уваги заслуговує розгляд одного з видів торгівлі за частотою здійснення операцій. Високочастотна торгівля була одним з рушіїв біржових технологій, тому далі проведено стислу ретроспективу того, що відбувалося

навколо неї в останні десятиріччя. Це важливо для розуміння, наскільки часто технології змінюють ситуацію в біржових торгах і до чого трейдери мають бути готові в довгостроковій перспективі. З 1990 по 2012 рік високочастотна торгівля значно розвинулась (рис. 3.4).

Опис події	Рік
Зміна мінімального розміру тикю з 0,0625 до 0,01 долара США за акцію	1990
Комісія з цінних паперів і бірж США (SEC) дозволила Здійснювати високочастотну торгівлю на електронних біржах	1998
Частка високочастотної торгівлі у загальному обсязі торгівлі акціями становить менше 10%	2000
Час виконання операцій в високочастотній торгівлі становить кілька секунд	2001
Час виконання операцій в високочастотній торгівлі становить кілька мікросекунд	2010
Частка високочастотної торгівлі у загальному обсязі торгівлі акціями становить 56%	2010
Час виконання операцій в високочастотній торгівлі становить кілька наносекунд	2012
Створена нова технологія, яка перетворювала потоки даних з соціальних мереж на торгові сигнали	2012
Частка високочастотної торгівлі у загальному обсязі торгівлі акціями становить 70%	2012

Рис. 3.4. Основні події розвитку високочастотної торгівлі

Джерело: сформовано на основі [207, 24, 77]

Варто розглянути перелічені на рис. 3.4 події більш детально, оскільки вони мали суттєвий вплив на розвиток алгоритмічної торгівлі загалом. Ці події допомагають зрозуміти, як зміни в ринковій інфраструктурі, такі як впровадження електронних торгових систем і децималізація, сприяли автоматизації торгових операцій. Фінансові ринки з повністю електронним виконанням і подібні електронні комунікаційні мережі розвинулися наприкінці 1980-х та 1990-х років. У США децималізація, яка змінила мінімальний розмір тикю з 1/16 долара (0,0625 долара США) до 0,01 долара США за акцію сприяла алгоритмічній торгівлі, оскільки вона змінила мікроструктуру ринку, дозволяючи працювати з меншими різницями цін, зменшуючи торгові переваги великих трейдерів, таким чином збільшуючи ліквідність ринку.

До 1998 року Комісія з цінних паперів і бірж США (SEC) дозволила електронні біржі, відкриваючи шлях для комп'ютеризованої високочастотної

торгівлі. Операції при такій торгівлі могли здійснюватись в 1000 разів швидше, ніж в ручному режимі [50].

До 2001 року операцій в високочастотній торгівлі мали час виконання в кілька секунд. До 2010 року цей показник скоротився до мілісекунд, навіть до мікросекунд, а згодом і до наносекунд у 2012 році. На початку 2000-х років на високочастотну торгівлю припадало менше 10% замовлень акцій, але цей показник швидко зріс. Між 2005 і 2009 роками, за даними Нью-Йоркської фондової біржі, обсяг високочастотних торгів зріс на 164% [56].

До 2010 року 56% торгів акціями в США здійснювалися на основі високочастотної торгівлі. 6 травня 2010 року продаж на суму 4,1 мільярда доларів спровокував травневий крах, коли індекс Dow Jones різко впав на 1000 пунктів протягом одного торгового дня. Ринкову вартість акцій загалом було знижено на майже 1 трильйон доларів. SEC і CFTC здебільшого звинуватили компанії, що займалися високочастотною торгівлею у краху [182].

2011 рік став роком запуску торгової технології Nano. Фірма під назвою Fixnetix розробила мікрочіп, який може здійснювати операції за наносекунди, що дорівнює одній мільярдній частці секунди: $1 \text{ наносекунда} = 0,000000001 \text{ секунди}$ [147].

У вересні 2012 року створена нова технологія, яка перетворювала потоки даних з соціальних мереж на торгові сигнали. Це дозволило розповсюджувати останні бізнес новини на приблизно 50 хвилин швидше за звичайний спосіб. Платформа змогла виявити «мікротенденції», які можуть надати клієнтам унікальну інформацію та допомогти їм передбачати, на чому незабаром зосередиться світ. Такі сигнали ділились на: розмови “ні про що”, реакції на споживчі продукти, зміни в обговореннях у нішевих онлайн-спільнотах, а також зростання та занепад суспільної уваги до чогось. Можливість виявлення мовних патернів в понад 340 мільйонах повідомлень, якими щодня ділиться в Twitter, стала основною з особливостей цієї технології [182].

Протягом 2012 року високочастотна торгівля штурмом захопила фондові ринки та відповідала за 70% усіх торгів акціями США. IT-компанії стали

інвестувати мільйони в технологію високочастотної торгівлі. Новий комп'ютерний чіп був спеціально створений для високочастотної торгівлі, щоб здійснювати операції за 0,000000074 секунди. Було побудовано трансатлантичний кабель вартістю 300 мільйонів доларів лише для того, щоб скоротити час транзакцій між Нью-Йорком і Лондоном на 0,006 секунди [142].

2 квітня 2013 року Комісія з цінних паперів США (SEC) і CFTC наклали обмеження на оголошення новин публічними компаніями через соціальні мережі [50].

Лише через два дні після обмежень SEC і CFTC 4 квітня 2015 року Bloomberg Terminals включила живі твіти в свою службу економічних даних. Bloomberg Social Velocity відстежує аномальні сплески балачок про конкретні компанії. Вартий уваги приклад ненормальної новини, яка вплинула на фондові ринки, від 23 квітня 2013 року, 13:05 – у день, коли обліковий запис Associated Press надіслав неправдивий твіт, у якому говорилося, що Білий дім постраждав від двох вибухів; це викликало широку паніку на Уолл-стріт. Dow Jones різко впав на 143 пункти (1%) за 3 хвилини [182].

Розміщення комп'ютерів, що належать хеджевим фондам і приватним трейдерам, у тих самих приміщеннях, де розміщені комп'ютерні сервери біржі стало прибутковим бізнесом для самих бірж, які стягують з таких клієнтів мільйони доларів за привілей «доступу з низькою затримкою». Ідея полягала в тому, щоб отримати доступ до федеральних даних на мілісекунди швидше, ніж трейдери, які терпляче чекають, поки ті перемістяться по оптоволоконних лініях до бірж Нью-Йорка та Чикаго. Це займає небагато часу, але фірми, які беруть участь у цій гонці телекомунікаційних озброєнь, розглядають одну мілісекунду як фору. За 20 років різниця між тим, що хочуть платити покупці, і тим, що хочуть платити продавці, різко скоротилася. Однією з причин цього стало підвищення точності, так як ціни на акції перейшли від торгівлі дробами до копійок. Високочастотна торгівля додала більше ліквідності на біржі, усунувши спреди між пропозицією та попитом.

Високочастотна торгівля суттєво вплинула на фінансовий світ. По-перше, це сприяло розвитку технологій та акцентувало увагу на необхідності прискорення виконання торговельних угод. По-друге, на основних фінансових ринках запроваджено широкомасштабні регуляторні реформи, спрямовані на посилення конкуренції в сегменті надання фінансових послуг. По-третє, багато бірж змінили свою бізнес-модель, перетворившись на публічні компанії та впровадивши електронну торгівлю. Це надало доступ до фінансових інструментів широкому загалу інвесторів, а не лише обмеженій кількості членів біржі, як раніше. Нарешті, структура біржової індустрії пережила зміни, коли злиття та об'єднання бірж з різних країн надали інвесторам можливість одночасного доступу до декількох торговельних майданчиків, розширивши можливості просторового арбітражу [50].

Таким чином, кожні 5-10 років відбувалася зміна правил гри, що підштовхувала спільноту трейдерів постійно розвивати свої інструменти та робити інвестиції у технології. На нашу думку, така тенденція буде існувати і далі, тому науковій спільноті необхідно постійно рефлексувати щодо змін в світі та працювати над новими концепціями, що охоплюватимуть такі речі.

Якщо казати про автоматизацію торгів, то алгоритмічний підхід зазвичай застосовують при високочастотній та свінг торгівлі, а також для скальпінгу [182]. Ручна ж торгівля може застосовуватися для усіх перелічених нами видів торгівлі, окрім високочастотної.

Окремо варто розглянути поняття алгоритмічної торгівлі, так як це є основою запропонованого в цьому пункті елементу РОУ ФБП. Визначення алгоритмічної торгівлі надавали такі вітчизняні вчені, як Черняк О. І. та Васильченко І. І., назвавши її стратегією, що побудована на можливості швидкого прийняття та реалізації інвестиційних рішень, зазвичай на основі механічних торгових систем, що підказують рішення трейдеру або з використанням алгоритмів, які торгують без участі людини [53].

Також визначення алгоритмічної торгівлі надавали Слободяник А. М. та Крижній В. Б., назвавши це як процес використання комп'ютерів,

запрограмованих для виконання визначеного набору інструкцій для розміщення торгівлі з метою отримання прибутку зі швидкістю та частотою, яка неможлива для людини-трейдера [147]. На думку автора це визначення є достатньо точним та критиці не підлягає.

Алгоритмічна торгівля характеризується як процес, де програмне забезпечення систематично аналізує біржову та екстра-біржову інформацію, використовуючи математичні, статистичні та інші автоматизовані методи, на підставі яких формуються конкретні торгові дії. Такий підхід сприяє автоматизованому виявленню оптимальних напрямів алокації коштів, конвертації результатів аналітичних досліджень у торгові стратегії, мінімізації трансакційних витрат та забезпеченню комплексного контролю над торговим процесом.

Окрім того для формування цілісного підходу до впровадження алгоритмічної торгівлі в управління фінансовою безпекою підприємства, необхідно проаналізувати взаємозв'язок алгоритмічної торгівлі з програмуванням та накою про дані (рис. 3.5). Інтеграція знань з програмування є важливою, оскільки алгоритмічна торгівля базується на автоматизованих системах, що потребують розробки складних програмних рішень для обробки великих обсягів ринкових даних та швидкого виконання торгових операцій. Також ключову роль відіграє наука про дані, оскільки вона дозволяє аналізувати великі обсяги інформації, виявляти закономірності, розробляти математичні моделі та прогнозувати ринкові тенденції.

Таким чином, аналіз взаємозв'язку алгоритмічної торгівлі з іншими сферами знань, зображений на рис. 3.5, необхідний для формування цілісного підходу до впровадження цього інструменту в управління фінансовою безпекою підприємства.

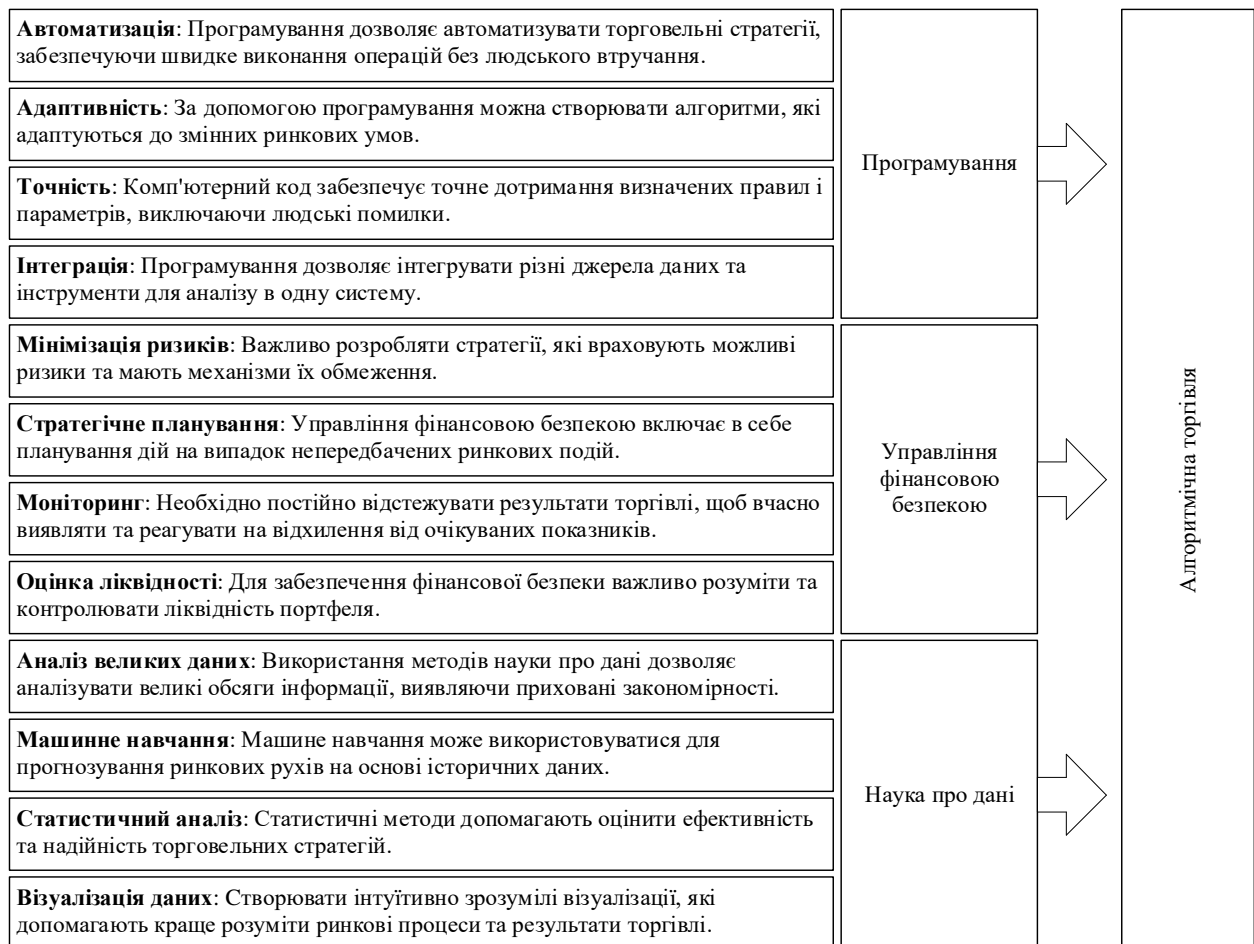


Рис. 3.5. Взаємозв'язок алгоритмічної торгівлі з існуючими сферами знань

Джерело: власна розробка

Станом на 2022 рік, велика кількість хедж фондів використовувала алгоритмічну торгівлю в межах своєї діяльності для контролю за ринковими та інвестиційними ризиками. Масштаб діяльності відповідних фондів продемонстровано на табл. 3.2.

Алгоритмічна торгівля поки що не знайшла значної присутності на традиційних фондових та товарних ринках України. Недостатній рівень розвитку української економіки, відсутність нормативно-правового забезпечення та неспроможність держави створити ефективний фондовий ринок перешкоджають використанню технологій алгоритмічної торгівлі. Низький рівень економічного розвитку в Україні є одним з основних факторів, що перешкоджають впровадженню алгоритмічного трейдингу. За даними Світового банку, валовий внутрішній продукт (ВВП) на душу населення в

Україні набагато нижчий, ніж в інших розвинених країнах, таких як США та члени Європейського Союзу [101]. Економіка країни значною мірою залежить від експорту сировини, і країна ще не перейшла до більш розвиненої та диверсифікованої економіки. Такий обмежений економічний розвиток зменшує наявність кваліфікованих кадрів і ресурсів, необхідних для підтримки впровадження алгоритмічної торгівлі. Нездатність держави створити ефективну інфраструктуру фондового ринку, яка б підтримувала використання алгоритмічної торгівлі, є ще однією суттєвою перешкодою. Український фондовий ринок має обмежену ліквідність, а держава ще не розробила необхідну інфраструктуру для роботи біржі, що обмежує можливості трейдерів отримувати доступ до ринкових даних у режимі реального часу, створювати і тестувати алгоритми та впроваджувати передові торгові стратегії.

Таблиця 3.2

Найбільші хедж фонди, що використовують алгоритмічну торгівлю

Фонд	Обсяг активів станом на 2021 рік (млн.доларів)	Обсяг активів станом на 2022 рік (млн.доларів)
Bridgewater Associates	105 700	126 400
Man Group	76 800	73 500
Renaissance Technologies	58 000	57 000
Millennium Mgmt.	52 314	55 000
Citadel	37 630	53 000
D.E. Shaw Group	39 738	47 900
Two Sigma Investments/Advisers	39 550	41 000
Davidson Kempner Capital Mgmt.	37 350	37 500
Farallon Capital Mgmt.	38 100	37 400
TCI Fund Mgmt.	40 000	36 200

Джерело: сформовано на основі [213, 221, 235]

Таким чином, впровадження алгоритмічної торгівлі в Україні стримується недостатнім економічним розвитком, нормативно-правовою підтримкою та відсутністю інфраструктури для підтримки передових торгових стратегій. Усунення цих факторів вимагатиме значних інвестицій в економіку країни, розробки чітких регуляторних норм та створення ефективної інфраструктури фондового ринку. Подолавши ці бар'єри, Україна потенційно

може отримати вигоду від ефективності та автоматизації, які пропонують технології алгоритмічної торгівлі, що призведе до збільшення ліквідності ринку та обсягів торгів.

При цьому, з появою криптобірж в Україні у її громадян з'явилася можливість з ними взаємодіяти. Наразі це можливо тільки для фізичних осіб через законодавчі обмеження. ЗУ «Про Віртуальні активи» № 2074-IX від 17.02.2022 [216] має вирішити це питання, проте станом на середину 2023 року він не набув чинності через відсутність необхідних змін у Податковому Кодексі України.

Для здійснення алгоритмічної торгівлі розробляється торговий бот, який самостійно прийматиме всі торгові рішення, включаючи рішення про купівлю та продаж, що робить його ефективнішим, ніж торгівля вручну [53, 216]. Відповідно, в цьому пункті також розглянуто поняття торгового боту, торгової стратегії та алгоритму її розробки.

Торговий бот – це програма, яка містить певний алгоритм проведення ринкових операцій, здатна одночасно відстежувати кілька обраних фінансових інструментів і використовувати різні методи аналізу [53]. Це визначення відповідає сучасним ринковим тенденціям, коли торгові боти можуть використовуватися в широкому спектрі фінансових інструментів, таких як криптовалюти, форекс і сировинні товари. Воно також підкреслює важливість використання різних методів аналізу, таких як технічний аналіз, фундаментальний аналіз і аналіз настроїв, які мають вирішальне значення для успішної торгівлі на сучасних ринках [216]. Крім того, визначення визнає, що торгові боти можуть використовуватися як роздрібними, так і інституційними трейдерами, а також те, що такі боти можуть бути використані в різних торгових сценаріях, таких як високочастотна торгівля та алгоритмічна торгівля [182].

Інструкції таких ботів заздалегідь визначені в алгоритмі торгівлі. Наприклад, якщо ціна активу X перетинатиме свою 30-денну ковзну середню знизу вгору, тоді бот купувати цей актив. Аналогічно, якщо ціна активу X перетинатиме свою 30-денну ковзну середню зверху вниз, то бот його продаватиме.

При використанні торгових ботів в основі процесу лежить розробка торгових стратегій, які цей бот буде використовувати. Торгова стратегія - це набір правил і рекомендацій, які трейдер використовує для прийняття обґрунтованих рішень щодо купівлі або продажу фінансових активів на фінансовому ринку. Стратегія базується на певному наборі критеріїв, таких як показники технічного аналізу, фактори фундаментального аналізу, ринкові тенденції або комбінація цих факторів. Мета торгової стратегії - забезпечити системний підхід до прийняття рішень, звести до мінімуму емоційну упередженість і досягти стабільного прибутку на фінансових ринках. Добре розроблена торгова стратегія враховує толерантність до ризику, інвестиційні цілі та часовий горизонт трейдера, а також постійно переглядається і коригується відповідно до змін на фінансових ринках [182].

Розробка торгової стратегії – це процес, який включає декілька взаємопов'язаних і взаємозалежних етапів (рис. 3.6).

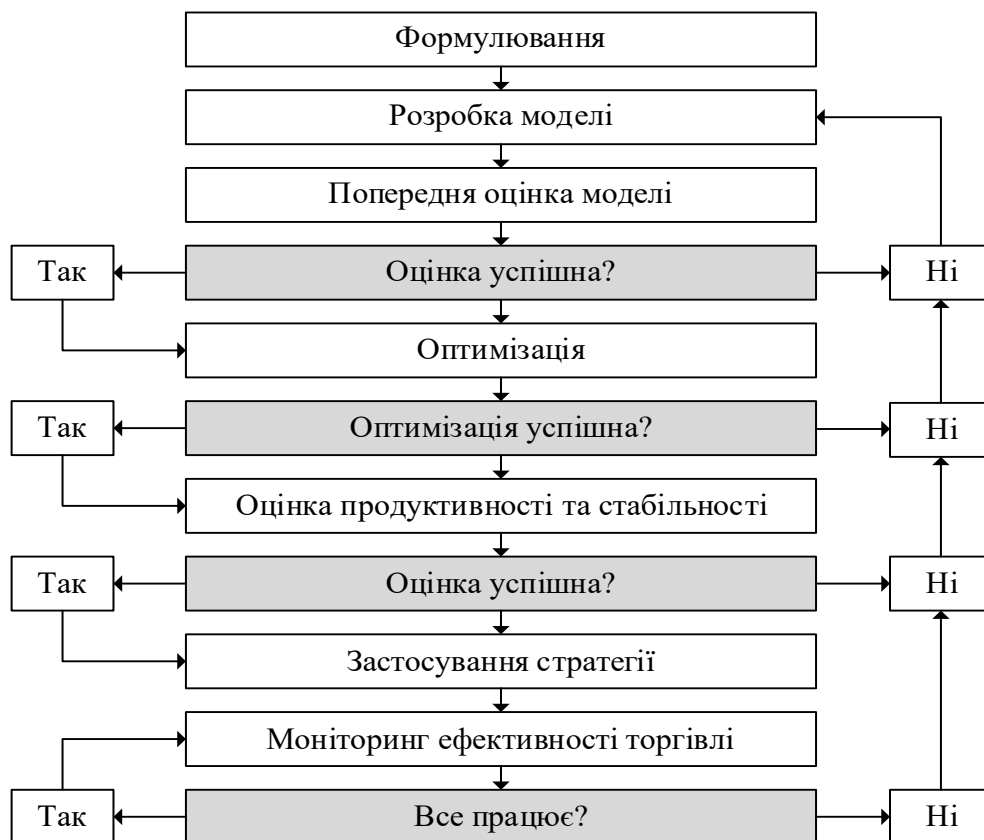


Рис. 3.6. Алгоритм розробки торгової стратегії

Джерело: власна розробка

Починаючи з формулювання, ідея стратегії має бути чітко визначена та зведена до конкретного набору правил і формул. Якщо ідея не може бути чітко сформульована в такий спосіб, вона не відповідає критеріям алгоритмічної торгової стратегії.

На наступному етапі здійснюється формування моделі. Цей процес може бути виконаний на основі вже існуючих програмних рішень, таких як Metastock чи TradeStation, або шляхом розробки власного програмного забезпечення, зокрема, з використанням мови програмування Python. Після розробки моделі критично важливо здійснити її попередню верифікацію. Даний етап передбачає аналіз моделі з метою визначення її відповідності встановленим критеріям та оцінювання її продуктивності в контексті різних ринків та часових рамок.

Оптимізація є наступним кроком в розробці стратегії. Цей процес полягає в максимально ефективному використанні стратегії, метою якого є отримання найвищого можливого прибутку з урахуванням ризиків. Важливо зазначити, що оптимізація не повинна перетворюватися на підгонку значень моделі, що може призвести до перенавчання. Замість цього, оптимізація має бути зосереджена на вивченні історичних даних та аналізі ефективності моделі в різних умовах.

При розробці алгоритмічної торгової стратегії проводиться оцінка її продуктивності та стабільності. Основне завдання на цьому етапі полягає в визначенні, чи є отриманий гіпотетичний прибуток результатом переналаштування, або ж він базується на надійній торговельній стратегії, яка може забезпечити реальний прибуток. Якщо під час тестування виявляється, що продуктивність стратегії погіршується, це може свідчити про її недостатню надійність, і тоді доцільно повернутися до етапу її розробки.

Після завершення тестування торговельної стратегії починається практична реалізація. На цьому етапі комп'ютерна система генерує сигнали для купівлі, продажу або утримання активів, базуючись на раніше встановлених правилах та формулах. Втім, слід пам'ятати, що будь-яка стратегія, навіть досконало протестована, може переживати періоди збитків. Отже, ключовим завданням є глибоке розуміння ризиків, асоційованих з вибраною стратегією, та

забезпечення наявності достатнього капіталу для компенсації можливих втрат.

На заключному етапі особлива увага приділяється моніторингу ефективності торгівлі в реальних умовах. Незважаючи на позитивні результати під час тестування, реальна торгівля може принести непередбачувані виклики, які вплинуть на продуктивність стратегії. Тому необхідно систематично аналізувати дію стратегії, виявляти причини відхилень в її роботі та своєчасно вносити корективи.

Багато трейдерів занадто швидко відмовляються від торгової стратегії, коли вона працює неефективно, навіть якщо частота та розмір втрат відповідають попередньо встановленому профілю ефективності. І навпаки, небагато трейдерів стривожаться, коли торгова стратегія починає приносити прибуток зі швидкістю, що значно перевищує очікувану ефективність. Але це теж серйозне відхилення, хоч і набагато приємніше. Однак причину цього відхилення також необхідно з'ясувати. Подібний підхід дозволяє попередити майбутні зниження ефективності, оскільки більші, ніж очікувалося, прибутки зазвичай є результатом зростання волатильності, а зворотною стороною зростання волатильності часто є більші втрати. Ці знання також можуть призвести до вдосконалення торговельної стратегії. Постійне спостереження за ефективністю торгової стратегії може надати цінну інформацію. З часом це, безумовно, виявить сильні та слабкі сторони торгової стратегії. Глибоке розуміння роботи торгової стратегії в поєднанні зі спостереженнями за її поведінкою в різних ринкових умовах породить багато ідей щодо вдосконалення. Звичайно, щойно вноситься кожне вдосконалення, весь процес розробки та тестування має бути ретельно повторно застосований, перш ніж нову версію можна буде використовувати в реальному часі.

Спостереження за роботою торгової стратегії в реальних умовах є важливим етапом її використання. Аналіз її ефективності з часом виявляє як сильні, так і слабкі сторони стратегії. Таке глибоке розуміння, доповнене досвідом спостереження за стратегією в різних ринкових ситуаціях, може породити численні ідеї для її доопрацювання. Однак важливо пам'ятати, що

після кожного внесеного вдосконалення необхідно повертатися до етапів розробки та тестування. Тільки після ретельної перевірки нової версії стратегії можна розглядати можливість її застосування в реальній торгівлі.

Також варто розглянути основні елементи, які складають торгову стратегію. Торгова стратегія може варіюватися від дуже простої до надзвичайно складної. Вони можуть набувати дуже різних форм. Деякі приклади класичних торгових систем: перехрещення ковзних середніх, прориви волатильності, прориви цінового каналу, односмугові патерни, багатосмугові патерни, діаграмні патерни, свічкові патерни, системи на основі коливань та індикаторів [213].

Увагу зосереджено на двох сферах розробки стратегії. По-перше, це надати конкретну форму разом з деякими основними прикладами ідеї торгової стратегії. По-друге, надати базову структуру розуміння різних компонентів стратегії та їхнього впливу на загальний процес розробки стратегії.

Просту торгову стратегію з однією оптимізованою змінною легко створити, перевірити, оптимізувати та оцінити. І навпаки, створення, перевірка та оптимізація надзвичайно складної стратегії є набагато складнішим процесом та потребуватиме часу. Крім того, складність торгової стратегії ускладнює оцінку результатів і перевірку їх достовірності. Складність може бути дуже оманливою.

Торгові стратегії мають три основні компоненти (рис. 3.7).

Правила входу та виходу на ринок є основою торгової стратегії. Вони можуть бути дуже простими або надзвичайно складними. Їх можна фільтрувати за одним або кількома різними елементами. Вхід може здійснюватися на певному рівні ціни при певних умовах. Торгова стратегія може використовувати більше одного правила входу або виходу. Стратегія може використовувати один метод для входу та абсолютно непов'язаний з ним метод для виходу. Різноманітність варіантів входів і виходів дійсно безмежна.

Торгові стратегії мають різні форми ризику. Потрібно визнати, що всі вони мають шанс здійснювати збиткові операції і це може відбуватися у

випадкові моменти або послідовно. Найкращі торгові стратегії – це ті, які мають методи управління подібними ризиками. Управління ризиком не означає його усунення. Скоріше це означає утримання ризику в межах вимірних, очікуваних і доступних меж. Належне управління обмежує ризик.

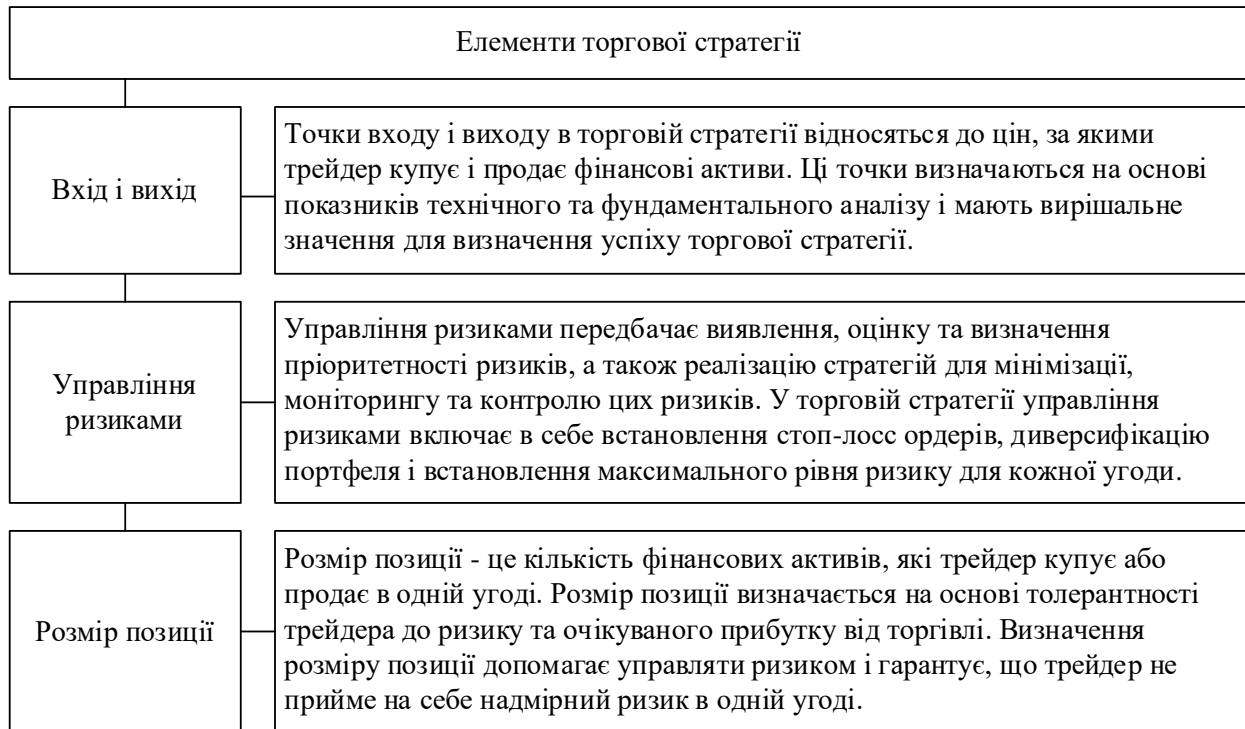


Рис. 3.7. Основні компоненти торгової стратегії

Джерело: сформовано на основі [142]

Частиною належного управління ризиками також є визнання того, що якщо ризик стає некерованим - наприклад, надмірний або виходить за відомі межі стратегії - тоді торгівлю за стратегією слід або припинити, або знизити до більш прийняттого рівня.

Основна мета управління ризиками полягає в тому, щоб завжди мати можливість продовжувати торгівлю після тривалих періодів збитків.

Торгова стратегія може як торгувати фіксованою кількістю у кожній позиції, так і змінювати кількість активів у кожній позиції відповідно до деяких правил. Цей принцип розробки торгової стратегії часто недооцінюється та неправильно інтерпретується. Створення алгоритму для визначення розміру

позиції може здатися простим завданням, проте його ефективна реалізація є складнішою через високу важливість цього компоненту. Відсутність надійної стратегії визначення розміру позиції може призвести до неоптимального розподілу торгового капіталу. Деякі професійні трейдери стверджують [182], що стратегія визначення розміру позиції може мати більше значення, ніж сама торгова стратегія. Це підкреслює важливість розробки ефективного методу визначення розміру позиції, можливо, навіть більше, ніж удосконалення входів та виходів стратегії.

На думку Слободяник А. М. та Крижній В. Б. [356], алгоритмічна торгівля має переваги. Серед них: можливість виконання торгів за найкращими цінами, миттєве та точне розміщення торгових замовлень, а також гарантія того, що торги будуть правильно прикріплені до визначеного часового проміжку, що допомагає уникнути великих цінових коливань. Додатково, алгоритмічна торгівля забезпечує зниження трансакційних витрат, автоматичні перевірки різних ринкових умов, зменшення ризику ручних помилок при розміщенні замовлень та можливість розробки алгоритмів на основі історичних та актуальних даних. Окрім того, цей підхід знижує ймовірність помилок, спричинених емоційними та психологічними факторами торговців. Проте торгові боти мають також і недоліки, які зображено на рис. 3.8.

Рис. 3.8 підкреслює необхідність розробки надійних алгоритмів та систем контролю для мінімізації ризиків, пов'язаних з автоматизованою торгівлею, і максимізації її переваг. Підприємства можуть використовувати цей аналіз для вдосконалення своїх торгових систем та підвищення їхньої ефективності, мінімізуючи вплив можливих недоліків.

Борисюк О.В. висвітлює декілька перспективних напрямів розвитку в сфері торгівлі [93]. По-перше, він акцентує увагу на пошуку нових методів оптимізації торгів, зокрема, на основі систем штучного інтелекту. Ці системи здатні враховувати великий обсяг інформації, робити виважені прогнози руху цін, розраховувати ймовірність подальших змін цін та адаптуватися до нових торгових стратегій в реальному часі. По-друге, технології великих даних

відкривають можливості для аналізу даних не лише за одним активом, а й за цілою групою показників, враховуючи всі можливі фактори, що можуть вплинути на ціни. Це дозволяє робити більш точні прогнози, включаючи в себе і фундаментальні аспекти. Нарешті, інтеграція інструментів поведінкових фінансів у процес створення торгових систем може допомогти враховувати не тільки технічні, але й психологічні аспекти поведінки учасників ринку.

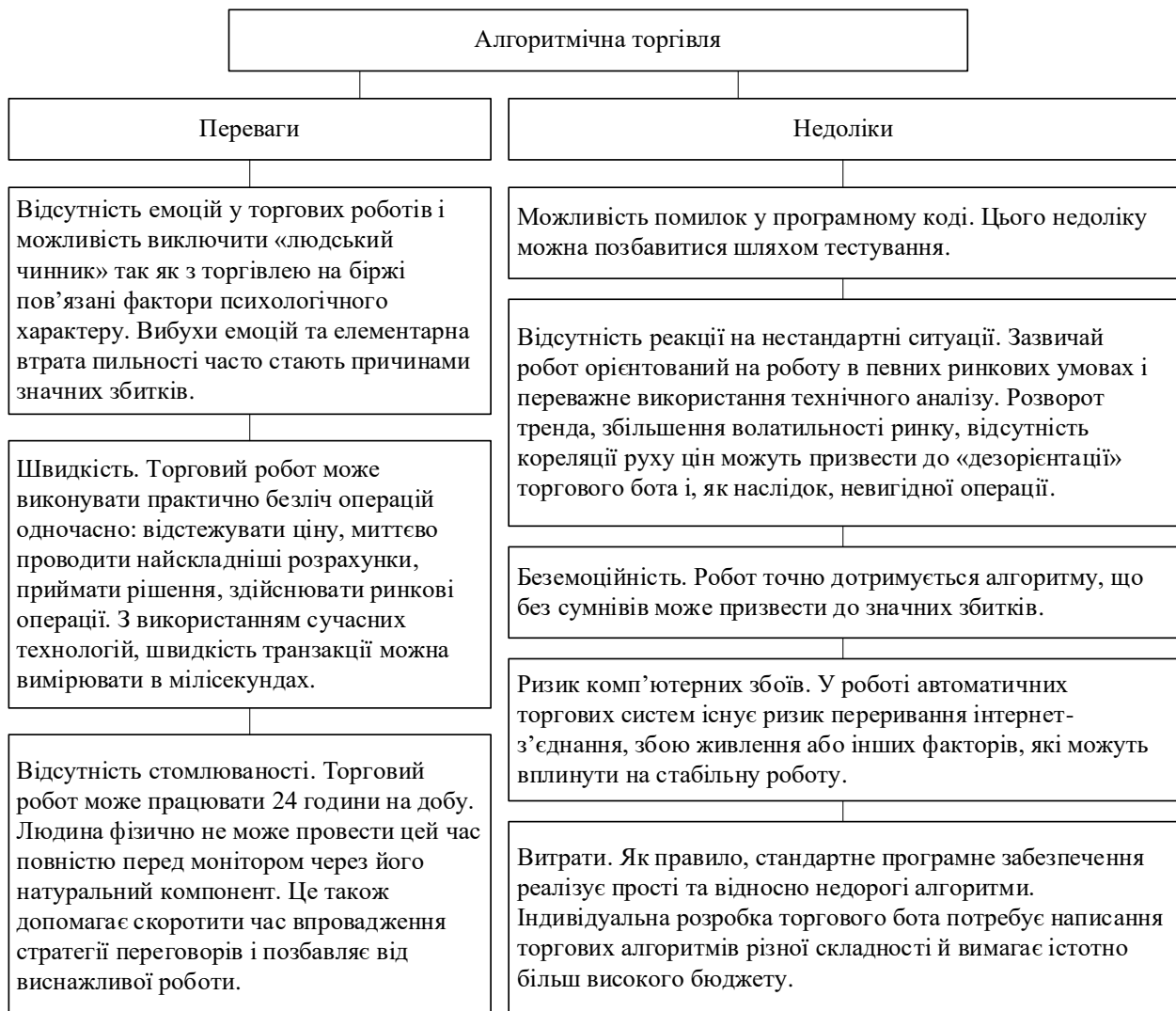


Рис. 3.8. Переваги та недоліки алгоритмічної торгівлі

Джерело: сформовано на основі [74, 356]

Таким чином, використання алгоритмічної торгівлі при диверсифікації інвестицій та активів як інноваційний елемент РОУ ФБП, що передбачає

поєднання цифровізації, науки про дані та управління корпоративними фінансами з торговими стратегіями для прогнозування руху цін на криптовалютних біржах. Управління корпоративними фінансами, інтегроване з алгоритмічною торгівлею, сприяє оптимізації активів підприємства, мінімізації фінансових ризиків та підвищенню прибутковості за рахунок автоматизації торгових операцій і зменшення людського фактору.

Запропоновано розглядати використання алгоритмічної торгівлі на криптовалютних біржах при диверсифікації інвестицій та активів як інноваційний елемент РОУ ФБП шляхом поєднання цифровізації, науки про дані та торгових стратегій для прогнозування руху цін на криптовалютних біржах. Алгоритмічна торгівля на криптовалютних біржах, сприяє оптимізації інвестиційного портфелю підприємства, мінімізації фінансових ризиків та підвищенню прибутковості за рахунок автоматизації торгових операцій і зменшення людського фактору.

3.2. Формування торгової стратегії алгоритмічної торгівлі на криптовалютній біржі із застосуванням генетичного алгоритму та ризик-орієнтованих метрик

Після розгляду алгоритмічної біржової торгівлі як елемента РОУ ФБП у п. 1.3, де було запропоновано використання алгоритмічних стратегій для диверсифікації інвестицій та прогнозування руху цін на криптовалютних біржах, наступним кроком є детальніший аналіз методик прогнозування цін на цих ринках. У цьому пункті досліджено основні методи прогнозування цін на криптовалютних біржах, їхню ефективність у контексті управління ризиками та можливості використання цих методик для зміцнення ФБП в умовах високої волатильності ринку криптовалют.

Актуальність дослідження методик прогнозування цін на криптовалютних біржах може бути обґрунтована декількома ключовими факторами. По-перше, криптовалютні ринки представляють собою порівняно новий і швидкозростаючий напрям для інвестицій, що продовжує активно інтегруватися в традиційні фінансові системи. Це створює необхідність для глибокого та систематичного вивчення механізмів ціноутворення та ринкової поведінки. По-друге, висока волатильність криптовалют привертає увагу як ретейлових, так і інституційних інвесторів, оскільки вона може пропонувати високі доходи при належному управлінні ризиками, що посилює науковий інтерес до розробки ефективних методів прогнозування. По-третє, специфіка криптовалютних ринків, така як децентралізація, анонімність та технологічна інноваційність, привносить унікальні виклики для теорії фінансів, включаючи питання ліквідності, ефективності ринку та формування портфеля. Отже, вивчення прогнозування цін на криптовалютних біржах не лише розширює академічний розуміння фінансових ринків, але і має пряму практичну цінність для інвесторів.

Прогнозування цін на криптовалютних біржах є складним процесом, який включає в себе декілька методологій аналізу. Технічний аналіз, який базується на історичних цінових даних та торгових об'ємах використовує індикатори для виявлення потенційних трендів та точок перегибу [56]. Фундаментальний аналіз зосереджується на внутрішніх і зовнішніх факторах, які можуть впливати на вартість криптовалюти, таких як технологічні оновлення, регулятивні зміни, макроекономічні індикатори, а також загальна настроєвість ринку на основі новин, статей та даних з соціальних мереж [126]. Ефективність прогнозування може бути підвищена через комбінацію цих методів, доповнену алгоритмічною торгівлею та машинним навчанням для адаптації до швидкозмінних умов ринку. Ці методики, хоча і піддаються константній еволюції, можуть бути ефективними, але не гарантують абсолютної точності прогнозів, з огляду на високу волатильність та непередбачуваність криптовалютного ринку.

При дослідженні фундаментального та технічного аналізу криптовалютних

бірж важливо враховувати досвід на класичних біржах, оскільки базові принципи ринкової динаміки, такі як закони попиту та пропозиції, психологія ринку, і взаємодія між різними видами активів, залишаються консистентними в обох сферах. Класичні біржі пропонують багато емпіричних даних, вивчених паттернів поведінки та відпрацьованих методологій, які можна адаптувати для менш розвинутого, але швидкозростаючого ринку криптовалют. Наприклад, індикатори технічного аналізу з класичних бірж, можуть бути також ефективними при аналізі криптовалют. Аналогічно, фундаментальні принципи, такі як оцінка ліквідності, ринкової капіталізації та регулятивного середовища, можуть бути перенесені на криптовалютний простір, хоча і з певними модифікаціями, з урахуванням специфіки цього ринку. Такий інтегрований підхід забезпечує більш глибоке та надійне розуміння ринкових механізмів, що в свою чергу підвищує ефективність аналізу та прийняття інвестиційних рішень.

Суть фундаментального аналізу на криптовалютних біржах полягає в систематичному оцінюванні внутрішніх та зовнішніх факторів, що можуть вплинути на вартість конкретної криптовалюти. Це включає аналіз технологічної інфраструктури проекту, кваліфікації команди розробників, ступеня децентралізації, та динаміки різних ринкових показників (загальна капіталізація, обігова кількість, швидкість емісії). Особливу увагу приділяють регулятивному середовищу, в якому функціонує криптовалюта, так як законодавчі рішення можуть суттєво впливати на ціну. Додатково, фундаментальний аналіз часто включає в себе вивчення макроекономічних показників, таких як загальна економічна ситуація, ставки інфляції та відносини між різними класами активів. Оцінка партнерств, конкурентоспроможності та ринкового прийняття також є ключовими аспектами. Всі ці фактори допомагають інвесторам у формуванні довгострокового розуміння вартості криптовалюти. Нижче наведені характеристики (табл. 3.3) та види вхідних даних, що використовуються при фундаментальному аналізі (табл. 3.4).

Порівняльна характеристика фундаментального аналізу на класичній та криптовалютній біржах

Аспект	Класичні біржі	Криптовалютні біржі
Об'єкти дослідження	Акції, облігації, індекси, товари, валюти тощо	Криптовалюти, токени, децентралізовані фінанси (DeFi), NFTs
Джерела даних	Фінансові звіти, економічні індикатори, новини та події, аналітичні звіти	Білі папери, технічні характеристики, регулятивні новини, соціальні індикатори
Регулятивне середовище	Строго регульована, із захистом інвесторів	Менше регульована, з вищим рівнем ризику
Стабільність та ліквідність	Зазвичай стабільніша, із великою кількістю ліквідних активів	Може бути волатильною, із різною ступеню ліквідності залежно від криптовалюти
Часові рамки	Торгівля здійснюється в межах робочих днів і годин	Торгівля здійснюється 24/7
Технологічні аспекти	Зазвичай централізована	Може бути централізована або децентралізована
Психологія ринку	Заснована на довгострокових інвестиціях, фундаментальних показниках	Може бути сильно залежною від спекулятивних настроїв і новин.

Джерело: сформовано на основі [126, 95, 97, 30]

Фундаментальний аналіз на криптовалютних біржах безпосередньо пов'язаний з РОУ ФБП, оскільки він дозволяє систематично оцінювати ризики, пов'язані з інвестиціями в криптовалюту. Оскільки криптовалютні ринки є менш регульованими та більш волатильними порівняно з класичними фінансовими ринками, використання фундаментального аналізу допомагає знизити ризики через більш глибоке розуміння ринкових умов та потенційних загроз. Вивчення внутрішніх та зовнішніх факторів, що впливають на криптовалюту дозволяє формувати стратегії управління фінансовою безпекою, які адаптуються до специфіки криптовалютного ринку.

Для проведення фундаментального аналізу як на класичних, так і на криптовалютних біржах використовуються різні типи вхідних даних, які допомагають інвесторам оцінити потенційні ризики та можливості. Таблиця 3.4 демонструє відмінності у вхідних даних, які є релевантними для цих двох типів бірж.

**Порівняльна характеристика вхідних даних для фундаментального аналізу
на класичній та криптовалютній біржах**

Вид даних		Релевантність даних для бірж	
		класичні	криптовалютні
Фінансові звіти		так	ні
Економічні індикатори	ВВП	так	так
	Інфляція та емісія		
	Облікова ставка		
Зовнішні джерела	Новини та події	так	так
	Аналітичні звіти		
	Соціальні мережі		
Технічні характеристики	Білі папери та технічна документація	ні	так
	Хеш-рейт мережі		
	Децентралізація мережі		

Джерело: сформовано на основі [126, 95, 97, 30]

Табл. 3.4 демонструє, що традиційні фінансові ринки мають доступ до більш структурованих і стандартизованих джерел даних, таких як фінансові звіти та економічні індикатори, тоді як криптовалютні ринки залежать від нестандартних та неструктурованих джерел, таких як технічна документація та інформація з соціальних мереж. Це підкреслює важливість вміння працювати з великими обсягами фрагментованих даних та адаптувати підходи до аналізу криптовалютного ринку, щоб ефективно керувати ризиками та забезпечувати фінансову безпеку підприємства.

Ця неструктурованість збільшує складність агрегації даних та їх подальшого аналізу, що може призвести до неповних або невірних висновків. Додатково, відсутність уніфікованих стандартів у зберіганні та представленні даних ускладнює їх порівняння та інтерпретацію. В такому середовищі, можливість провести науково-обґрунтований фундаментальний аналіз стає значною викликом, що вимагає застосування специфічних методів збору, обробки та аналізу даних, які можуть включати машинне навчання та методи обробки великих даних для ефективного вирішення цієї проблеми.

У контексті фундаментального аналізу на криптовалютних біржах методи аналізу текстових даних можуть бути особливо корисними для вивчення

неструктурованих джерел інформації, таких як новини та дописи в соціальних медіа [95]. Аналіз настроїв може допомогти оцінити загальний настрої спільноти щодо певної криптовалюти. Наприклад, якщо аналіз твітів або дописів на Reddit показує позитивний настрої, це може бути індикатором підвищеного інвесторського інтересу [97]. Такі алгоритми, як латентне розміщення Діріхле, дозволяють ідентифікувати ключові теми в обговореннях або документації. Це може допомогти визначити, на яких аспектах (наприклад, безпека або партнерства) спільнота найбільше фокусується. Класифікація текстів може бути використана для автоматичного визначення типу контенту. Наприклад, відгуки користувачів можуть бути класифіковані як "технічні", "економічні", або "регулятивні", що полегшує агрегацію та аналіз. Розпізнавання іменованих сутностей може допомогти ідентифікувати ключові підприємства, осіб або інші сутності, що згадуються в текстових даних. Це може бути корисно для вивчення партнерств або конкурентних відносин. Також існує аналіз частотності подібний моделювання тем, але простіший в застосуванні. Цей метод зосереджується на виявленні найчастіше згадуваних термінів або фраз, що може бути корисно для визначення ключових питань або трендів. Застосування перерахованих методів може допомогти інвесторам та аналітикам отримати краще розуміння фундаментальних факторів, що впливають на криптовалютні ринки, та взаємозв'язків між різними джерелами інформації.

У свою чергу технічний аналіз на криптовалютних біржах полягає в систематичному вивченні цінових рухів, обсягів торгів та інших ринкових індикаторів з метою прогнозування майбутніх цінових трендів. Він базується на принципі, що вся доступна інформація вже врахована в ціну, та тому аналіз історичних даних може допомогти в прогнозуванні майбутніх цінових рухів [56]. Основні інструменти технічного аналізу включають графіки цін, технічні індикатори, а також різні формації та патерни. Відмінно від традиційних фінансових ринків, криптовалютні ринки характеризуються вищою волатильністю, меншою регуляцією та 24/7 доступністю [190]. Це створює

унікальні виклики та можливості для технічного аналізу. Наприклад, вища волатильність може призвести до швидших та більш радикальних цінових змін, що вимагає більш частого адаптування стратегій [125]. Також, недоліки у регуляції можуть призвести до більшої кількості маніпуляцій з цінами, що робить технічний аналіз одночасно ризикованим та маючим більший потенціал для доходів [52]. Загалом, суть технічного аналізу на криптовалютних біржах полягає в систематичному використанні історичних цінових даних для визначення майбутніх трендів, і, хоча цей підхід має свої специфічні виклики в контексті криптовалют, він залишається однією з основних методологій для аналізу та торгівлі на цих ринках.

Варто розглянути класифікацію індикаторів технічного аналізу по групам (табл. 3.5), що є ключовим елементом для ефективного портфельного управління та стратегічного планування на фінансових ринках, зокрема на криптовалютних біржах. Перш за все, різні типи індикаторів мають різні області застосування і зосереджуються на різних аспектах ринкової динаміки – тренди, волатильність, моментум, обсяг, і так далі [192]. Індикатори одного типу часто корисно комбінувати для отримання більш глибокого аналізу [140].

Таблиця 3.5

Класифікація основних індикаторів технічного аналізу

Група	Скорочена назва	Повна назва
Тренд	ADX	Індекс середнього напрямку руху
	CCI	Індекс товарного каналу
	DPO	Детрендовий осцилятор цін
	KST	Осцилятор "Знати надійну річ"
	ICH	Ічімоку Кінко Хьо
	MACD	Схоження/розходження середніх ковзних значень
	VI	Вихор
	MI	Індекс маси
	TEMA	Троєчний експоненційний середній
Моментум	MFI	Індекс потоку грошей
	RSI	Індекс відносної сили
	WPR	Відсотковий діапазон Вільямса
	TSI	Індекс істинної сили
	UO	Остаточний осцилятор
	STOCH	Стохастичний осцилятор

Продовження таблиці 3.5

Група	Скорочена назва	Повна назва
Обсяг	ADI	Індекс накопичення та розподілу
	EMV	Легкість руху
	FI	Індекс сили
	OBV	Обсяг збалансований
	VPT	Тренд обсягу ціни
Волатильність	ATR	Середній істинний діапазон
	BB	Бенди Болінджера
	KC	Канали Кельтнера
	DC	Канали Дончіана

Джерело: сформовано на основі [192, 140]

Класифікація в табл. 3.5 також полегшує процес вибору інструментарію для аналізу. Трейдери та аналітики можуть легко вибрати індикатори, які найкраще підходять для конкретних торговельних умов або стратегій. Зрештою, комплексний підхід до класифікації може зменшити ризик неправильного вибору індикаторів та сприяти більш обґрунтованому прийняттю рішень. Це, в свою чергу, може поліпшити загальну ефективність торгівлі та аналітичну точність. Далі розглянуто більш детально кожна з груп, а саме релевантні публікації та переваги з недоліками.

Трендові індикатори використовуються для визначення та відстеження напряму ринкових тенденцій. Вони допомагають відрізнити висхідні та низхідні тенденції на ринку. Ці індикатори корисні на ринках, які демонструють спрямовані стійкі рухи. В табл. 3.6 наведено перелік публікацій щодо апробації відповідних індикаторів.

Таблиця 3.6

**Публікації щодо застосування трендових технічних індикаторів на різних
ринках**

Індикатори	Область апробації	Публікації
MACD	Сінгапурська фондова біржа	[299]
MACD	Національна фондова біржа (NSE), Індія	[168]
MACD	Ринок капіталу Сербії	[236]
CCI	Сільськогосподарські товари	[198]
CCI	Індекс S&P CNX NIFTY 50	[214]
CCI	Nifty Options на NSE, Індія	[251]
KST	Глобальні ринки	[246]

Продовження таблиці 3.6

Індикатори	Область апробації	Публікації
ICH	Енергетичні ринки США	[133]
ICH, MACD	Криптовалютні ринки	[74]
ICH	США, Канада, Німеччина, Великобританія	[195]
MACD	HDFC Bank Ltd, Індія	[277]
MACD	Фондовий ринок Китаю	[180]

Джерело: сформовано на основі [299, 168, 236, 198, 214, 251, 246, 133, 74, 195, 277, 180]

Публікації у табл. 3.6 демонструють позитивний зв'язок між трендовими індикаторами та успішними результатами торгівлі на різних ринках, включаючи акції, сировинні товари та криптовалюти. Ці індикатори ефективні в різних аспектах аналізу ринку, таких як виявлення сигналів купівлі/продажу, прогнозування руху цін і управління ризиками в торгових стратегіях. Інтеграція машинного навчання з традиційними індикаторами, такими як KST [246], також показує багатообіцяючі результати в підвищенні ефективності торгівлі. Однак ефективність цих індикаторів може змінюватися залежно від ринкових умов, класів активів і конкретних стратегій, що застосовуються. В табл. 3.7 наведено переваги та недоліки трендових індикаторів.

Таблиця 3.7

Переваги та недоліки трендових технічних індикаторів

Назва	Опис
Переваги	
Спрямований фокус	Оцінка напрямку ринкових тенденцій, що допомагає у визначенні та підтвердженні ринкових рухів.
Зменшення шуму	Зменшений вплив ринкового шуму, що призводить до більш чистого аналізу напрямку тренду.
Комплексний аналіз тенденцій	Інтеграція аналізу кількох часових періодів, що забезпечує ширшу перспективу порівняно з одноперіодними індикаторами.
Недоліки	
Відстаюча природа	Відставання від ринкових даних в режимі реального часу.
Вразливість до бічних ринків	Менш ефективні на ринках з бічним рухом, оскільки вони покладаються на спрямований рух.
Ризик неправильного тлумачення на волатильних ринках	Можливість інтерпретації нестабільних ринкових умов як розвороту тренду, що призводить до помилкових сигналів. Індикатори, що базуються на обсязі, можуть не проявляти цього обмеження в тій же мірі.
Чутливість до вибору параметрів	Ефективність трендових індикаторів може бути дуже чутливою до обраних параметрів, що менше стосується непараметричних індикаторів

Джерело: сформовано на основі [299, 168, 236, 198, 214, 251, 246, 133, 74, 195, 277, 180]

Як видно з табл. 3.7, трендові індикатори, хоча й надають цінну інформацію про напрямок і силу ринкових рухів, не є універсальними та мають низку обмежень. Їхні переваги, такі як аналіз тенденцій і зменшення шуму, корисні для виявлення та підтвердження трендів. Проте недоліки, такі як відставання від поточних ринкових змін і вразливість до бічних ринків, можуть створювати виклики. Однак ці недоліки можуть бути перетворені на переваги через правильне використання та адаптацію під конкретні ринкові умови. Наприклад, комбінування трендових індикаторів з індикаторами обсягу або волатильності може зменшити ризик неправильного тлумачення сигналів та підвищити ефективність торгових рішень. Це дозволяє трейдерам краще управляти ризиками і підвищувати результативність своїх стратегій.

Індикатори моментуму вимірюють швидкість або темп зміни цінового руху. Вони використовуються для визначення сили ринкового тренду і виявлення потенційних розворотів, вказуючи на перекупленість або перепроданість. У табл. 3.8 наведено перелік публікацій щодо апробації відповідних індикаторів.

Таблиця 3.8

Публікації щодо застосування технічних індикаторів моментуму на різних ринках

Індикатори	Область апробації	Публікації
RSI	Іспанська фондова біржа	[244]
Всі	Фондові ринки країн, що розвиваються	[289]
WPR, RSI, MFI, STOCH	Глобальні ринки	[17]
WPR, RSI, MFI, STOCH	Йоганнесбурзька фондова біржа	[51]
RSI, MFI, STOCH	CNX IT-індекси	[233]
MFI	Пакистанська фондова біржа	[167]
MFI	Фондова біржа Хошиміну	[229]
RSI	Фондові ринки країн, що розвиваються	[129]
WPR	Індонезійська фондова біржа	[297]

Джерело: сформовано на основі [244, 289, 17, 51, 233, 167, 229, 129, 297]

Публікації з таблиці 3.8 вказують на те, що індикатори імпульсу є важливими інструментами на фінансових ринках, які застосовуються в широкому діапазоні - від оцінки ефективності акцій до прогнозу аналітики. Вони особливо ефективні на ринках, що розвиваються, та за певних ринкових

умов (бичачих чи ведмежих). Однак їхня ефективність може варіюватися залежно від ринку, конкретного індикатора, що використовується, і супутньої торгової стратегії (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Переваги та недоліки технічних індикаторів моментуму

Назва	Опис
Переваги	
Визначення перекупленості та перепроданості	Ефективність при визначенні перекупленості і перепроданості ринку.
Передові сигнальні можливості	Можливість отримувати сигнали до того, як з'явиться новий тренд або відбудеться розворот
Виявлення розбіжностей	Виявлення розбіжностей, коли рух ціни відрізняється від індикатора імпульсу, сигналізуючи про потенційні розвороти.
Швидко реагує на короткострокові ринкові зміни	Чутливість до короткострокових ринкових змін.
Недоліки	
Схильність до помилкових сигналів	Через свою чутливість індикатори імпульсу можуть генерувати помилкові сигнали під час нестабільних ринкових умов.
Надмірна залежність від історичних даних	Можливість неточного відображення поточних ринкових настроїв або фундаментальних змін
Чутливість до ринкового шуму	Чутливість до короткострокового ринкового шуму

Джерело: сформовано на основі [244, 289, 17, 51, 233, 167, 229, 129, 297]

Згідно з табл. 3.9 індикатори імпульсу мають явні переваги в технічному аналізі, зокрема, здатність подавати ранні сигнали та виявляти екстремуми на ринку. Однак їх ефективність може бути знижена через чутливість до ринкового шуму і потенційну можливість подачі помилкових сигналів, особливо на волатильних ринках. На відміну від трендових індикаторів, які, як правило, дають чіткіше уявлення про напрямок руху ринку в довгостроковій перспективі, індикатори імпульсу найкраще підходять для визначення короткострокових цінових рухів і можливих поворотних моментів на ринку. Отже, як і з індикторами тренду, необхідна інтеграція індикаторів імпульсу з іншими типами інструментів технічного аналізу, балансуючи їх сильні і слабкі сторони для більш тонкої і ефективної торгової стратегії.

Індикатори обсягу використовуються для розуміння інтенсивності або тиску, що стоїть за ціновим трендом. Ці індикатори дають уявлення про те, який обсяг стоїть за ціновим рухом, вказуючи на силу цінового руху і потенційно сигналізуючи про майбутні розвороти. В табл. 3.10 наведено

перелік публікацій щодо апробації відповідних індикаторів.

Таблиця 3.10

Публікації щодо застосування технічних індикаторів обсягу на різних ринках

Індикатори	Область апробації	Публікації
EMV	Фондові та біржові ринки Латинської Америки	[80]
EMV	Глобальні ринки	[67]
ADI, FI, OBV, VPT	Глобальні ринки	[134]
ADI, EMV, FI, OBV	Фондовий ринок Китаю	[253]

Джерело: сформовано на основі [80, 67, 134, 253]

Загалом, публікації з табл. 3.10 підкреслюють багатогранну роль індикаторів обсягу на фінансових ринках. Від прогнозування волатильності цін на акції до вдосконалення торгових стратегій на основі машинного навчання - індикатори обсягу є незамінними в інструментарії фінансового аналітика. Їх здатність відображати настрої інвесторів і динаміку ринку в поєднанні з можливостями прогнозування робить їх цінним ресурсом в традиційних і передових методах аналізу ринку. В табл. 3.11 наведено переваги та недоліки індикаторів обсягу.

Таблиця 3.11

Переваги та недоліки технічних індикаторів обсягу

Назва	Опис
Переваги	
Огляд ринкових настроїв	Інформативність щодо ринкових настроїв та участі інвесторів.
Підтвердження руху цін	Можливість підтвердження цінових тенденцій. Ціновий рух, що супроводжується високим обсягом, зазвичай вважається більш суттєвим, ніж рух з низьким обсягом.
Провідні якості індикаторів	Сигналізування про потенційні розвороти, при відхиленні від цінового тренду.
Виявлення накопичення та розподілу	Виявлення накопичення або розподілу запасів трейдерів.
Недоліки	
Характер запізнювання у визначенні тренду	Індикатори обсягу іноді запізнюються, вказуючи на розворот тренду. Наприклад, обсяг може збільшитися тільки після того, як ціна почала рухатися.
Неоднозначність у тлумаченні	Інтерпретація даних про обсяг може бути більш неоднозначною. Високий обсяг може означати як накопичення, так і розподіл, що потребує подальшого аналізу.
Вразливість до ринкових маніпуляцій	Дані про обсяги можуть бути схильні до штучного завищення провідними учасниками.
Неефективні на неліквідних ринках	На ринках з низькою ліквідністю індикатори обсягу, можуть не надавати надійних сигналів, оскільки рівні обсягу можуть бути за своєю природою низькими і менш показовими для ринкових настроїв.

Джерело: сформовано на основі [80, 67, 134, 253]

Згідно з табл. 3.11 індикатори обсягу пропонують унікальне розуміння торгової активності та основної сили ринкових рухів. Їх здатність підтверджувати тенденції та надавати сигнали раннього попередження про потенційні розвороти врівноважується проблемами в інтерпретації та чутливістю до ринкового шуму. Тому, хоча індикатори обсягу мають вирішальне значення для всебічного аналізу ринку, вони також потребують комбінування з іншими індикаторами.

Індикатори волатильності вимірюють швидкість руху цін незалежно від напрямку. Вони допомагають визначити періоди високої або низької волатильності на ринку. Висока волатильність часто спостерігається під час ринкових максимумів і мінімумів, що робить ці індикатори цінними для прогнозування потенційних розворотів ринку. В табл. 3.12 наведено перелік публікацій щодо апробації відповідних індикаторів.

Таблиця 3.12

Публікації щодо застосування технічних індикаторів волатильності на різних ринках

Індикатори	Область апробації	Публікації
BB	Індонезійська фондова біржа	[298]
ATR	Фондовий ринок Саудівської Аравії	[10]
ATR	Глобальні ринки	[66]
ATR	Бомбейська фондова біржа	[92]
ATR	Ринок акцій технологічних компаній під час COVID-19	[64]
BB	Глобальні ринки	[234]
BB	Глобальні ринки	[178]
BB	Сектор інформаційних технологій (IT)	[263]
BB	NIFTY50	[249]
BB	Глобальні ринки	[173]
DC	Варшавський фондовий ринок	[160]

Джерело: сформовано на основі [298, 10, 66, 92, 64, 234, 178, 263, 249, 173, 160]

Дослідження наведені у табл. 3.12 показують, що індикатори волатильності ефективні для прийняття обґрунтованих торгових рішень. ATR особливо відзначився своєю ефективністю в оцінці волатильності на ринках від CNX NIFTY до технологічного сектору під час COVID-19, допомагаючи в точній оцінці трендів і прогнозуванні цін. Аналогічно, смуги Боллінджера продемонстрували свою корисність у різних контекстах, від Індонезійської

фондової біржі до IT-сектору. Канали Дончіана також відзначені своєю ефективністю в певних ринкових умовах, зокрема на Варшавському фондовому ринку. В табл. 3.13 наведено переваги та недоліки індикаторів волатильності.

Таблиця 3.13

Переваги та недоліки технічних індикаторів волатильності

Назва	Опис
Переваги	
Управління ризиками	Визначення ризик, пов'язаний з певним активом або ринком. Вища волатильність, як показує, може свідчити про вищий ризик, що має вирішальне значення для стратегій управління ризиками.
Ідентифікація ринкових екстремумів	Виявлення незвично спокійних або нестабільних ринкових умов.
Адаптація до ринкових умов	Адаптація до мінливих ринкових умов. Розширення під час високої волатильності та звуження під час низької волатильності.
Недоліки	
Відстаюча природа	Базування на історичних даних призводить до неточних прогнозів
Обмежена прогностична здатність	Можуть вказувати на рівень волатильності, але не на те, чи буде ціна рухатися вгору або вниз
Чутливість до ринкових подій	Раптові події на ринку можуть призвести до стрибків волатильності, що може спричинити екстремальні показники цих індикаторів, які не обов'язково відображають поточні ринкові умови.

Джерело: сформовано на основі [298, 10, 66, 92, 64, 234, 178, 263, 249, 173, 160]

Згідно з табл. 3.13 індикатори волатильності пропонують спеціалізоване розуміння волатильності ринку, яке неможливо отримати безпосередньо від трендових індикаторів або індикаторів моментуму. Їх здатність вимірювати ринковий ризик і виявляти екстремальні умови врівноважується їх запізнілою природою і потенціалом суб'єктивної інтерпретації. Тому вони також вимагають комбінування з іншими індикаторами в своєму застосуванні.

Пропозиція щодо комбінування індикаторів базується на необхідності підвищення точності та надійності прогнозів шляхом усунення недоліків, властивих окремим індикаторам.

Після огляду груп індикаторів розглянуто варіанти їх комбінування. Використання комбінації індикаторів може зменшити ризики, пов'язані з покладанням на інтерпретацію окремих точок даних, тим самим підвищуючи стійкість і надійність прогностичних моделей. Емпіричні дослідження [140], продемонстрували, що стратегії, які включають декілька індикаторів, постійно перевершують стратегії, які покладаються на один індикатор, з точки зору

прибутковості та стабільності в різних ринкових умовах, скоригованих на ризик. Однією з проблем комбінування є те, що різні індикатори можуть подавати суперечливі сигнали, що ускладнює процес прийняття рішень. Наприклад, в той час як один індикатор може вказувати на наближення бичачого тренду, інший може сигналізувати про ведмежий розворот, що призводить до неоднозначності в інтерпретації ринкових напрямів. Відстаючий характер деяких індикаторів також створює проблеми.

Наявність проблем вимагає комплексного підходу при комбінуванні, зокрема, шляхом застосування методів оптимізації для визначення ефективних комбінацій технічних індикаторів. Така необхідність виникає через багатогранну природу ринкових сигналів і взаємозалежності між різними фінансовими індикаторами. Традиційні методи ручного вибору та налаштування індикаторів є недостатньо ефективними через суб'єктивні упередження та обмежені можливості обробки великих масивів взаємодіючих змінних. Отже, застосування існуючих методів оптимізації, таких як генетичні алгоритми або моделі машинного навчання, може забезпечити кількісний і системний підхід до визначення оптимальних наборів показників. Ці методи оцінюють потенційні комбінації на основі історичних даних, ітеративно змінюючи параметри для максимізації цільових функцій, які зазвичай пов'язані з прибутковістю, скоригованістю на ризик, або іншими фінансовими показниками. Далі по тексту розвинено авторський підхід до пошуку ефективних комбінацій на основі генетичних алгоритмів.

В якості тренувальних даних використано дані з криптовалютної біржі Binance за період 30.07.2021 – 07.12.2022. Для валідації використано аналогічні дані, проте за період 08.12.2022 – 15.04.2024. Метою розрахунків є генерація максимально ефективних комбінацій з 2 вхідних та 2 вихідних сигналів. Всі дані та код, використаний для розрахунків розміщено за статичним посиланням [163].

Маючи набір I з n індикаторів (повний перелік наведено в табл. 3.6, 3.8, 3.10, 3.12), необхідно спочатку згенерувати всі можливі комбінації вхідних та вихідних сигналів (3.1).

$$P = \{(i, j) | i, j \in I \wedge i \neq j\} \quad (3.1)$$

де, P представляє множину всіх можливих пар індикаторів з I , а i та j є різними елементами, гарантуючи, що кожна пара складається з двох унікальних індикаторів. Далі необхідно згенерувати комбінації таких пар (3.2).

$$C = \{(p_1, p_2) | p_1, p_2 \in P \wedge p_1 \neq p_2\} \quad (3.2)$$

Комбінації C генеруються з P для формування пар, де кожна пара містить два сигнали. Після цього, для зручності комбінації трансформовано в «плоский» формат з 4 елементів (3.3).

$$C_{flat} = \{(p_{1a}, p_{1b}, p_{2a}, p_{2b}) | (p_1, p_2) \in C\} \quad (3.3)$$

Для кожної комбінації індикаторів входу і виходу розраховано загальний сигнал шляхом підсумовування сигналів окремих індикаторів (3.4, 3.5):

$$S_{entry} = I_{entry_primary} + I_{entry_secondary} \quad (3.4)$$

$$S_{exit} = I_{exit_primary} + I_{exit_secondary} \quad (3.5)$$

Де $I_{entry_primary}$, $I_{entry_secondary}$, $I_{exit_primary}$, $I_{exit_secondary}$ сигнали індикаторів, отримані на основі технічного аналізу. Комбінований сигнал визначає дію (купувати, тримати або продавати) в кожний момент часу на основі тих самих визначених окремих індикаторів (3.6).

$$C_t = \begin{cases} BUY & \text{if } S_{entry} = 2 \\ SELL & \text{if } S_{exit} = -2 \\ HOLD & \text{if otherwise} \end{cases} \quad (3.6)$$

На основі сигналів і цінової історії ефективність кожної комбінації оцінювалася за кількома показниками (табл. 3.14)

Метрики тестування торгових стратегій

Метрика	Формула	Пояснення
к-ф. Шарпа [254]	$S = \frac{E[R - R_f]}{\sigma}$	R – дохідність портфеля (активу), R_f – дохідність від альтернативного вкладення (як правило, береться безризикова процентна ставка), $E[R - R_f]$ – премія за ризик (математичне очікування перевищення прибутковості активів над прибутковістю від альтернативного вкладення), σ – стандартне відхилення прибутковості портфеля (активу).
к-ф. Сортіно [265]	$S = \frac{R - T}{DR}$	де R – середня прибутковість портфеля, T – мінімально допустимий рівень доходності портфеля, DR – відхилення в бік зниження або "волатильність вниз"
к-ф. Омега [106]	$\Omega(\theta) = \frac{\int_{\theta}^{\infty} [1 - F(r)] dr}{\int_{-\infty}^{\theta} F(r) dr}$	де F - кумулятивна функція розподілу ймовірностей прибутковості, а θ - цільовий поріг прибутковості, який визначає, що вважається прибутком, а що - збитком.
Максимальна просадка (MDD) [179]	$MDD = \frac{TV - PV}{PV}$	де TV — найнижча вартість портфеля за період після досягнення пікової вартості, PV — найвища вартість портфеля до початку зниження.
к-ф. Кальмар [38]	$\frac{\left(\frac{V_f}{V_i}\right)^{\frac{1}{n}} - 1}{MDD}$	де V_f — кінцева вартість інвестиції, V_i — початкова вартість інвестиції, n — кількість років.

Джерело: сформовано на основі [254, 265, 106, 179, 38]

Автором об'єднано всі дані про символи в один набір даних (3.7)

$$D = \bigcup_{i=1}^n D_i \quad (3.7)$$

де, D це остаточні агреговані дані, а D_i дані символів. Після цього відкинуто всі комбінації з порожніми значеннями через відсутність бази для розрахунку. Також оброблено випадки, коли є ділення на нуль (3.8) та викиди (3.9 - 3.10). Випадки з діленням на нуль пов'язані з одиничними сигналами, згенерованими певними комбінаціями, які не призводили до збитків і не впливали на формули, пов'язані з ризиком.

$$D' = \{d \in D \mid d[col] \in \square, \text{ for } col \text{ in } \{sharpe, sortino, omega, max - drawdown\}\} \quad (3.8)$$

$$T_{col}^{\max} = \text{quantile}(D'[col], 0.995) \quad (3.9)$$

$$T_{col}^{\min} = \text{quantile}(D'[col], 0.005) \quad (3.10)$$

Де T_{col}^{\max} та T_{col}^{\min} є верхнім та нижнім порогом для обробки на основі квантилів. Значення за межами визначених квантильних порогів замінюються (3.11), таким чином нормалізуючи екстремальні значення.

$$D''[col] = \begin{cases} T_{col}^{\max} & \text{if } D''[col] > T_{col}^{\max} \\ T_{col}^{\min} & \text{if } D''[col] < T_{col}^{\min} \\ D''[col] & \text{if } \text{інше} \end{cases} \quad (3.11)$$

Відповідні дані за комбінаціями та розраховали описову статистику, таку як середнє значення та стандартне відхилення. Після цього нормалізовано всі коефіцієнти на основі min-max підходу (3.12).

$$col_{norm} = \frac{col - \min(col)}{\max(col) - \min(col)} \quad (3.12)$$

Таке масштабування приводить атрибути даних до стандартної шкали, не спотворюючи відмінності в діапазонах значень.

Автором створено формулу, яка допоможе вибрати найкращу комбінацію на основі розрахованих атрибутів. Для оптимізації вагових коефіцієнтів використано генетичний алгоритм, щоб виявити найбільш ефективні комбінації за допомогою сформованої функції оцінки (3.13). Відповідна функція перевіряє, як працює певна комбінація ваг. Результат визначається середньою прибутковістю вибраних комбінацій на основі тренувальних даних:

$$score = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot m_i}{\sum w_i} \quad (2.13)$$

Де, w_i - вага фінансової метрики .

m_i - значення метрики.

n - кількість метрик, що розглядаються.

$\sum w_i$ - дільник для нормалізації оцінки

Мета полягає в тому, щоб максимізувати цей показник, використовуючи історичні дані, і перевірити його шляхом позавибіркового тестування (2.14).

$$fitness = mean(Returns_{test}) \quad (2.14)$$

Кожен член популяції представляє потенційний набір ваг, що застосовуються до фінансових показників. Розмір популяції та діапазон значень генів встановлюються таким чином, щоб дозволити дослідити широкий спектр комбінацій.

Використано популяцію чисельністю 8, яку можна вважати малою. Чим менше чисельність, тим менше генетичне різноманіття, що є недоліком у розвідці. Однак, це може покращити можливості експлуатації, дозволяючи алгоритму тонко налаштовувати рішення навколо знайдених ділянок пошукового простору. Крім того, менші популяції вимагають менше обчислювальної потужності на генерацію, що робить її більш ефективною, а це важливо у цьому ресурсномісткому випадку.

Діапазон значень генів встановлено в межах від -10 до 10 з кроком 1. Цей діапазон забезпечує досить широкий спектр для генів, що дозволило значну варіабельність генетичного складу популяції. Обмеження значень генів у певному інтервалі дозволяє збалансувати генетичну репрезентативність, уникаючи домінування будь-якого гена через його масштаб.

Відбір базується на стратегії стаціонарного стану, що означає, що лише найкращі варіанти залишаються для відтворення в наступному поколінні. Цей підхід постійно інтегрує нові рішення та вибірково замінює неефективні,

дозволяючи в режимі реального часу адаптуватися до динамічних ринкових умов. Стаціонарний відбір також підвищує обчислювальну ефективність, забезпечуючи швидшу конвергенцію.

Також налаштовано кросинговер і мутацію – генетичні операції для дослідження нових областей простору рішень. Обрано односточковий кросинговер (вибір однієї точки на хромосомі батьківського організму, генетичний матеріал міняється місцями для отримання нового потомства). Підхід обрано, оскільки він ефективно поєднує генетичний матеріал батьків, зберігаючи при цьому необхідні послідовності генів. Це забезпечило компроміс між генетичним різноманіттям, необхідним для розвідки, і збереженням успішних ознак для експлуатації. Випадкова мутація встановлена на рівні 10%, допомагаючи підтримувати генетичну різноманітність у популяції.

Процес генерації зображено на рис. 3.9. Результати генерації та прибутковиті найкращих комбінації продемонстровано на рисунках 3.10 та 3.11 відповідно.

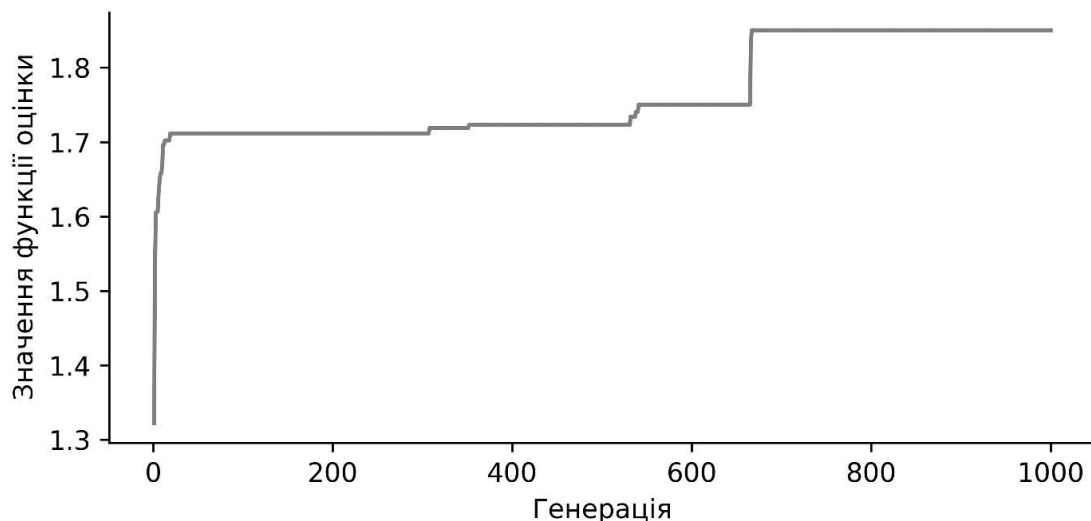


Рис. 3.9. Процес обрання комбінацій технічних індикаторів для формування торгової стратегії на основі генетичного алгоритму

Джерело: власні розрахунки

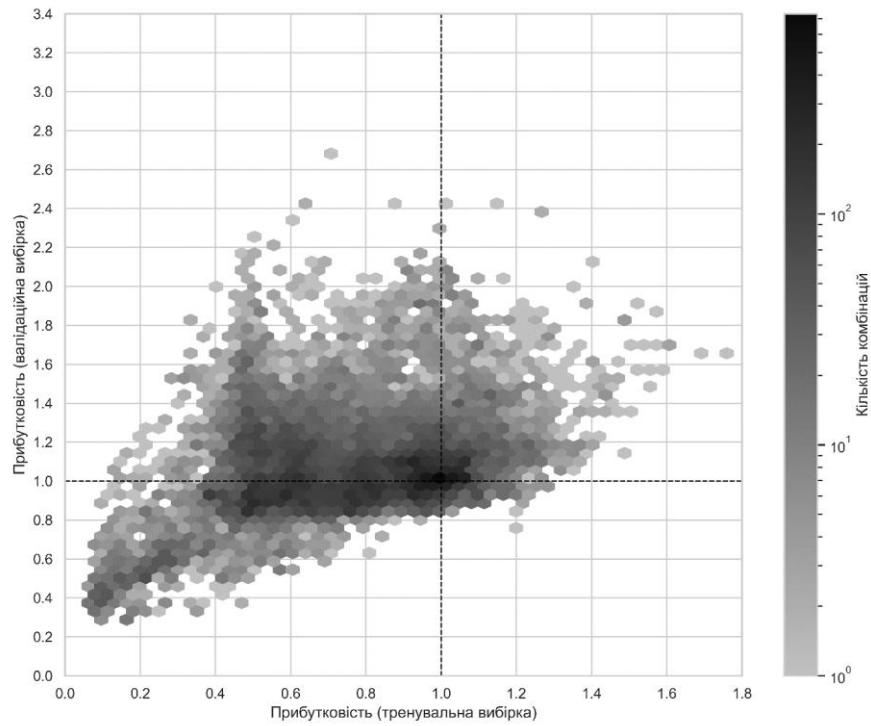


Рис. 3.10. Результат обрання комбінацій технічних індикаторів для формування торгової стратегії на основі генетичного алгоритму (вся вибірка)

Джерело: власні розрахунки

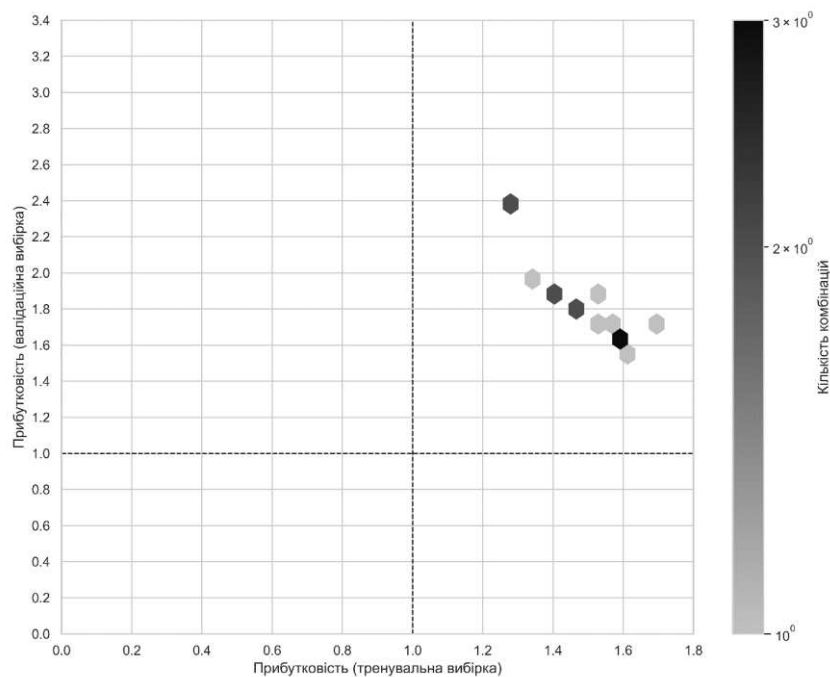


Рис. 3.11. Результат обрання комбінацій технічних індикаторів для формування торгової стратегії на основі генетичного алгоритму (15 комбінацій з найвищою оцінкою) Джерело: власні розрахунки

Як видно з рис. 3.11 кращі 15 комбінацій з тренувальної вибірки продемонстрували середній прибуток більше 50% на валідаційній вибірці, що свідчить про ефективність обраних на основі генетичного алгоритму ваг для відбору комбінацій. Фінальний перелік з відповідних комбінацій наведено у табл. 3.15.

Таблиця 3.15

Перелік кращих 15 комбінацій з технічних індикаторів на основі генетичного алгоритму

Індикатори комбінацій				Рентабельність комбінації
Вхідні		Вихідні		
1	2	1	2	
ICH	STOCH	TEMA	BB	1,6789
MACD	DC	TEMA	BB	1,5504
STOCH	DC	TEMA	BB	1,909
ICH	FI	TEMA	BB	1,6861
ICH	VPT	TEMA	BB	1,6861
ICH	OBV	TEMA	BB	1,6861
KST	TSI	TEMA	BB	1,6796
ICH	TSI	TEMA	BB	2,0068
ICH	EOM	TEMA	BB	2,3822
ICH	UO	TEMA	BB	2,3822
STOCH	KC	TEMA	BB	1,7109
FI	DC	TEMA	BB	1,8928
OBV	DC	TEMA	BB	1,8928
OBV	KC	TEMA	BB	1,8047
FI	KC	TEMA	BB	1,8047

Джерело: власні розрахунки

Згідно з табл. 3.15 всі найкращі комбінації мають однакові вихідні сигнали (TEMA+BB), що свідчить про їх надійність. З лідерами вхідних сигналів все не так стабільно, проте є лідери – ICH та DC.

Таким чином, дістала подальшого розвитку послідовність формування торгової стратегії алгоритмічної торгівлі на криптовалютній біржі на основі генетичного алгоритму, яка, на відміну від існуючих, використовує ризик-орієнтовані метрики (Шарпа, Сортіно, Омега, максимальна просадка, Кальмар), що сприяє підвищенню прибутковості через високу рентабельність алгоритмічної торгівлі.

3.3. Методичний підхід до прогнозування динаміки цін на криптовалютних біржах із використанням рекурентної нейромережі та індикаторів технічного аналізу

Після розгляду алгоритмічної біржової торгівлі як елемента РОУ ФБП у п.1.3 та аналізу методик прогнозування цін на криптовалютних біржах у п.2.3, де було запропоновано використання генетичних алгоритмів для формування торгових стратегій на основі ризик-орієнтованих метрик, наступним кроком є удосконалення підходів до управління ризиками. У цьому пункті розроблено модель прогнозування цін на криптовалютній біржі на основі рекурентної нейромережі, що дозволяє точніше оцінювати ринкові тренди та знижувати ризики в умовах високої волатильності. Ця модель покращує точність торгових рішень, що сприяє зміцненню ФБП.

Технологічний прогрес, зокрема, розвиток штучного інтелекту, призводить до незупинного розвитку інформаційних технологій, що радикально змінює структуру суспільного життя та економічних відносин. Одним з яскравих виразів цієї глобальної тенденції стала поява криптовалют – новаторського фінансового інструменту, що набув відносно швидкої популярності. За даними liga.net, станом на 2023 рік, число унікальних криптовалютних гаманців криптовалют перевищило 60 мільйонів [2], що свідчить про велику увагу як інвесторів, так і науковців до цього сегмента фінансового ринку.

У контексті цієї технологічної революції, передові наукові розробки в галузі штучного інтелекту, зокрема рекурентні нейронні мережі (РНМ), займають важливе місце в екосистемі криптовалют. Саме РНМ обрано в якості інструмента прогнозування через їх здатність ефективно обробляти часові ряди. Завдяки їх здатності до узагальнення та вивчення складних паттернів, РНМ можуть слугувати надійним інструментом.

Важливо відзначити, що висока волатильність криптовалютних бірж створює додаткові виклики для інвесторів та трейдерів. Згідно з даними CoinMarketCap [75] велика частина криптовалют показує денну волатильність в декілька десятків відсотків, що вимагає нових підходів до прогнозування ринку. В цьому контексті, ефективне використання РНМ може стати вирішальним фактором для прогнозування ринкових тенденцій та формування інвестиційних стратегій.

Однак впровадження та використання РНМ не обмежується лише перевагами. Одним з основних викликів є обробка великих масивів даних, необхідних для тренування майбутніх моделей. За оцінками IDC [300], щорічний обсяг даних у світі прогнозується вирости до 200 зеттабайтів до 2026 року, що вимагає нових підходів до їх зберігання та обробки.

Сучасний науково-технологічний контекст, що характеризується стрімким розвитком криптовалют та розширенням області застосування штучного інтелекту, диктує необхідність глибокого та всебічного дослідження можливостей РНМ для забезпечення ефективного функціонування на криптовалютних біржах.

Тому дослідження, присвячені розробці рекурентних нейронних мереж для прогнозування цін на криптовалютних біржах, є актуальними. В контексті швидкого розвитку криптовалют та зростання обсягів даних, що вимагають обробки, використання РНМ може стати надійним інструментом для оптимізації управління інвестиційними портфелями в цьому сегменті фінансового ринку. Популярність криптовалют і їх волатильність підкреслюють необхідність нових підходів до прогнозування ринку, і РНМ можуть допомогти в цьому процесі. З урахуванням швидкого росту кількості даних та розширення області застосування штучного інтелекту, дослідження можливостей РНМ для ефективного функціонування на криптовалютних біржах є важливим напрямом подальшої роботи.

У роботі [68] наведено результати досліджень щодо побудови стратегій формування інвестиційних портфелів, що включають волатильні фінансові

інструменти, такі як криптовалюти. Представлено торгову стратегію "стоп-лосс - максимальний прибуток", засновану на вдосконаленні класичного технічного індикатора ковзної середньої на основі нейронних мереж. Запропоновано підвищити ефективність довгострокової ковзної середньої за рахунок використання обмеженої рекурсії в нейронних мережах Елмана спільно з гібридною нейро-символічною нейромережею, зберігаючи всі можливості навчання нерекурсивних частин мережі. Моделювання на фінансовому індексі Eurostoxx50 продемонструвало потенціал такої стратегії для уникнення від'ємної доходності активів та зменшення інвестиційного ризику. Проте точність моделі в роботі не зазначено. Інвестиційні ризики оцінюються на рівні окремих торгових операцій. Доцільним є провести дослідження, де стійкість до ризику буде оцінюватись на послідовності торгових операцій. Окрім того, нейромережа враховує результат лише одного технічного індикатора, доцільним є створення моделі на основі декількох індикаторів для виявлення додаткових нелінійних зв'язків у динаміці цін.

У роботі [68] наведено результати досліджень властивостей акцій з метою підвищення точності прогнозування цін на фондових біржах. Показано, що публічні дані про інвестиційну поведінку великих фондів відображають спільні переконання їх менеджерів про властивості акцій. Не зазначено рівень точності побудованих моделей, а лише кумулятивну прибутковість по портфелю з 50 активів. Також не проаналізовано стійкість моделі до ризиків. Це не дозволяє стверджувати, що таку модель можна використовувати поза вибіркою в умовах невизначеності. При цьому, є доцільним врахувати досвід врахування властивостей окремих груп активів при створенні моделі.

У роботі [181] наведено результати досліджень щодо побудови хаотичної перехідно-нечіткої глибокої нейро-коливальної мережі 2-го типу з ретроградним сигналом для прогнозування цін на біржі. Модель натреновано на вибірці з 129 активів (9 з яких є криптовалютами) за 2048 днів. В якості ознак використано 10 сигналів на основі технічних індикаторів. Точність в якості метрики не використовувалась. Мета - мінімізувати середнє квадратичне

відхилення та максимізувати середню кумулятивну прибутковість. Подібний підхід є доцільним з математичної точки зору, проте не враховує стійкість до ризику на рівні послідовності торгових операцій. Доцільним є врахування досвіду створення складного алгоритму побудови моделі з декількома вхідними ознаками.

У роботі [283] наведено результати побудови нейромережі для прогнозування цін на біржі. Запропоновано архітектуру з білінійною проекцією та механізмом уваги. Точність створених моделей сягає 80%, проте не оцінюється ні кумулятивна прибутковість, ні рівень інвестиційного ризику. Доцільним є використати досвід використання вхідних ознак у формі часових рядів для досягнення прийняттого рівня точності.

У роботі [294] наведено результати побудови нейромережі для прогнозування цін на біржі. Представлено нову систему глибокого навчання, яка поєднує вейвлет-перетворення та стекові автокодери для прогнозування цін. Запропонована модель продемонструвала прийнятні значення MAPE, R та Theil U метрик. Проте, аналогічно з роботою [181], модель не враховує стійкість до ризику на рівні послідовності торгових операцій. Доцільним є використання досвіду впровадження рекурентних нейронних мереж для роботи з часовими рядами.

У роботі [4] наведено результати використання технології моделювання для управління ризиковістю діяльності. Це підтверджує доцільність створення рекурентних нейронних мереж для прогнозування цін, що також впливало на зниження ризиковості діяльності.

Попри велику кількість, точність розроблених моделей не є ідеальною та потребує покращення. У праці [115] виявлено слабку сторону РНМ при обробці безперервних вхідних потоків та запропоновано новий адаптивний забувальний венти́ль, який дозволяє мережі скидати свій стан у певний момент часу. Експерименти показали, що запропонований підхід дозволяє вирішувати задачі ефективніше, ніж на основі стандартних алгоритмів РНМ. Це підтверджує доцільність створення моделей з використанням нового підходу.

Відповідно, виникає необхідність є розробка моделі прогнозування цін на криптовалютних біржах на основі рекурентних нейромереж. Гіпотеза полягає у тому, що розробка рекурентної нейромережі, з комплексними вхідними ознаками та стратегією тренування, що враховує особливості подальшого використання моделі, дозволить покращити прогнозування цін на криптовалютних біржах. Висунуто припущення, що існують паттерни цінової динаміки, які модель здатна виявити при наявності великих об'ємів тренувальних даних. Окрім того, є спрощення. Модель не враховує вплив зовнішніх факторів, таких як глобальні економічні тенденції, політичні рішення або технологічні нововведення.

Для досягнення поставленої мети доцільно: сформувати групи ознак моделі на основі кластерів криптовалют за обсягом денних торгів та за волатильністю цін, а також на основі сигналів технічних індикаторів; розробити цільову змінну для моделі; побудувати та протестувати модель.

Для тренування та валідації моделей використано дані, які зібрані через API біржі Binance [47] за період з червня 2021 по червень 2023. Дані включають щоденні ціни закриття та відкриття, найвищі та найнижчі ціни, а також обсяги торгів. Для аналізу обрано всі криптовалюти, що торгуються в парі з BUSD (еквівалент долару США на біржі Binance). Загалом вибірка складається з 289 різних криптовалют. Фрагмент даних, що використовувались як первинні наведено у Додатку Б. Повний набір вхідних даних розміщено за посиланням [163].

Інструментом для аналізу, тренування моделей та візуалізації даних обрано мову програмування Python [240]. Використано декілька відповідних бібліотек для роботи з даними та нейромережами, які включають NumPy, Pandas, Scikit-learn, TensorFlow, Matplotlib, Seaborn та Keras. Ці бібліотеки пропонують повний набір функцій та алгоритмів для обробки даних, функціональної інженерії, навчання та перевірки моделей, а також візуалізації. Використання цих бібліотек заощадило час і зусилля при розробці та тестуванні моделей. У поєднанні з широкою підтримкою бібліотек, зручним синтаксисом,

масштабованістю та продуктивністю, а також інтеграцією з іншими технологіями Python є оптимальним для вирішення поставлених задач.

Для прогнозування цін на біржі обрано РНМ через їх здатність ефективно обробляти часові ряди. Вони здатні враховувати контекст усієї послідовності. Окрім того, вони мають здатність виявляти нелінійні залежності в часових рядах, які є важливими для прогнозування цін на біржі, адже фінансові часові ряди часто характеризуються складними, нелінійними паттернами. РНМ є класом нейронних мереж, в яких зв'язки між блоками утворюють спрямований граф уздовж часової послідовності (рис. 3.12) [115]. Це мережі з циклами пам'яті, що дозволяють інформації зберігатися в мережі.

Ранні версії РНМ страждали від проблеми зникаючого градієнта, що призводило до того, що градієнтні методи мали надзвичайно довгий час навчання при навчанні РНМ [85, 291]. Це пов'язано з тим, що градієнт помилки, який потрібен градієнтним методам, зникає, коли він поширюється назад через мережу. Це призводило до того, що перші шари в РНМ переставали навчатися. Тому, коли послідовність досить довга, РНМ намагалися поширювати інформацію від попередніх часових кроків до наступних.

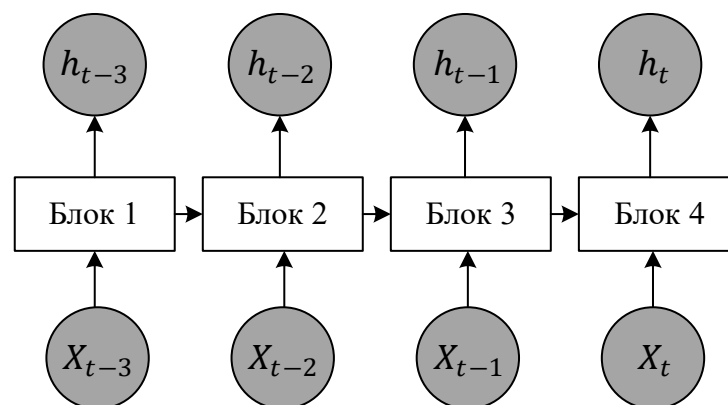


Рис. 3.12. Типова структура рекурентної нейромережі: X_t – вхідна послідовність, h_t – вихідна послідовність

Джерело: сформовано на основі [85, 291]

Як видно з рис. 3.12, типовою проблемою ранніх версій РНМ було те, що блок 1 отримував зникаючий градієнт помилки через затухаючий зворотний потік і не міг передавати правильну інформацію блоку 4. З часом був представлений новий тип РНМ, який назвали довгою короткочасною пам'яттю (ДКЧП), щоб боротися з проблемою короткочасної пам'яті.

На рис. 3.13 зображено блок ДКЧП, що розроблено на основі джерела [115]. Він складається з 3-х вентилів (вхідний, вихідний і забувальний), що контролюють потік інформації і стан блоку. Потім ДКЧП з'єднає ці блоки разом, де кожен з них стає модулем пам'яті.

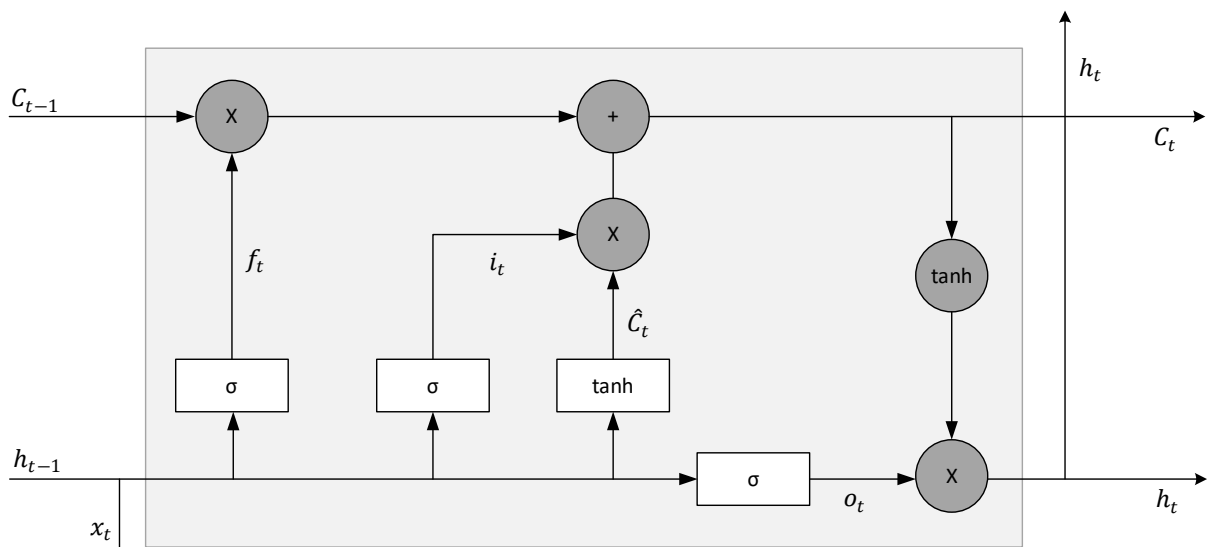


Рис. 3.13. Блок довгої короткочасної пам'яті: X_t – вхідна послідовність даних, h_t – вихідна послідовність даних, C_t – стан блоку, f_t – забувальний вентиль, i_t – вхідний вентиль, o_t – вихідний вентиль, \hat{C}_t – внутрішній стан блоку

Джерело: сформовано на основі [85, 291]

Як видно з рис. 3.13, забувальний вентиль (3.14) повідомляє блоку, яку інформацію слід «забути» або викинути з внутрішнього стану. Вхідний вентиль (3.15) вказує, яку нову інформацію зберігати у внутрішньому стані. Вихідний вентиль (3.16, 3.17) – це те, що блок виводить назовні, відфільтровану версію внутрішнього стану:

$$f_t = \sigma(W_f * [h_{t-1}, X_t] + b_f). \quad (3.14)$$

$$i_t = \sigma(W_i * [h_{t-1}, X_t] + b_i). \quad (3.15)$$

$$o_t = \sigma(W_o * [h_{t-1}, X_t] + b_o). \quad (3.16)$$

$$C_t = \tanh(W_c * [h_{t-1}, X_t] + b_c). \quad (3.17)$$

Тоді внутрішній стан клітини обчислюється за формулою (3.18):

$$C_t = i_t * C_t + f_t * C_{t-1}. \quad (3.18)$$

Кінцевий вивід з блока, або h_t , потім фільтрується за формулою (3.19):

$$h_t = o_t * \tanh(C_t). \quad (3.19)$$

Як і в кожній нейронній мережі, ваги пов'язані з кожним входом. Ці вагові матриці поєднуються з градієнтною оптимізацією, щоб змусити блок ДКЧП навчатися. Вагові матриці можна побачити у формулах вище як W_f , b_f , W_i , b_i , W_o , b_o , W_c , b_c відповідно.

Потім ці блоки з'єднуються разом, як показано на рис. 3.14. Це дозволяє мережі ДКЧП зберігати інформацію з минулих кроків і робити прогнози часових рядів. Використовуючи архітектуру комірок ДКЧП, мережа має можливість усунути проблему зникаючого градієнта. Ця проблема заважала старим архітектурам РНМ досягати гарних прогнозів часових рядів.

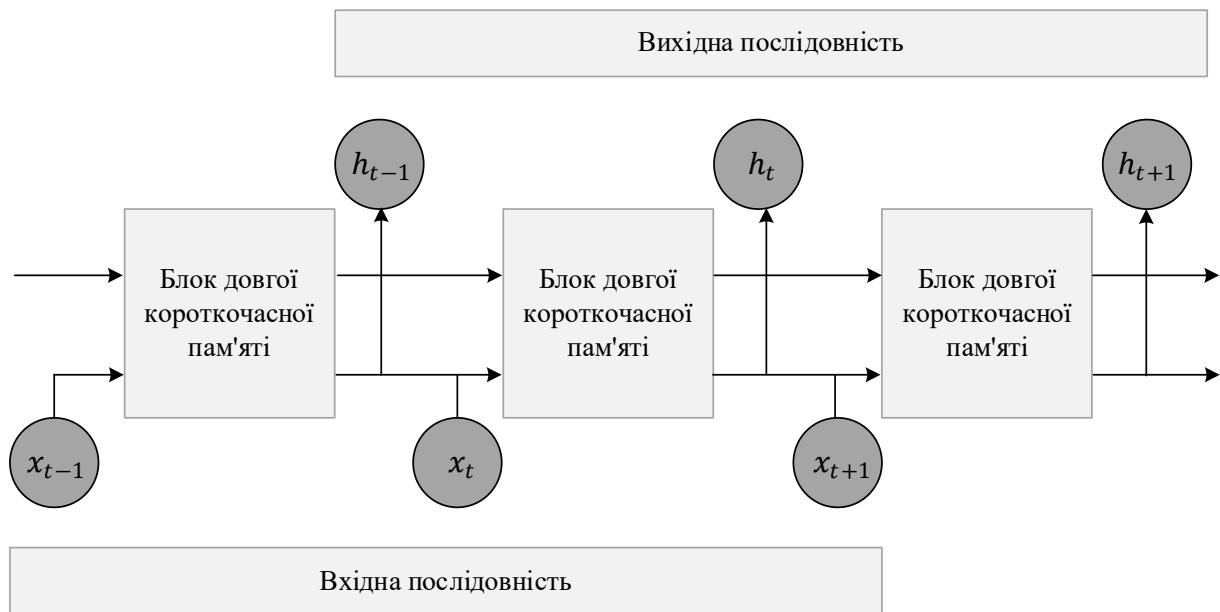


Рис. 3.14. Блок довгої короткочасної пам'яті в рекурентній нейромережі
Джерело: сформовано на основі [85, 291]

Як видно з рис. 3.14, архітектура є стандартною версією блока ДКЧП. Дослідники постійно вдосконалюють і модифікують архітектуру блока, щоб зробити мережу ДКЧП більш ефективною і надійною для виконання різних завдань. Прикладом може слугувати використана архітектура блоку ДКЧП, де до кожного вентиля додаються з'єднання, що дозволяє їм дивитися на внутрішній стан блоку C_{t-1} .

Іншою поширеною модифікацією ДКЧП є так званий рекурентний блок з вентиляним перемикачем або ВРВ, блок якої зображено на рис. 3.15.

Як видно з рис. 3.15, основна відмінність ВРВ від ДКЧП полягає в тому, що ВРВ об'єднує вхідні вентиля і вентиля забування в один вентиль оновлення. Більше того, він поєднує внутрішній стан блоку і прихований стан. Таким чином, блок ВРВ є дещо простішим, ніж традиційний ДКЧП. Перевагою ВРВ є швидкість навчання. В подальшому в цій праці буде перевірено та порівняно ефективність ДКЧП та ВРВ підходів. Варто зазначити, що ДКЧП та ВРВ здатні виявляти довготривалі залежності у часових рядах, які можуть бути критично важливими при прогнозуванні ринкових трендів. Вони гнучкі та здатні

адаптуватися до різних сценаріїв, а також ефективно обробляють нелінійні залежності, які часто зустрічаються у фінансових часових рядах. Незважаючи на ці переваги, важливо пам'ятати, що використання РНМ для прогнозування цін на біржі вимагає глибокого розуміння даних та відповідного підходу до їх попередньої обробки, чому приділено велику увагу в межах дослідження.

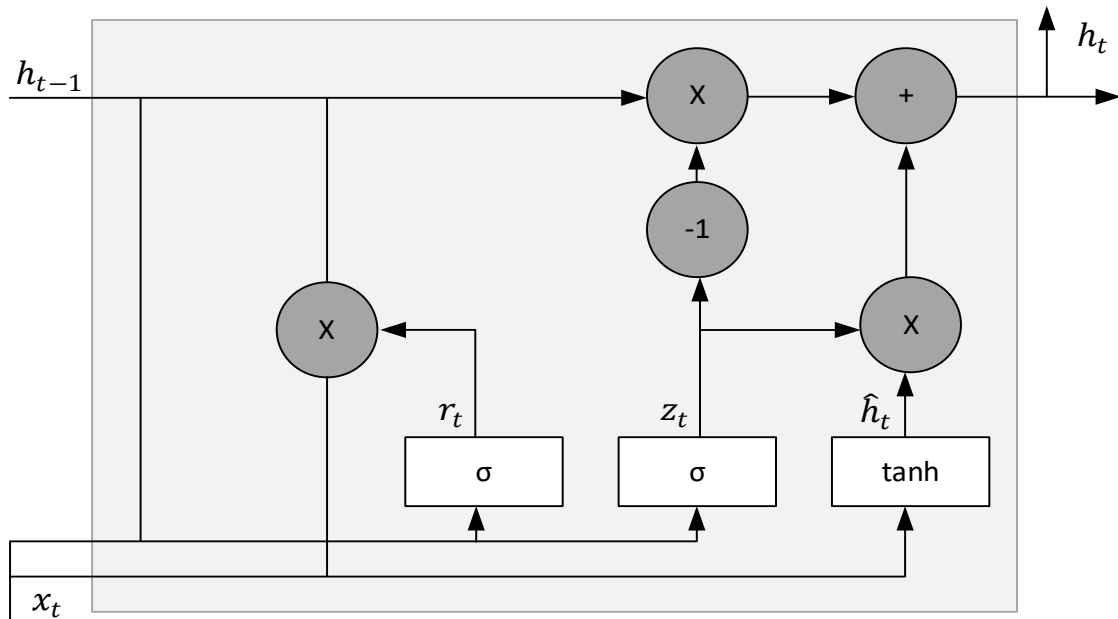


Рис. 3.15. Рекурентний блок з вентильним перемикачем

Джерело: сформовано на основі [85, 291]

В межах цього пункту оцінено точність моделей. Проте показник точності оцінює лише здатність передбачати рух цін в конкретний момент часу, не беручи до уваги пов'язані з торгівлею ризики. На практиці інвестори шукають моделі, які не тільки дають точні прогнози, але й пропонують сприятливий компроміс між ризиком і прибутковістю. У зв'язку з цим, в якості основних критеріїв для отриманих моделей використано коефіцієнти Шарпа [254] та Сортіно [265] – показники для аналізу та оцінки ефективності торгових стратегій.

Використання цих коефіцієнтів для аналізу моделей має вирішальне значення з кількох причин. По-перше, наявна в них поправка на ризик

необхідна для оцінки реальної ефективності. Включення ризику в аналіз дозволяє оцінювати прибутковість моделі по відношенню до прийнятого ризику. По-друге, ці коефіцієнти забезпечують простий і стандартизований спосіб кількісної оцінки ефективності моделі, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення про те, чи варто продовжувати використовувати модель або внести в неї корективи на основі отриманих результатів.

Коефіцієнт Шарпа вимірює ефективність інвестицій, в тому числі в криптовалюти, порівняно з безризиковим активом, після коригування на ризик. Він визначається як різниця між дохідністю інвестиції та безризиковою дохідністю, поділена на стандартне відхилення дохідності інвестиції. Вона є додатковою сумою доходу, яку отримує інвестор на одиницю збільшення ризику. Коефіцієнт Шарпа визначається за формулою (3.20):

$$S = \frac{E[R - R_f]}{\sigma}, \quad (3.20)$$

де, R – дохідність портфеля (активу), R_f – дохідність від альтернативного вкладення (як правило, береться безризикова процентна ставка), $E[R - R_f]$ – премія за ризик (математичне очікування перевищення прибутковості активів над прибутковістю від альтернативного вкладення), σ – стандартне відхилення прибутковості портфеля (активу).

Коефіцієнт Шарпа використовується для визначення того, наскільки добре прибутковість активу компенсує ризик, який приймає інвестор. Під час порівняння двох активів з однаковим очікуваним доходом, вкладення в актив з вищим коефіцієнтом Шарпа буде менш ризикованим.

Коефіцієнт Сортіно дає змогу оцінити прибутковість і ризик інвестиційного інструменту, портфеля або стратегії. Розраховується аналогічно коефіцієнту Шарпа, однак замість волатильності портфеля використовується так звана «волатильність вниз». У цьому разі волатильність розраховується за

дохідностями, нижчими за мінімальний допустимий рівень доходності портфеля (MAR) [18]. Порядок розрахунку наведено у формулах (3.21, 3.22):

$$S = \frac{R-T}{DR}, \quad (3.21)$$

де, R – середня прибутковість портфеля, T – мінімально допустимий рівень доходності портфеля, DR – відхилення в бік зниження або "волатильність вниз":

$$DR = \sqrt{\int_{-\infty}^T (T-r)^2 f(r) dr}, \quad (3.22)$$

де, T – річна цільова прибутковість, яку спочатку називали мінімально прийнятною прибутковістю MAR, r – випадкова величина, що представляє прибуток для розподілу річних прибутків, $f(r)$ – розподіл для річних прибутків, наприклад, логарифмічно нормальний розподіл.

Згідно з першоджерелами [254, 265], для обох значення більше 1 свідчить про прийнятну, а вище 2,5 – про відмінну якість моделі.

На базі існуюючих даних сформовано 3 групи ознак: причетність до кластерів за обсягом торгів, причетність до кластерів за волатильністю цін, та сигнали технічних індикаторів. Кожну групу розглянуто детально далі по тексту.

Обсяг торгів відображає рівень ліквідності біржі. Висока ліквідність призводить до більш плавного руху цін. Крім того, вищий обсяг торгів часто означає підвищений інтерес і активну торгівлю, що потенційно відображає впевненість або скептицизм інвесторів. Також, вищий обсяг торгів, що супроводжує підвищення або зниження цін, може вказувати на сильніший тренд. Модель може враховувати взаємозв'язки, подібні до перерахованих, що підвищує точність прогнозування.

Через наявність аномальних відхилень обмежено значення розрахованих щоденних обсягів торгів діапазоном від 0 до 0,07 млрд. дол. США. Будь-яке значення за межами цього діапазону замінено крайніми межами. Потім дані кластеризовано методом К-середніх [191] в 4 групи. На рис. 3.16 зображено складену гістограму розподілу обсягу торгів криптовалютами.

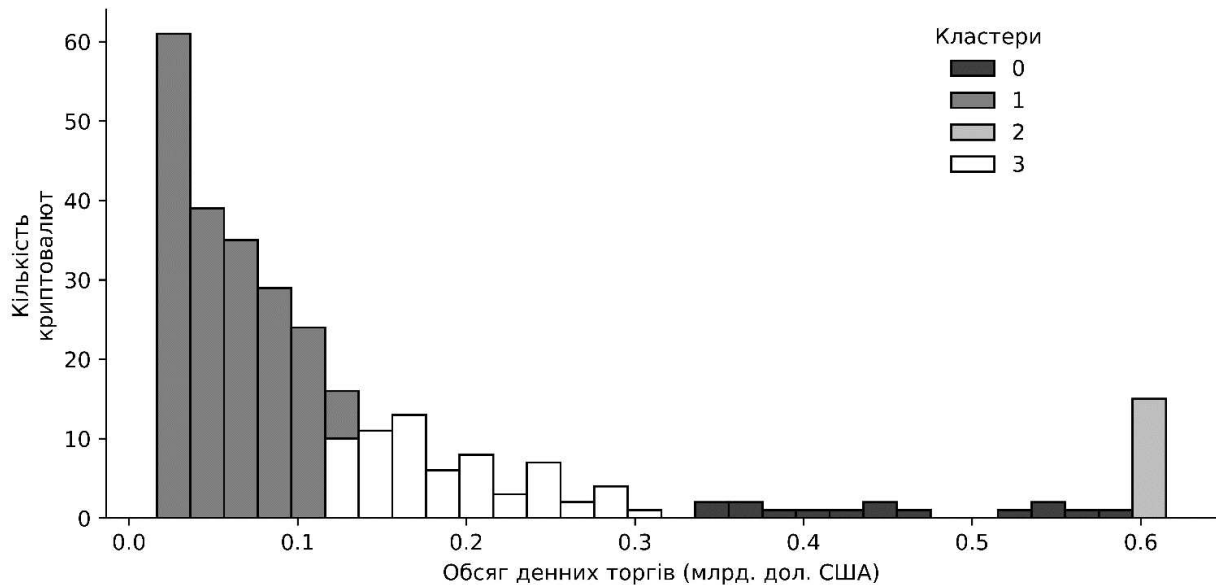


Рис. 3.16. Складена гістограма розподілу кластерів криптовалют розрахованих методом К-середніх на основі їхнього денного обсягу торгів станом на 01.06.2023 по 289 криптовалютах.

Джерело: власні розрахунки на основі даних Binance [163]

Як видно з рис. 3.16, більшість криптовалют торгуються на рівні до 200 млн. дол. США щоденно. При цьому є окрема група з найбільших криптовалют, таких як біткоїн, ефір та декількох стейблкоїнів, що мають показники денні обсягів торгів більші за 600 млн. дол. США. Приналежність криптовалют до одного з визначених кластерів в якості окремої ознаки в РНМ моделі дозволить виділити окремі нелінійні зв'язки для кожної групи та, таким чином, покращити якість прогнозування.

Волатильність відіграє важливу роль на біржі, відображаючи величину цінових коливань і невизначеність. Показник волатильності розраховано на базі стандартного відхилення відсоткової зміни щоденної ціни закриття (3.23):

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (3.23)$$

де, n – кількість днів, \bar{x} – середнє значення ціни закриття, x_i – значення ціни закриття в конкретний день

Через наявність аномальних відхилень значення отриманої вибірки обмежено діапазоном від 0,04 до 0,13. Будь-яке значення за межами цього діапазону замінено крайніми межами. Отримані дані згруповано в 4 методом кластеризації К-середніх [191] в 4 групи. На рис. 3.17 зображено складеної гістограми отриманого розподілу.

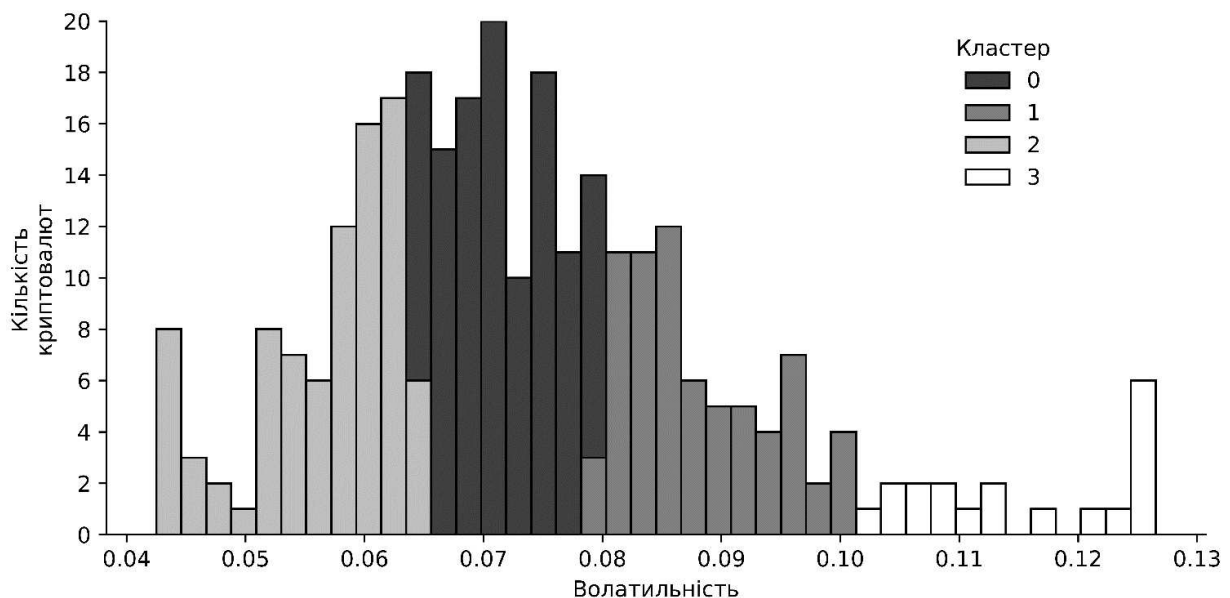


Рис. 3.17. Складена гістограма розподілу кластерів криптовалют розрахованих методом К-середніх на основі волатильності їх цін за період 06.2021–06.2023 по 289 криптовалютах

Джерело: власні розрахунки на основі даних Binance [163]

Як видно з рис. 3.17, для більшості криптовалют значення волатильності коливається у межах від 0.05 до 0.1, що свідчить про помірний рівень коливань цін. Рівномірний розподіл показників волатильності надає можливість для їх подальшого використання в якості вхідних даних для нейронної мережі шляхом перетворення в унітарний код. Включення волатильності як ознаки в модель глибокого навчання дає можливість відстежувати динаміку цінових рухів. Інтегруючи волатильність як характеристику, моделі можуть покращити свою здатність прогнозувати напрямок руху ціни.

Технічні індикатори на біржі – це математичні розрахунки та статистичні показники, які використовуються для аналізу біржі та прогнозування цінових змін на основі історичних даних про [186]. Сигнали купівлі та продажу на основі таких індикаторів можуть бути вхідними ознаками для моделей глибокого навчання, що сприяє розпізнаванню паттернів руху цін. Нижче у табл. 3.16 на основі [186, 215] сформовано перелік з 26 поширених біржових індикаторів з метою врахування різних аспектів аналізу ринку.

Таблиця 3.16

Перелік біржових індикаторів

Скорочена назва	Повна назва	Скорочена назва	Повна назва
CCI	Індекс товарного каналу	RSI	Індекс відносної сили
WPR	Відсотковий діапазон Вільямса	STOCH	Стохастичний осцилятор
BB	Бенди Болінджера	TSI	Індекс істинної сили
FI	Індекс сили	UO	Остаточний осцилятор
ATR	Середній істинний діапазон	ADI	Індекс накопичення та розподілу
VI	Вихор	EOM	Легкість руху
TEMA	Троєчний експоненційний середній	OBV	Обсяг збалансований
MI	Індекс маси	VPT	Тренд обсягу ціни
MACD	Схоження/розходження середніх взутєвих значень	DC	Канали Дончіана
KST	Осцилятор "Знати надійну річ"	KC	Канали Кельтнера
ADX	Індекс середнього напрямку руху	CC	Крива Коппока
DPO	Детрендовий осцилятор цін	UI	Індекс виразки
MFI	Індекс потоку грошей	ICH	Ічімоку Кінко Хьо

Джерело: сформовано на основі [186, 215]

Представлений в табл. 3.16 перелік технічних індикаторів є ефективним для визначення трендів на біржі. По кожному індикатору проведено обрахунки, результати яких наведено на рис. 3.18.

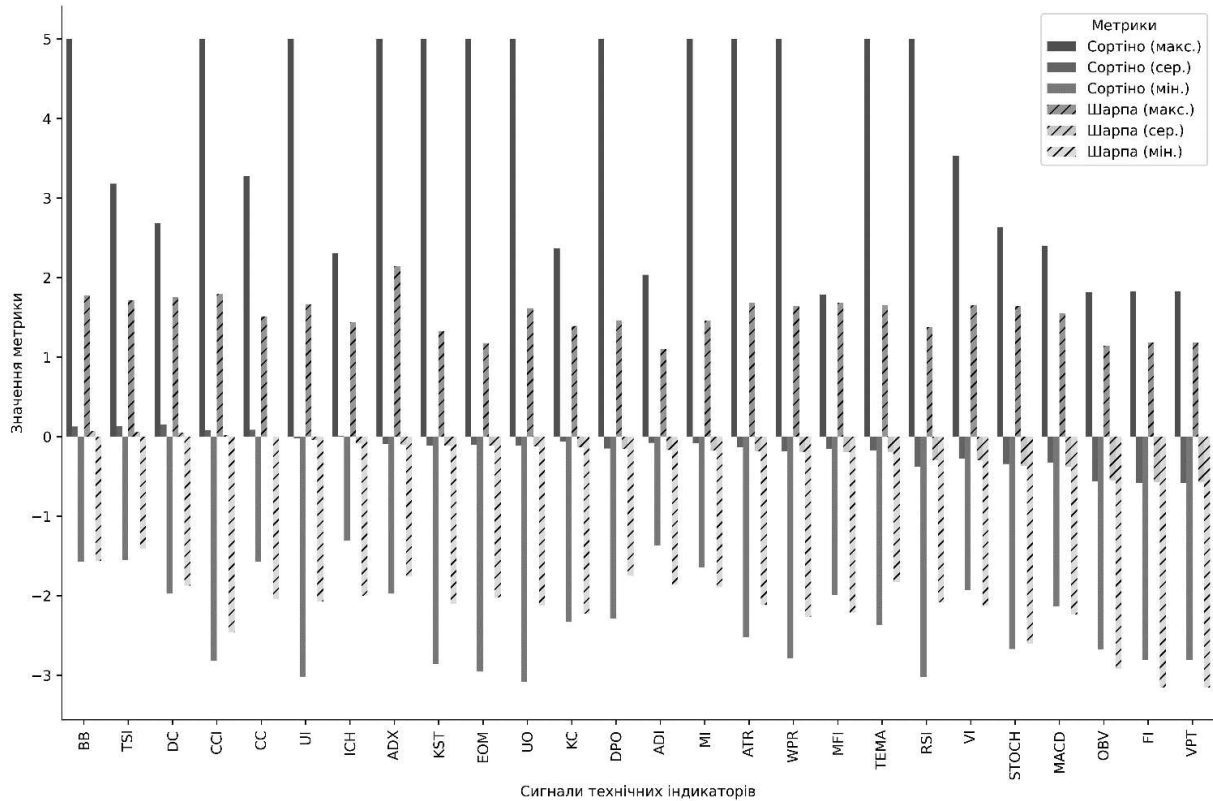


Рис. 3.18. Розраховані значення метрик для 26 сигналів на основі технічних індикаторів за період 06.2021 – 06.2023 по 289 криптовалютах.

Джерело: власні розрахунки [163]

Як видно з рис. 3.18, середні та мінімальні значення коефіцієнтів Сортіно та Шарпа доволі низькі. Це є очікуваним результатом, так як сигнали технічних індикаторів рекомендується використовувати у комбінації з декількома іншими сигналами [240]. У випадку з неймережами, синергетичний ефект отримується в процесі навчання моделі.

Їх імплементація у неймережу в формі бінарних сигналів для прогнозування напряму змін цін є важливим, оскільки це дозволяє значно підвищити ефективність та простоту аналізу. Використання цих індикаторів сприяє легкій ідентифікації неймережею ключових паттернів поведінки.

При навчанні нейронних мереж для прогнозування біржових цін на основі даних часових рядів, вибір цільової змінної (Y) грає не меншу роль, ніж вибір ознак. Цільова змінна повинна містити інформацію, необхідну для досягнення бажаної інвестиційної мети. При виборі цільової змінної важливо враховувати інвестиційну мету та бажаний горизонт прогнозування. Різні цільові змінні можуть призвести до різних результатів. Далі наведено деякі стандартні цільові змінні для прогнозування поведінки цін на біржі (3.23 - 3.27) за джерелами [85, 291]. Змінна P це ціна, t – період, n – кількість днів.

Зміна ціни обчислена як різниця між ціною активу в майбутній і поточний момент часу. Цей простий підхід дозволяє дізнатися про очікуваний рух ціни протягом певного періоду:

$$Y_t = P_{t+n} - P_t. \quad (3.23)$$

Прибутковість обчислена як відносна зміна ціни. Вона дозволяє дізнатися, наскільки очікується зростання або падіння ціни у відсотковому вираженні:

$$Y_t = \frac{P_{t+n} - P_t}{P_t}. \quad (3.24)$$

Логарифмічна прибутковість – це натуральний логарифм відношення між майбутньою та поточною цінами, який має зручні математичні властивості, такі як адитивність у часі:

$$Y_t = \log\left(\frac{P_{t+n} - P_t}{P_t}\right). \quad (3.25)$$

Напрямок ціни – це бінарна класифікація напрямку ціни, що вказує на те, чи буде ціна активу зростати або падати:

$$Y_t = \begin{cases} 1, & \text{if } P_{t+n} > P_t \\ 0, & \text{if } P_{t+n} \leq P_t \end{cases} \quad (3.26)$$

Надлишкова дохідність обчислена як різниця між дохідністю активу та еталонною дохідністю, наприклад біржовим індексом або безризиковою ставкою. Це дозволяє прогнозувати вартість активу відносно інших активів на біржі:

$$Y_t = \left(\frac{P_{t+n} - P_t}{P_t} \right) - \text{risk free rate}. \quad (3.27)$$

Сформовано формули (3.28, 3.29) на базі арифметичного середнього:

$$W_t = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{t+i} - P_{t+i-1}}{P_{t+i-1}} \right)}{n}. \quad (3.28)$$

$$Y_t = \begin{cases} 1, & \text{if } W_t > 0 \\ -1, & \text{if } W_t < 0 \\ 0, & \text{if } W_t = 0 \end{cases} \quad (3.29)$$

Таким чином, сформовано цільову змінну (3.28), що розраховується на основі показника арифметичного середнього майбутньої зміни ціни закриття протягом n періодів у відсотковому виразі. Цільова змінна є сигналом до торгівлі та приймає значення 1 – купівля, 0 – утримання, або -1 – продаж. Тобто, якщо ціна протягом майбутніх n періодів зростатиме, то цільова зміна подаватиме сигнал до купівлі і навпаки. Подібна цільова змінна дозволяє нівелювати негативний вплив шумових коливань ціни при тренуванні.

На базі попередніх розрахунків сформовано 3 групи ознак: причетність до кластерів за обсягом торгів, причетність до кластерів за волатильністю цін, та сигнали технічних індикаторів. Також сформовано цільову змінну на базі

арифметичного середнього (3.29). На рис. 3.19 представлено розроблений алгоритм формування ознак моделі у форматі часових рядів для моделі.

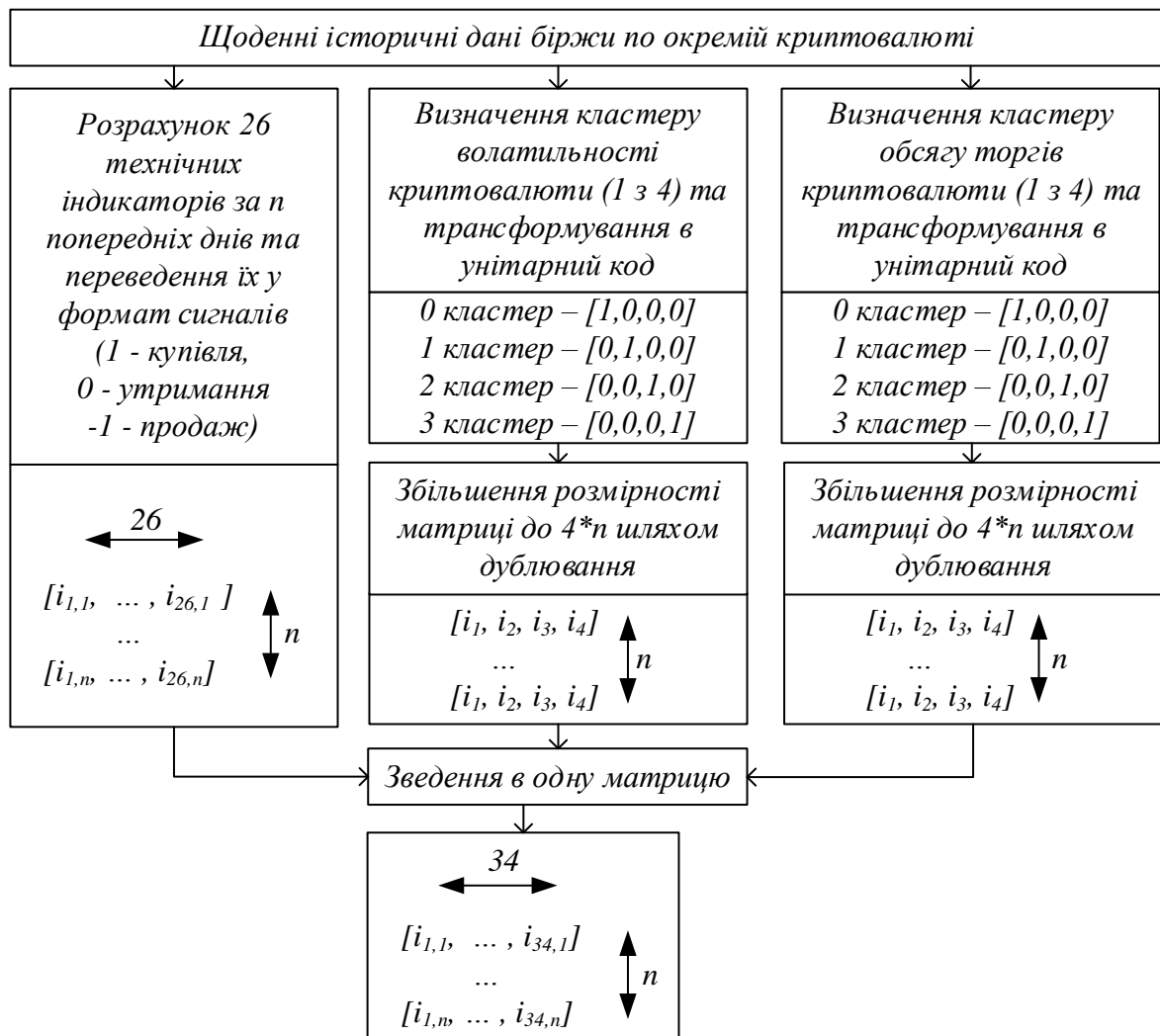


Рис. 3.19. Алгоритм формування ознак моделі у форматі часових рядів по окремій криптовалюті: n - динамічний параметр тривалості часового ряду (у днях). Джерело: власна розробка

Як видно з рис. 3.19, дані перед передаванням до нейромережі трансформуються у матричний формат. Варто зазначити, що алгоритм не застосовується до перших n днів вибірки, через відсутність відповідних вхідних даних. Схема процесу тренування та валідації моделі зображена на рис. 3.20 з розширеним поясненням алгоритму розрахунку коефіцієнтів Шарпа та Сортіно на рис. 3.21.

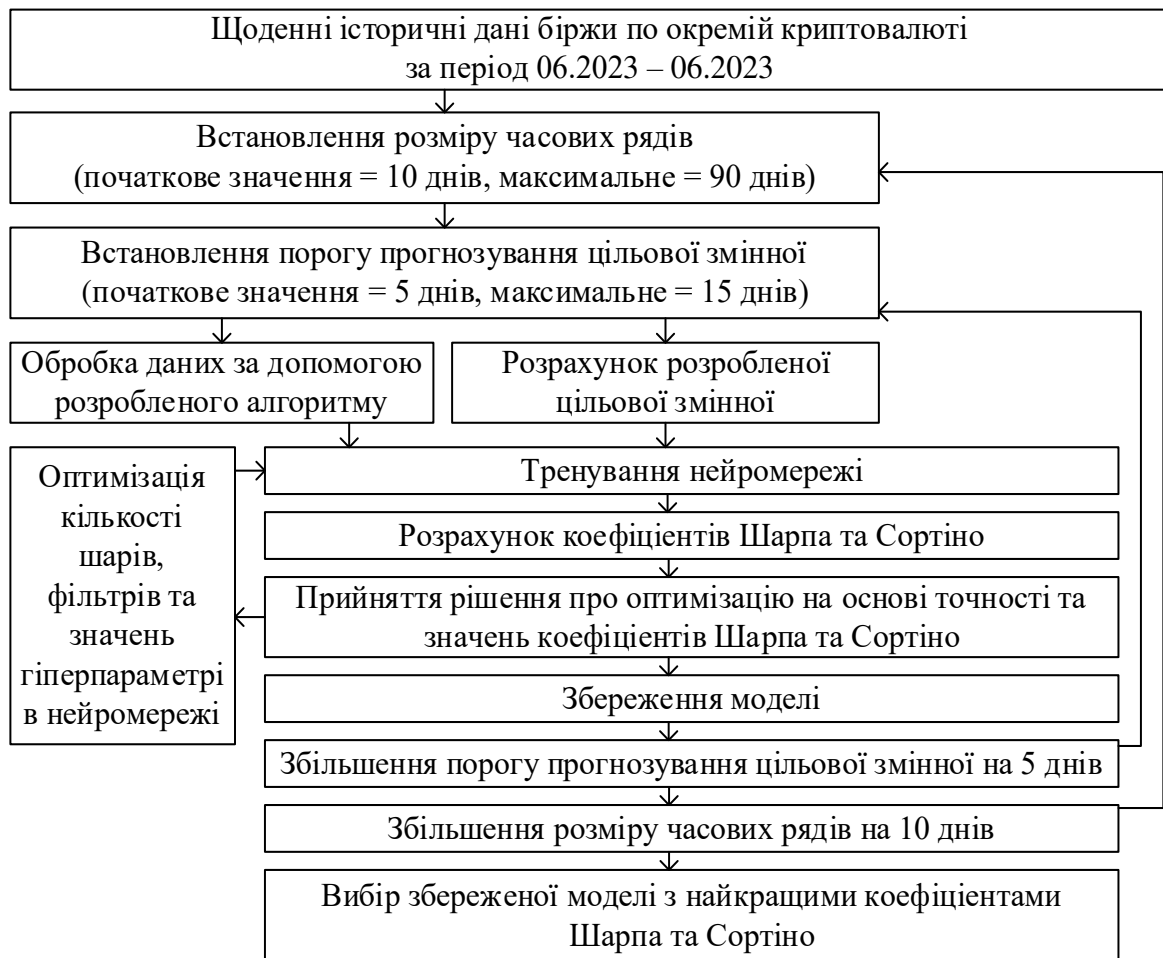


Рис. 3.20. Алгоритм тренування моделі для прогнозування цін на криптовалютній біржі. Джерело: власна розробка

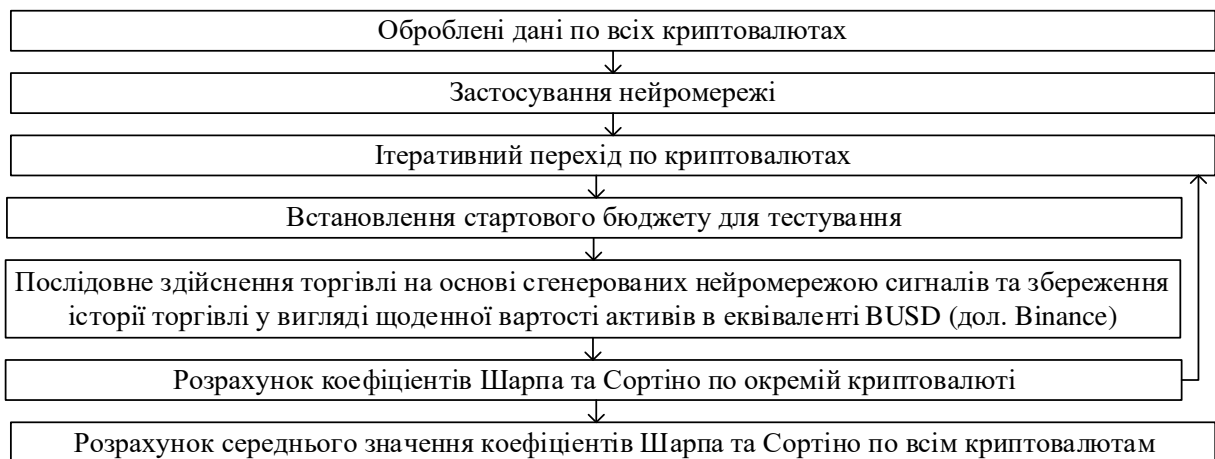


Рис. 3.21. Алгоритм розрахунку коефіцієнтів Шарпа та Сортіно в межах алгоритму тренування моделі для прогнозування цін на криптовалютній біржі

Джерело: власна розробка

Максимальні значення розміру часових рядів та порогу прогнозування цільової змінної на рис. 3.20 обумовлено відсутністю великих обчислювальних можливостей та часу для перевірки більшої кількості комбінацій. На рис. 3.22 зображено результати оцінки отриманих 54 РНМ моделей (27 ВРВ та 27 ДКЧП).

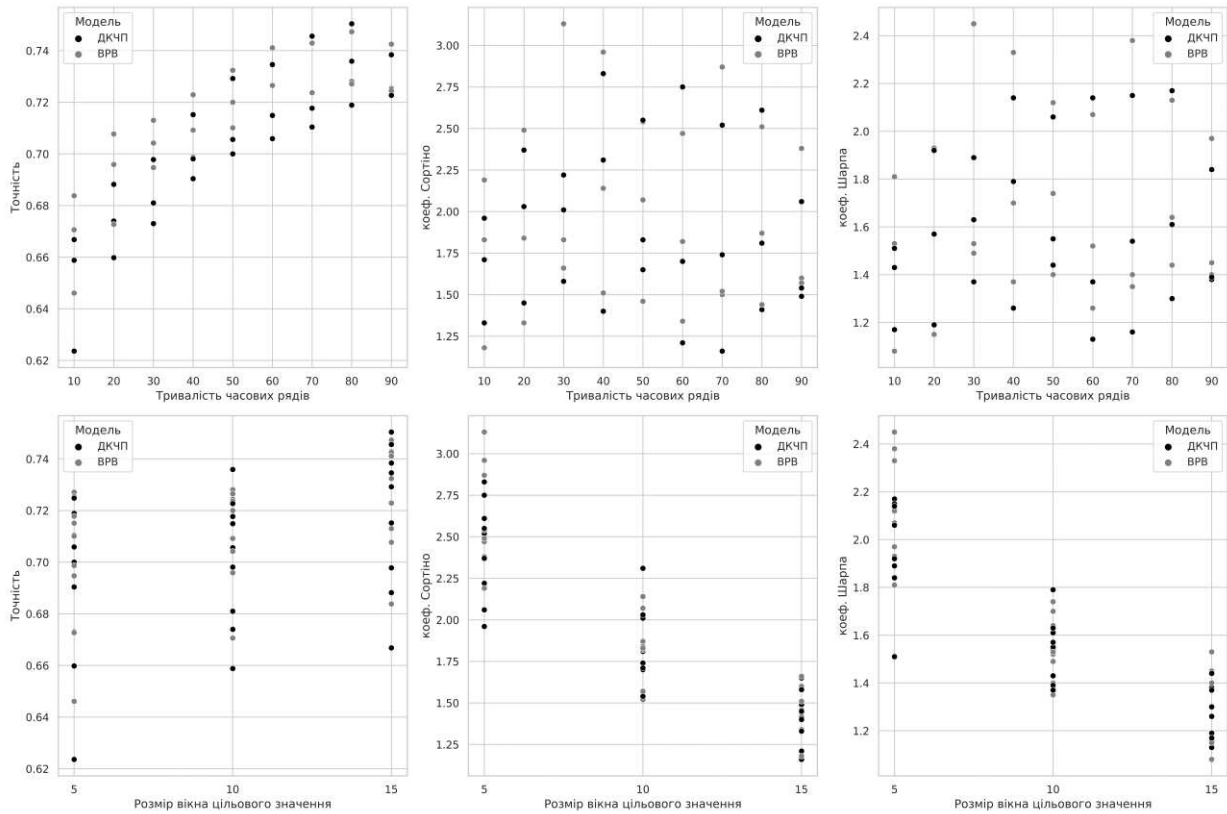


Рис. 3.22. Результати оцінки рекурентних нейромереж натренованих на основі даних за 06.2021 – 06.2023.

Джерело: власні розрахунки [163]

Як видно з рис. 3.22, модель краще тренується при збільшенні вікна цільового значення. Проте це знижує значення коефіцієнтів Шарпа та Сортіно. Збільшення тривалості часових рядів збільшує точність, а на значення коефіцієнтів чіткого впливу не прослідковується. При цьому найкращі результати коефіцієнтів отримано при 30 днях для ДКЧП і 40 днях для ВРВ. Таким чином, прийнято рішення використовувати РНМ моделі, представлені на рис. 3.23.

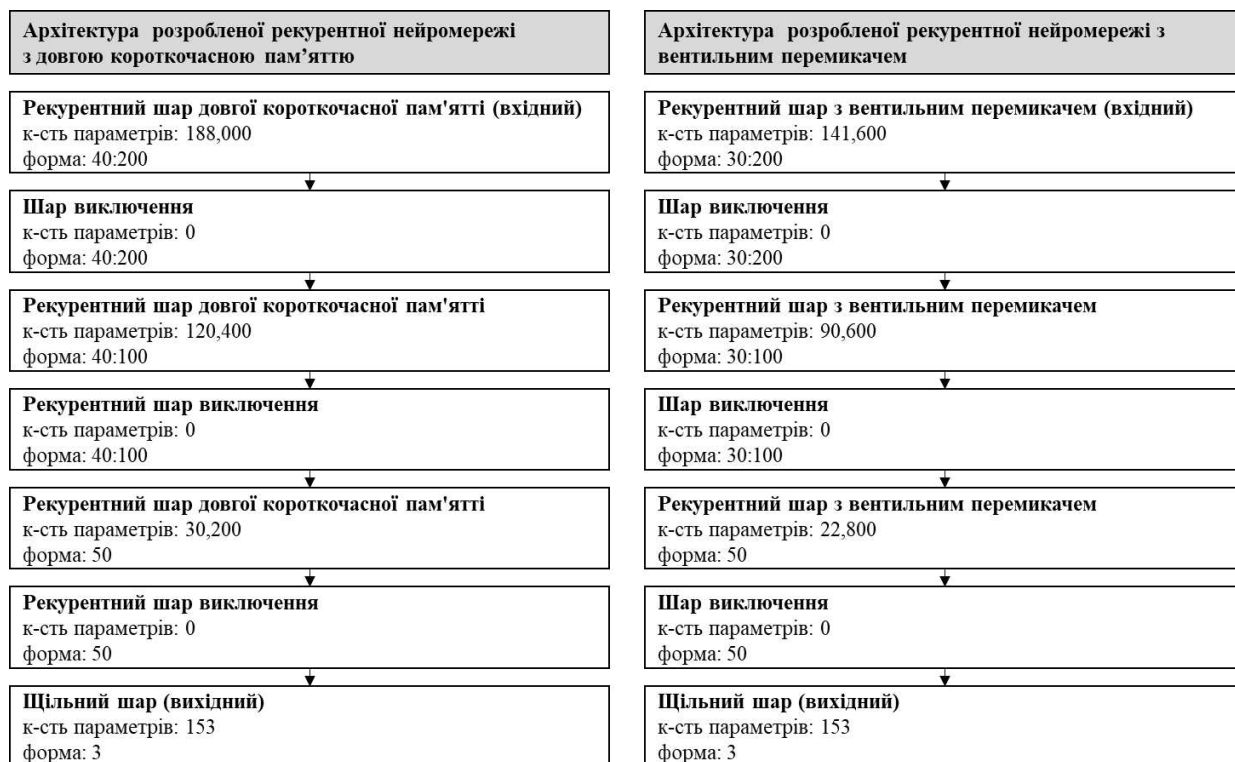


Рис. 3.23. Архітектура розроблених рекурентних нейромереж

Джерело: власні розрахунки [163]

Як видно на рис. 3.23, в моделі ДКЧП 338 тис., а у ВРВ моделі 255 тис. параметрів. Прогрес навчання зображено на рис. 3.24, 3.25.

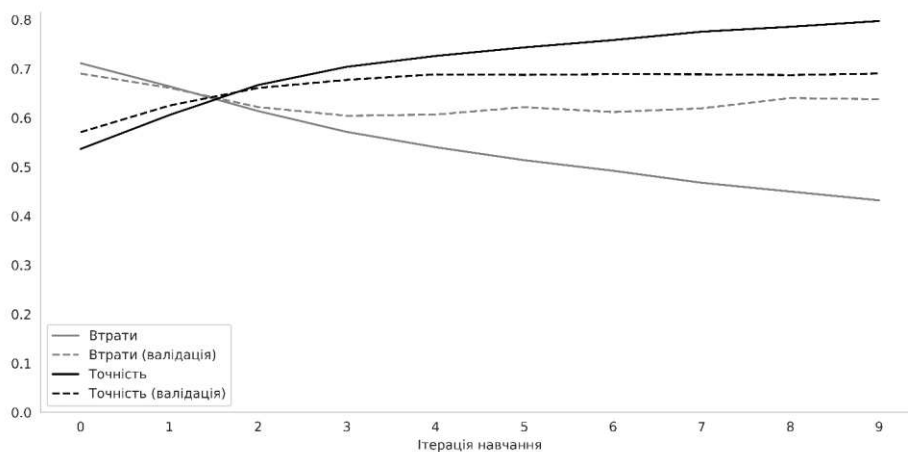


Рис. 3.24. Прогрес навчання рекурентної нейромережі з довгою короткочасною пам'яттю на основі даних за 06.2021 – 06.2023.

Джерело: власні розрахунки [163]

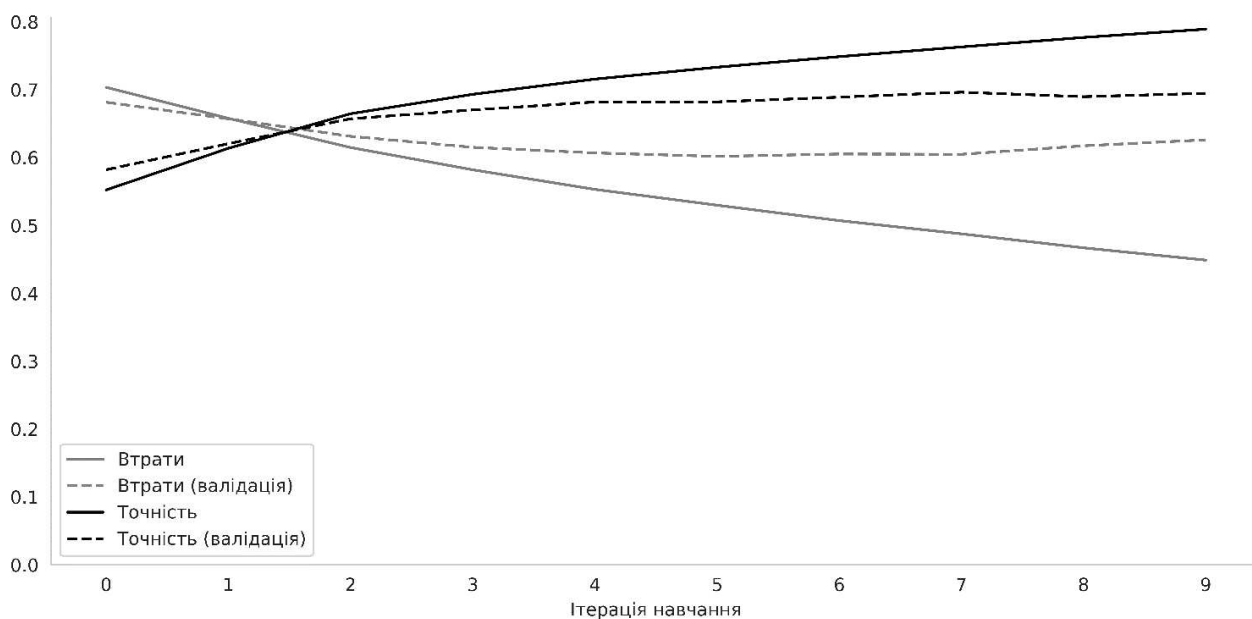


Рис. 3.25. Прогрес навчання рекурентної нейронної мережі з рекурентним блоком з вентильним перемикачем на основі даних за 06.2021–06.2023.

Джерело: власні розрахунки [163]

Як видно з рис. 3.24, 3.25, точність для ВРВ складає 69,47%, а для ДКЧП 69,04%. Коефіцієнти Сортіно та Шарпа склали 3,13 та 2,45 для ВРВ і 2,83 та 2,14 для ДКЧП. Точність можливо підвищувати за рахунок охоплення більшої кількості попередніх днів, проте через це будуть знижуватися значення коефіцієнтів Шарпа та Сортіно. Варто зазначити, що великої точності досягти складно через високий ступінь невизначеності на криптовалютних ринках.

В межах дослідження використано дані для 289 криптовалют, проте візуалізувати історію тестування моделі на кожній з них немає сенсу через схожість результатів. В зв'язку з цим сформувано репрезентативний перелік криптовалют. На основі отриманих в попередніх розділах кластерів криптовалют за волатильністю та денним обсягом торгів сформувано матрицю їх перетинів на рис. 3.26.

Кластер обсягів торгів	0	4	5	3	3
	1	83	33	74	4
	2	4	4	3	4
	3	23	28	6	8
		0	1	2	3
		Кластер волатильності			

Рис. 3.26. Матриця розподілу криптовалют між кластерами обсягів денних торгів та волатильності. Джерело: власні розрахунки [163]

Як видно з рис. 3.26, 241 криптовалют (84% від загальної кількості) знаходиться в межах 5 перетинів кластерів. Репрезентативний перелік сформовано з криптовалют, що мають середні показники обсягів торгів в межах свого перетину кластерів. На рис. 3.27, 3.28 продемонстровано результати тестування та значення коефіцієнтів Шарпа та Сортіно для створених моделей по кожній окремій криптовалюті.

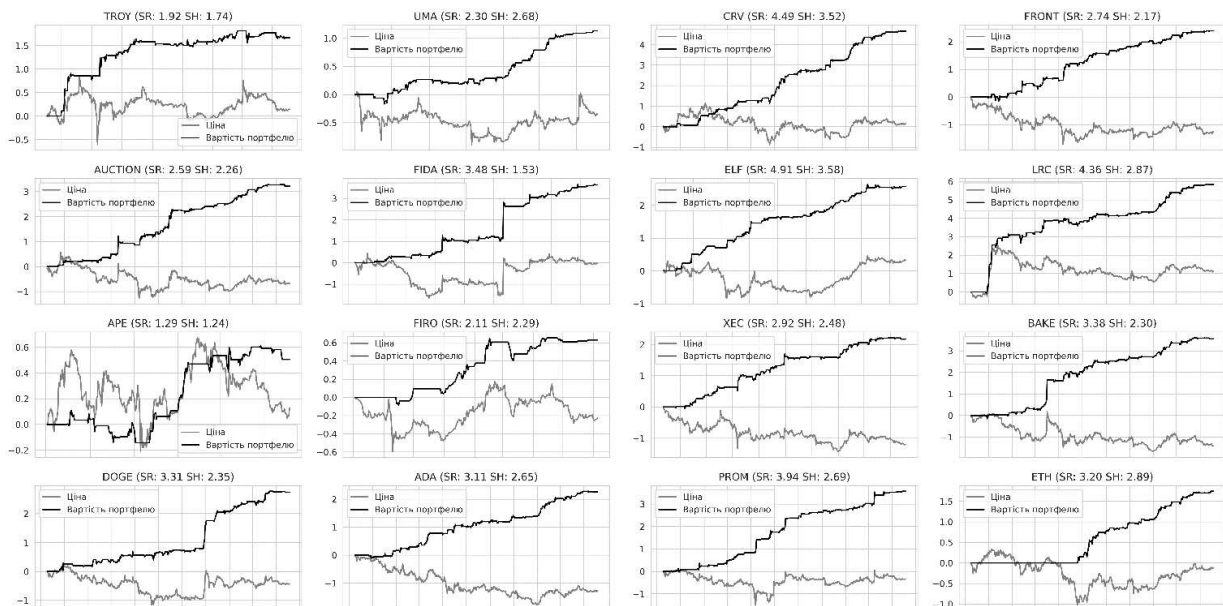


Рис. 3.27. Рентабельність моделі на базі рекурентної нейромережі рекурентної нейромережі з вентиляним перемикачем в результаті тестування на даних за 06.2021 – 06.2023. Джерело: власні розрахунки [163]

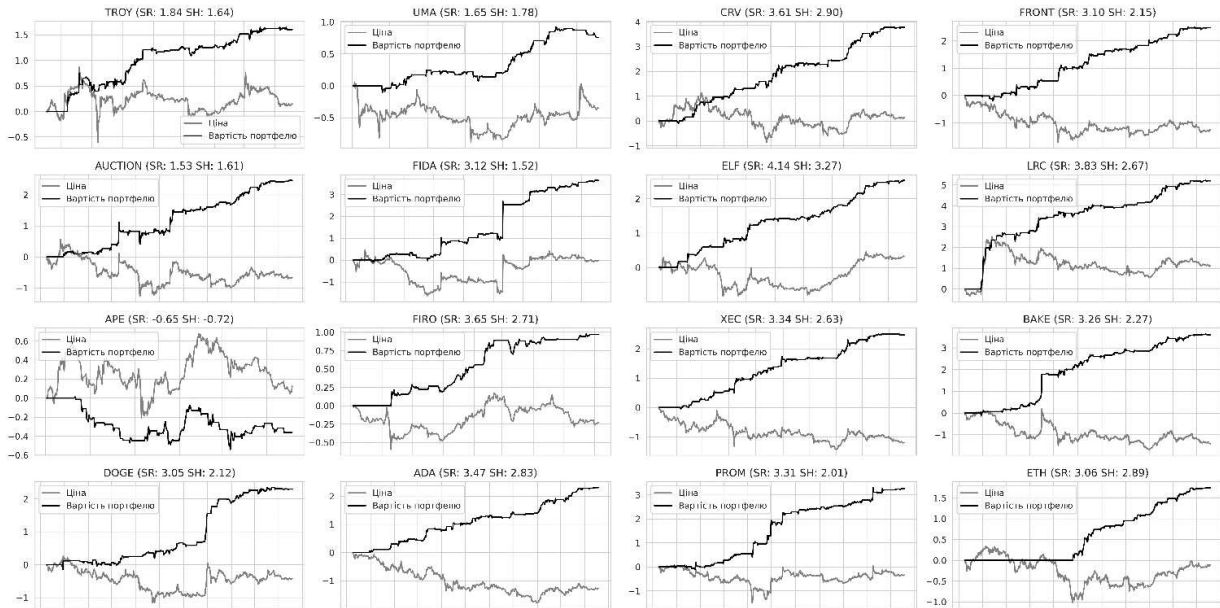


Рис. 3.28. Рентабельність моделі на базі рекурентної нейромережі з довгою короткочасною пам'яттю в результаті тестування на даних за 06.2021 – 06.2023.

Джерело: власні розрахунки [163]

Згідно з рис. 3.27, 3.28, зростання вартості активів відбулось для більшої частини тестів попри те, що ціна відповідних активів знижувалась у другій половині досліджуваного періоду. Це свідчить про потенціал моделей для ефективної роботи на криптовалютних біржах.

Враховуючи значний прогрес в області використання нейромереж для прогнозування на фондових біржах, що представлено в роботі [68], запропоновані моделі демонструють високу рентабельність. Для тренування зібрано дані з міжнародної біржі Binance щодо 289 криптовалют за період 06.2021 – 06.2023 (табл. 3.16). Відповідна вибірка не обмежується кордонами країн, що робить створені моделі універсальними. Моделі працюють з волатильними фінансовими інструментами, при цьому забезпечуючи стабільність та дохідність, як видно на рис. 3.29, 3.30. На відміну від робіт [181, 283], моделі не вимагають створення нейромереж з складною структурою, але демонструють точність 69% (рис. 3.25). Вартість активів збільшувалася

впродовж майже всього періоду тестування, незважаючи на те, що ціни відповідних активів знижувалися протягом другої половини досліджуваного періоду. Обидві моделі виявили схожу точність, однак модель на основі РНМ ВРВ продемонструвала вищі значення за коефіцієнтами Сортіно та Шарпа, що свідчить про більшу стабільність прогнозування. Перелічені факти дозволяють зробити висновок, що моделі на основі РНМ ВРВ мають великий потенціал для використання в моделях для прогнозування цін на криптовалютних біржах.

Розроблений підхід покращення рівня ФБП має ряд обмежень. По-перше, розроблена модель прогнозування цін на криптовалютних біржах чутлива до конкретних параметрів, що можуть змінюватися відповідно до специфічних характеристик даних. Це обмежує універсальність запропонованого рішення та його застосування на інших біржах. По-друге, відтворюваність результатів розробленої моделі може бути складною через нестабільність криптовалютних бірж. По-третє, в згадану модель не включено текстові дані з різних інформаційних джерел через обмеження в кількості можливих запитів до подібних ресурсів та складності їх обробки.

Використання моделей на основі РНМ для прогнозування цін на криптовалютних біржах має декілька недоліків. По-перше, попри модифікації у вигляді ДКЧП та ВРВ, моделі все ще стикаються з проблемою зниклих градієнтів, що ускладнює процес навчання. По-друге, вони вимагають значного обчислювального навантаження, що збільшує часову та ресурсну вартість. По-третє, РНМ схильні до перенавчання на даних з шумами, зібраних на волатильних криптовалютних ринках. По-четверте, прогнози можуть бути спотворені через відсутність врахування зовнішніх факторів, таких як політичні рішення та технологічні нововведення. По-п'яте, хоча РНМ ефективно працюють з часовими рядами, вони можуть бути менш ефективними для нестационарних даних, таких як ціни на криптовалюту. Нарешті, не існує теоретичних гарантій точності прогнозів РНМ, що підкреслює необхідність обережного використання цих моделей.

Подальший розвиток досліджень може полягати у врахуванні зовнішніх факторів, оптимізації обчислювальних процесів, покращенні алгоритмів для уникнення перенавчання та зменшення впливу проблеми зниклих градієнтів. Математичні труднощі включають складність інтеграції зовнішніх факторів у модель. Методичні проблеми можуть включати знаходження оптимальних параметрів моделі та перевірку їхньої стійкості протягом часу. Експериментальні труднощі пов'язані з нестабільністю криптовалютних ринків, вимогами до великої кількості даних для навчання та необхідністю адаптації до постійно змінюваних умов ринку. Крім того, є багато практичних викликів, пов'язаних з обчислювальними обмеженнями, включаючи необхідність оптимізації часу виконання та обчислювальної ефективності.

Таким чином, сформовано три групи ознак для моделі прогнозування цін на криптовалютних біржах. Перша група, яка об'єднує кластери криптовалют за обсягом денних торгів, дозволяє виявляти головні торгові паттерни і тренди для прогнозування майбутніх цінових коливань. Друга група об'єднує кластери криптовалют за рівнем цінової волатильності, що важливо для прогнозування та мінімізації ризиків, особливо на високоволатильному криптовалютному ринку. Третя група базується на сигналах з технічних індикаторів, допомагаючи виявити ключові тренди та визначити найкращий момент для входу та виходу з ринку. У сукупності, ці три групи ознак забезпечують цілісний та всебічний аналіз криптовалютного ринку, що дозволяє розробленій моделі ефективно прогнозувати цінові коливання на криптовалютних біржах.

Також розроблено цільову змінну для моделі на основі арифметичного середнього. Вибір правильної цільової змінної має критичне значення, оскільки вона визначає, яку конкретно задачу буде вирішувати модель. Динамічна складова у вигляді кількості днів дозволила оптимізувати поріг прогнозування на рівні 5 днів після проведення тренування моделі.

Окрім того, на основі сформованих груп ознак побудовано та протестовано прогнозні моделі на основі рекурентних нейронних мереж, а саме дві модифікації: з довгою короткочасною пам'яттю (ДКЧП) та з вентиляним

перемикачем (ВРВ). Точність для ВРВ моделі склала 69,47%, а для ДКЧП 69,04%. Коефіцієнти Сортіно та Шарпа склали 3,13 та 2,45 для ВРВ і 2,83 та 2,14 для ДКЧП. Отримані значення коефіцієнтів свідчать про високу ефективність обох моделей.

Таким чином удосконалено методичний підхід до прогнозування динаміки цін на криптовалютних біржах на основі рекурентної нейромережі, який, на відміну від існуючих, використовує алгоритм формування ознак моделі з врахуванням волатильності активу та 26 індикаторів технічного аналізу, що надає змогу мінімізувати вплив ризиків на ФБП через підвищення прибутковості алгоритмічної торгівлі.

Висновки за розділом 3

У розділі удосконалено методики РОУ ФБП шляхом впровадження алгоритмічної торгівлі та сучасних методів прогнозування цін на криптовалютних біржах. Запропоновані підходи сприяють оптимізації інвестиційних рішень, мінімізації фінансових ризиків та підвищенню прибутковості, що є важливим для забезпечення високого рівня ФБП в умовах високої волатильності ринку.

У підрозділі 3.1 досліджено можливості впровадження алгоритмічної торгівлі на криптовалютних біржах як інструменту ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства. Розглянуто існуючі підходи до мінімізації фінансових ризиків та проаналізовано недостатню вивченість алгоритмічної торгівлі в науковій літературі.

Встановлено, що алгоритмічна торгівля, зокрема із застосуванням штучного інтелекту та прогнозування цін, дозволяє підприємствам більш обґрунтовано керувати фінансовими ризиками та адаптуватися до волатильності ринку. Підкреслено взаємозв'язок між ризик-орієнтованим

управлінням фінансовою безпекою та торгівлею криптовалютами, що підтверджується аналізом наукових публікацій та динамікою зростання капіталізації криптовалютних активів.

Проаналізовано класифікацію видів біржової торгівлі за різними критеріями, зокрема за рівнем автоматизації, частотою здійснення операцій та видом ринкового аналізу. Особливу увагу приділено алгоритмічній торгівлі як основі для розробки торгових стратегій та використання торгових ботів. Розглянуто історичний розвиток високочастотної торгівлі та її вплив на фінансові ринки, що дозволило зрозуміти важливість постійного розвитку технологій у біржових торгах.

Визначено основні компоненти торгових стратегій та алгоритм їхньої розробки, а також проаналізовано переваги та недоліки алгоритмічної торгівлі. Запропоновано інтегрувати алгоритмічну торгівлю на криптовалютних біржах як інноваційний елемент ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства. Це поєднання цифровізації, науки про дані та управління корпоративними фінансами сприятиме оптимізації інвестиційного портфеля, мінімізації фінансових ризиків та підвищенню прибутковості за рахунок автоматизації торгових операцій і зменшення людського фактору.

Таким чином, впровадження алгоритмічної торгівлі на криптовалютних біржах є перспективним напрямом для підвищення фінансової безпеки підприємств. Це дозволяє ефективно диверсифікувати інвестиції, адаптуватися до сучасних технологічних трендів та покращити ризик-менеджмент фінансових активів.

У підрозділі 3.2 здійснено детальний аналіз методик прогнозування цін на криптовалютних біржах, що є ключовим для ефективного ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства. Розглянуто основні методи прогнозування, зокрема фундаментальний та технічний аналіз, із врахуванням їхньої специфіки на криптовалютних ринках.

Проведено порівняльний аналіз фундаментального аналізу на класичних та криптовалютних біржах, визначено особливості та складнощі застосування

цього методу в умовах неструктурованих даних криптовалютного ринку. Відзначено важливість використання сучасних методів обробки великих даних та машинного навчання для підвищення ефективності фундаментального аналізу в цій сфері.

Детально класифіковано технічні індикатори за групами: трендові, імпульсні, обсягу та волатильності. Проаналізовано переваги та недоліки кожної групи індикаторів, а також їх застосування на різних ринках. Підкреслено необхідність комбінування індикаторів для підвищення точності прогнозів та зниження ризиків, пов'язаних з використанням окремих індикаторів.

Запропоновано авторську методику формування торгових стратегій на основі генетичних алгоритмів із використанням ризик-орієнтованих метрик. Проведено емпіричне дослідження, результати якого підтвердили ефективність запропонованого підходу та його економічну доцільність шляхом валідації на реальних ринкових даних.

Таким чином, проведений аналіз методик прогнозування цін на криптовалютних біржах дозволяє глибше зрозуміти особливості цих ринків та розробляти ефективні торгові стратегії. Запропонована методика сприяє підвищенню точності прогнозів та оптимізації управління ризиками, що в умовах високої волатильності криптовалютного ринку посилює фінансову безпеку підприємства.

У підрозділі 3.3 було розроблено модель прогнозування цін на криптовалютній біржі на основі РНМ, зокрема модифікацій ДКЧП та ВРВ. Метою дослідження було підвищення точності прогнозування ринкових трендів та зниження ризиків в умовах високої волатильності криптовалютного ринку, що сприяє зміцненню фінансової безпеки підприємства.

Для досягнення поставленої мети було виконано такі завдання:

Сформовано три групи ознак для моделі: причетність до кластерів за обсягом денних торгів, причетність до кластерів за волатильністю цін та сигнали 26 технічних індикаторів. Це забезпечило цілісний аналіз ринку та

врахування різних аспектів цінової динаміки.

Розроблено цільову змінну на основі арифметичного середнього майбутньої зміни ціни закриття, що дозволило нівелювати негативний вплив шумових коливань цін та оптимізувати поріг прогнозування.

Побудовано та протестовано моделі РНМ з використанням даних з біржі Binance за період з червня 2021 по червень 2023 року, що охоплювали 289 різних криптовалют. Вибірка включала щоденні ціни та обсяги торгів, що забезпечило широкий спектр даних для навчання моделей.

Проведено порівняльний аналіз моделей ДКЧП та ВРВ. Модель ВРВ продемонструвала кращі результати по точності та коефіцієнту Сортіно та Шарпа, що свідчить про більшу стабільність та ефективність прогнозування.

Отримані результати підтверджують гіпотезу про те, що використання РНМ з комплексними вхідними ознаками та відповідною стратегією тренування дозволяє покращити прогнозування цін на криптовалютних біржах. Модель враховує нелінійні залежності та патерни цінової динаміки, що підвищує її точність та стійкість до ризиків.

З практичної точки зору, розроблена модель сприяє оптимізації процесу прийняття інвестиційних рішень та підвищенню рівня фінансової безпеки підприємства. Вона дозволяє більш точно оцінювати ринкові тренди та мінімізувати ризики, пов'язані з волатильністю криптовалютного ринку.

Водночас, дослідження має певні обмеження, зокрема чутливість моделі до конкретних параметрів та нестабільність криптовалютних ринків, що може впливати на відтворюваність результатів. Подальший розвиток досліджень може включати врахування зовнішніх факторів, оптимізацію обчислювальних процесів та покращення алгоритмів для уникнення перенавчання.

Таким чином, удосконалено методику прогнозування цін на криптовалютних біржах на основі рекурентних нейронних мереж. На відміну від існуючих підходів, запропонована модель використовує алгоритм формування ознак, що враховує волатильність активу та сигнали 26 технічних індикаторів. Це забезпечує більш точне та стійке прогнозування, сприяючи

зміцненню фінансової безпеки підприємства в умовах високої волатильності ринку.

Перспективні напрями подальших досліджень включають інтеграцію зовнішніх факторів, таких як макроекономічні індикатори, регулятивні зміни та аналіз тональності текстів у соціальних мережах, для підвищення точності та стійкості моделей прогнозування. Також доцільно дослідити застосування більш складних архітектур нейронних мереж, зокрема гібридних моделей, що поєднують рекурентні та згорткові нейронні мережі. Оптимізація обчислювальних процесів через використання розподілених обчислень або хмарних технологій може зменшити ресурсоємність моделей та підвищити їхню ефективність. Крім того, аналіз адаптивності моделей до різких змін ринкових умов та розробка методів для уникнення перенавчання сприятимуть підвищенню їх практичної цінності в межах РОУ ФБП.

Основні положення третього розділу дисертаційної роботи опубліковано в працях автора [334, 286, 148, 331].

Список використаних джерел: [2, 4, 10, 17, 18, 24, 30, 38, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 56, 60, 64, 66, 67, 68, 74, 75, 77, 80, 85, 92, 93, 95, 97, 101, 106, 115, 125, 126, 129, 133, 134, 140, 142, 146, 147, 160, 163, 167, 168, 173, 178, 179, 180, 181, 182, 186, 190, 191, 192, 195, 198, 207, 213, 214, 215, 216, 221, 229, 233, 234, 235, 236, 240, 244, 246, 249, 251, 253, 254, 263, 265, 277, 283, 289, 291, 294, 297, 298, 299, 300, 302, 356].

ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено комплексне дослідження та удосконалення методичних підходів до РОУ ФБП в умовах сучасної цифрової економіки. Основна мета дослідження полягала у підвищенні ефективності управління фінансовими ризиками підприємств шляхом інтеграції сучасних технологій, зокрема алгоритмічної торгівлі та методів штучного інтелекту, в процес прийняття фінансових рішень.

Закладено теоретико-методологічну основу РОУ ФБП. Проведено критичний аналіз існуючих підходів до визначення ключових понять, таких як "загроза", "ризик" та "фінансова безпека підприємства". Виявлено недостатню деталізацію та узагальненість існуючих дефініцій, що ускладнює їх практичне застосування. Запропоновано авторські визначення, які більш точно відображають специфіку фінансових ризиків та їхній вплив на діяльність підприємства. Сформовано компоненти системи фінансової безпеки та механізм її управління, що включає ідентифікацію, оцінку та моніторинг ризиків, а також розробку та впровадження стратегій реагування.

Удосконалені моделі прогнозування банкрутства підприємств як ключовий елемент РОУ ФБП. Проведено систематичний аналіз існуючих моделей прогнозування банкрутства, включаючи традиційні фінансові коефіцієнти та сучасні методи машинного навчання. На основі вибірки з 17 907 українських підприємств встановлено, що традиційні моделі демонструють недостатню точність в сучасних умовах. Розроблено методику інтеграції якісних показників у моделі прогнозування банкрутства, що дозволяє враховувати менеджерські, фінансові, юридичні та операційні фактори. Побудовано та протестовано моделі на основі нейронних мереж, зокрема НМПП, РНМ ДКЧП, РНМ ВРВ. Результати дослідження підтвердили вищу ефективність нейронних мереж у прогнозуванні банкрутства, особливо моделі НМПП, яка продемонструвала найвищі показники точності.

Досліджено можливості впровадження алгоритмічної торгівлі на криптовалютних біржах як інструменту РОУ ФБП. Проведено детальний аналіз методик прогнозування цін на криптовалютних ринках, зокрема фундаментального та технічного аналізу. Враховуючи специфіку криптовалютного ринку, запропоновано авторську методику формування торгових стратегій на основі генетичних алгоритмів із використанням ризик-орієнтованих метрик. Розроблено модель прогнозування цін на криптовалютних біржах на основі рекурентних нейронних мереж, що враховує волатильність активів та сигнали 26 технічних індикаторів. Проведена апробація моделі на реальних ринкових даних підтвердила її високу ефективність та практичну доцільність у підвищенні фінансової безпеки підприємства.

Загалом, результати дисертаційного дослідження свідчать про те, що інтеграція сучасних технологій, таких як штучний інтелект та алгоритмічна торгівля, у процес ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства є не лише доцільною, але й необхідною в умовах цифрової трансформації економіки. Розроблені моделі та методики дозволяють підприємствам більш точно прогнозувати фінансові ризики, оперативно реагувати на зміни ринкових умов та приймати обґрунтовані інвестиційні рішення. Це сприяє підвищенню стійкості підприємств до негативних зовнішніх впливів та забезпечує їхню фінансову стабільність у довгостроковій перспективі.

Практична значущість роботи полягає в можливості застосування розроблених методик для створення систем моніторингу фінансової безпеки підприємств, розробки ефективних стратегій управління фінансовими ризиками та оптимізації інвестиційних портфелів. Отримані результати можуть бути використані як у великому бізнесі, так і в малих та середніх підприємствах, що прагнуть підвищити свою конкурентоспроможність та адаптивність до сучасних викликів. Практична значущість запропонованих методик підтверджена через впровадження в діяльність ТОВ «АТТІ ДІ ГАРА» (довідка

№ 154 від 14.10.2024 р.) та ТОВ «ХАРКІВ ЕКОРЕСУРС» (довідка №17/2024 від 14.10.2024 р.).

Перспективні напрями подальших досліджень включають:

1. Розширення моделей прогнозування шляхом включення макроекономічних індикаторів, регулятивних змін, аналізу настроїв у соціальних медіа та інших зовнішніх факторів, що можуть впливати на фінансову безпеку підприємств.

2. Дослідження можливостей застосування гібридних моделей, що поєднують різні типи нейронних мереж, зокрема згорткові та рекурентні, для підвищення точності та стійкості прогнозування.

3. Використання розподілених обчислень, хмарних технологій та інших інноваційних рішень для зменшення ресурсоемності моделей та підвищення їхньої ефективності.

4. Розробку методів для підвищення адаптивності моделей до різких змін ринкових умов, запобігання перенаванчання та забезпечення стійкості моделей у довгостроковій перспективі.

5. Розробку практичних інструментів та програмного забезпечення для інтеграції розроблених методик у системи управління підприємств, що сприятиме підвищенню рівня фінансової безпеки на практиці.

Урахування цих напрямів досліджень сприятиме подальшому розвитку теорії та практики РОУ ФБП, забезпечить підприємствам інструменти для ефективного управління в умовах постійних змін та підвищеної невизначеності на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abdullah A. Risk sharing, transfer and management. *Islam and Civilisational Renewal (ICR)*. 2013. Vol. 4(2). P. 279–294. DOI: <https://doi.org/10.12816/0009744>
2. About Crypto wallets. URL: <https://www.liga.net/crypto/ua/wallets>
3. Abreu M., Mendes V. Financial literacy and portfolio diversification. *Quantitative finance*. 2010. Vol. 10(5). P. 515–528. DOI: <https://doi.org/10.1080/14697680902878105>
4. Achkasova S. A. Implementation the fuzzy modeling technology by means of fuzzyTECH into the process of management the riskiness of business entities activity. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 5(107). P. 39–54. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209836>
5. Adams R., Almeida H., Ferreira D. Powerful CEOs and their impact on corporate performance. *Review of Financial Studies*. 2005. Vol. 18(4). P. 1403–1432. DOI: <https://doi.org/10.1093/rfs/hhi030>
6. Ahmed S., Alshater M., El Ammari A., Hammami H. Artificial intelligence and machine learning in finance: A bibliometric review. *Research in International Business and Finance*. 2022. Vol. 61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2022.101646>
7. Aldridge I., Avellaneda M. Neural networks in finance: Design and performance. *The Journal of Financial Data Science*. 2019. Vol. 1(4). P. 39–62. DOI: <https://doi.org/10.3905/jfds.2019.1.4.039>
8. Alexander C. Market risk analysis, quantitative methods in finance. *John Wiley & Sons*. 2008. URL: <https://thuvienso.hoasen.edu.vn/bitstream/handle/123456789/1320/Contents.pdf>
9. Almeida H., Campello M. Financial constraints, asset tangibility, and corporate investment. *The Review of Financial Studies*. 2007. Vol. 20(5). P. 1429–1460. DOI: <https://doi.org/10.1093/rfs/hhm019>

10. Alotaibi S. Ensemble Technique With Optimal Feature Selection for Saudi Stock Market Prediction: A Novel Hybrid Red Deer-Grey Algorithm. *IEEE Access*. 2021. Vol. 9. P. 64929–64944. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3073507>
11. Al-Shabandar R., Lightbody G., Browne F., Liu J., Wang H., Zheng H. The application of artificial intelligence in financial compliance management. *Proceedings of the 2019 International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacturing*. 2019. P. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1145/3358331.3358339>
12. Altman E. Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The journal of finance*. 1968. Vol. 23(4). P. 589–609. DOI: <https://doi.org/10.2307/2978933>
13. Altman E., Haldeman R., Narayanan P. ZETATM analysis A new model to identify bankruptcy risk of corporations. *Journal of banking finance*. 1977. Vol. 1(1). P. 29–54. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(77\)90017-6](https://doi.org/10.1016/0378-4266(77)90017-6)
14. Altman E., Iwanicz-Drozdowska M., Laitinen E., Suvas A. Distressed firm and bankruptcy prediction in an international context: A review and empirical analysis of Altman's Z-score model. *SSRN*. 2014. No. 2536340. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2536340>
15. Ankirchner S., Kratz P., Kruse T. Hedging Forward Positions: Basis Risk Versus Liquidity Costs. *SIAM Journal on Financial Mathematics*. 2013. Vol. 4(1). P. 668–696. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2100768>
16. Anna N. Enterprise financial management quality control. *2008 International Conference on Management Science and Engineering 15th Annual Conference Proceedings*. 2008. P. 1101–1104. <https://doi.org/10.1109/ICMSE.2008.4669048>
17. Arasu B., Kanniah D., Shabbir M. Selection of Variables in Data Envelopment Analysis for Evaluation of Stock Performance. *Management and Labour Studies*. Vol. 46. No. 3. P. 337–353. DOI: <https://doi.org/10.1177/0258042X211002511>

18. Arenas-Falótico A., Scudiero E. Futures contracts as a means of hedging market risks. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*. 2023. Vol. 11. No 3. P. 42–51. DOI: <https://doi.org/10.15649/2346030x.3185>
19. Arora S., Cason T. Why do firms volunteer to exceed environmental regulations? Understanding participation in EPA's 33/50 program. *Land Economics*. 1996. Vol. 72. No. 4. P. 413–432. DOI: <https://doi.org/10.2307/3146906>
20. Arroyo J., Espínola R., Maté C. Different approaches to forecast interval time series: a comparison in finance. *Computational Economics*. 2011. Vol. 37. P. 169-191. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10614-010-9230-2>
21. Atiya A. Bankruptcy Prediction for Credit Risk Using Neural Networks: A Survey and New Results. *IEEE transactions on neural networks*. 2001. Vol. 12. No. 4. P. 929–935. DOI: <https://doi.org/10.1109/72.935101>
22. Aven T. Foundations of risk analysis. *John Wiley & Sons*. 2012. URL: <https://www.wiley.com/en-br/Foundations+of+Risk+Analysis%2C+2nd+Edition-p-9781119966975>
23. Bahrammirzaee A. A comparative survey of artificial intelligence applications in finance: artificial neural networks, expert system and hybrid intelligent systems. *Neural Computing and Applications*. 2010. Vol. 19. No. 8. P. 1165–1195. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00521-010-0362-z>
24. Baldauf M., Mollner J. High-Frequency Trading and Market Performance. *Journal of Finance*. 2020. Vol. 75. No. 3. P. 1495–1526. <https://doi.org/10.1111/JOFI.12882>
25. Ball R., Shivakumar L. Earnings quality in UK private firms: comparative loss recognition timeliness. *Journal of Accounting and Economics*. 2005. Vol. 39. No. 1. P. 83–128. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2004.04.001>
26. Bankruptcy risks assessment form. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11457339>
27. Barboza F., Kimura H., Altman E. (2017). Machine learning models and bankruptcy prediction. *Expert Systems with Applications*. Vol. 83. P. 405–417. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.04.006>

28. Bărbuță-Mișu N., Madaleno M. Assessment of Bankruptcy Risk of Large Companies: European Countries Evolution Analysis. *Journal of risk and financial management*. 2020. Vol. 13. No. 3. P. 58. DOI: <https://doi.org/10.3390/jrfm13030058>
29. Barclay M., Smith C. The maturity structure of corporate debt. *The Journal of Finance*. 1995. Vol. 50. No. 2. P. 609–631. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1995.tb04797.x>
30. Bareša S., Bogdan S., Ivanović Z. Strategy Of Stock Valuation By Fundamental Analysis. *UTMS Journal of Economics*. 2013. Vol. 4. No. 1. P. 45–51. URL: <https://hdl.handle.net/10419/105304>
31. Barnard I. Asset Management — An Insurance Perspective. *Engineering Asset Management: Proceedings of the 1 st World Congress on Engineering Asset Management (WCEAM) 11–14 July 2006*. 2006. P. 44–53. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-84628-814-2_3
32. Barnett M., Jermier J., Lafferty B. Corporate reputation: The definitional landscape. *Corporate reputation review*. 2006. Vol.9. P. 26–38. DOI: <https://doi.org/10.1057/palgrave.crr.1550012>
33. Barth M., Beaver W., Landsman W. The relevance of the value relevance literature for financial accounting standard setting: another view. *Journal of Accounting and Economics*. 2001. Vol. 31. No. 1. P. 77–104. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0165-4101\(01\)00019-2](https://doi.org/10.1016/S0165-4101(01)00019-2)
34. Beaumont P. Digital finance: Big data, start-ups, and the future of financial services. *Routledge*. 2019. URL: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780429053047/digital-finance-perry-beaumont>
35. Becerra V., Galvão R., Abou-Seada M. Neural and wavelet network models for financial distress classification. *Data Mining and Knowledge Discovery*. 2005. Vol. 11. P. 35–55. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10618-005-1360-0>

36. Begenau J., Farboodi M., Veldkamp L. Big data in finance and the growth of large firms. *Journal of Monetary Economics*. 2018. Vol. 97. P. 71–87. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2018.05.013>
37. Benaroch M., Jeffery M., Kauffman R., Shah S. Option-Based Risk Management: A Field Study of Sequential Information Technology Investment Decisions. *Journal of Management Information Systems*. 2007. Vol. 24. P. 103–140. DOI: <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240205>
38. Benhamou E., Guez B. Computation of the marginal contribution of Sharpe ratio and other performance ratios. *SSRN Electronic Journal*. 2021. DOI: <https://doi.org/10.2139/SSRN.3824133>.
39. Bennur G. A Study on Performance Evaluation of Balanced Investment Schemes Offered by Selected Asset Management Companies. *Interantional journal of scientific research in engineering and management*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.55041/ijsrem25617>
40. Berg D. Bankruptcy prediction by generalized additive models. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*. 2007. Vol. 23. No. 2. P. 129-143. DOI: <https://doi.org/10.1002/asmb.658>
41. Berger A., Udell G. The economics of small business finance: The roles of private equity and debt markets in the financial growth cycle. *Journal of Banking & Finance*. 1998. Vol. 22. No. 6. P. 613-673. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(98\)00038-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(98)00038-7)
42. Bertrand M., Schoar A. Managing with style: The effect of managers on firm policies. *The Quarterly Journal of Economics*. 2003. Vol. 118. No. 4. P. 1169-1208. DOI: <https://doi.org/10.1162/003355303322552775>
43. Bessembinder H. Forward Contracts and Firm Value: Investment Incentive and Contracting Effects. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. Vol. 26. No. 4. P. 519-532. DOI: <https://doi.org/10.2307/2331409>
44. Bhagat S., Bizjak J., Coles J. The shareholder wealth implications of corporate lawsuits. *Financial Management*. 1998. Vol. 27. No. 4. P. 5-27. DOI: <https://doi.org/10.2307/3666410>

45. Bicksler J., Chen A. An Economic Analysis of Interest Rate Swaps. *Journal of Finance*. 1986. Vol. 41. P. 645-655. DOI: <https://doi.org/10.1111/J.1540-6261.1986.TB04527.X>
46. Biddle G., Hilary G., Verdi R. How does financial reporting quality relate to investment efficiency? *Journal of Accounting and Economics*. 2009. Vol. 48. No. 2. P. 112-131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2009.09.001>
47. Binance API documentation. URL: <https://www.binance.com/en/binance-api>
48. Blakyta G., Ganushchak T. Enterprise financial security as a component of the economic security of the state. *Investment Management and Financial Innovations*. 2018. Vol. 15. No. 2. P. 248–256. DOI: [https://doi.org/10.21511/imfi.15\(2\).2018.22](https://doi.org/10.21511/imfi.15(2).2018.22)
49. Blázquez M., Cruz C., Román C. Pairs trading techniques: An empirical contrast. *European Research on Management and Business Economics*. 2018. Vol. 24. P. 160-167. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.IEDEEN.2018.05.002>.
50. Boehmer E., Fong K., Wu J. Algorithmic Trading and Market Quality: International Evidence. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 2020. Vol. 56. No. 8. P. 2659-2688. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022109020000782>
51. Bolton J., Boetticher S. Momentum Trading on the Johannesburg Stock Exchange after the Global Financial Crisis. *Procedia. Economics and finance*. 2015. Vol. 24. P. 83-92. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00619-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00619-X)
52. Borri N., Shakhnov K. Regulation Spillovers Across Cryptocurrency Markets. *Regulation of Financial Institutions eJournal*. 2019. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3343696>.
53. Bouri E., Galariotis E., Mougoue M. The Dynamic Relationships between Bitcoin, Gold, and Major Currencies. *Emerging Markets Finance and Trade*. 2017. Vol. 53. No. 11. P. 2366-2383. DOI: <https://doi.org/10.1080/1540496X.2017.1357689>

54. Bracke P., Datta A., Jung C., Sen S. Machine learning explainability in finance: an application to default risk analysis. *Bank of England Working Paper*. 2019. No. 816. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3435104>
55. Bradley M., Jarrell G., Kim E. On the existence of an optimal capital structure: theory and evidence. *Journal of Finance*. 1984. Vol. 39. P. 857-878. DOI: <https://doi.org/10.1111/J.1540-6261.1984.TB03680.X>
56. Brown D., Jennings R. On Technical Analysis. *Review of Financial Studies*. 1989. Vol. 2. No. 4. P. 527-551. DOI: <https://doi.org/10.1093/RFS/2.4.527>
57. Buhai V., Gorbynova A. Budgeting as a basic financial planning. *Bulletin of Zaporizhzhia National University. Economic sciences*. 2020. Vol. 4. No. 48. P. 15-19. DOI: <https://doi.org/10.26661/2414-0287-2020-4-48-02>
58. Buhl H., Strauß S., Wiesent J. The impact of commodity price risk management on the profits of a company. *Resources Policy*. 2011. Vol. 36. No. 4. P. 346-353. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2011.07.003>
59. Bushman R., Smith A. Financial accounting information and corporate governance. *Journal of Accounting and Economics*. 2001. Vol. 32. No. 1. P. 237-333. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0165-4101\(01\)00027-1](https://doi.org/10.1016/S0165-4101(01)00027-1)
60. Buterin V. A next-generation smart contract and decentralized application platform. Ethereum. URL: <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper>
61. Butler K., Domian D. Risk, diversification, and the investment horizon. *The Journal of Portfolio Management*. 1991. Vol. 17. No. 3. P. 41 - 47. DOI: <https://doi.org/10.3905/jpm.1991.409334>
62. Cannon J., Perreault W. Buyer-seller relationships in business markets. *Journal of Marketing Research*. 1999. Vol. 36. No. 4. P. 439-460. DOI: <https://doi.org/10.1177/002224379903600404>
63. Casey E., O'Toole C. Bank lending constraints, trade credit and alternative financing during the financial crisis: Evidence from European SMEs. *Journal of Corporate Finance*. 2014. Vol. 27. P. 173-193. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2014.05.001>

64. Cen X. Prediction on the Price of Technology Stock and COVID-19 Based on Multiple Linear Regression. *BCP Business & Management*. 2022. Vol. 23. P. 910-915. DOI: <https://doi.org/10.54691/bcpbm.v23i.1472>
65. Chaboud A., Chiquoine B., Hjalmarsson E., Vega C. Rise of the machines: Algorithmic trading in the foreign exchange market. *The Journal of Finance*. 2014. Vol. 69. No. 5 P. 2045-2084. DOI: <https://doi.org/10.1111/jofi.12186>
66. Chang V., Li T., Zeng Z. Towards an improved Adaboost algorithmic method for computational financial analysis. *Journal of Parallel and Distributed Computing*. 2019. Vol. 134. P. 219-232. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JPDC.2019.07.014>
67. Chavarnakul T., Enke D. Intelligent technical analysis based equivolume charting for stock trading using neural networks. *Expert Systems with Applications*. Vol. 34. No. 2. P. 1004-1017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.10.028>.
68. Chen C., Zhao L., Bian J., Xing C., Liu T. Investment Behaviors Can Tell what inside: Exploring Stock Intrinsic Properties for Stock Trend Prediction. *KDD '19: Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining*. 2019. P. 2376–2384. DOI: <https://doi.org/10.1145/3292500.3330663>
69. Chernenko S., Faulkender M. The Two Sides of Derivatives Usage: Hedging and Speculating with Interest Rate Swaps. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 2011. Vol. 46. No. 2. P. 1727-1754. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022109011000391>
70. Choi D. Cases For Asset Allocation. *Journal of Business & Economics Research*. 2011. Vol. 4. DOI: <https://doi.org/10.19030/JBER.V4I9.2692>
71. Choi J., Ju M., Trigeorgis L., Zhang X. Outsourcing flexibility under financial constraints. *Journal of Corporate Finance*. 2021. Vol. 67. No. 101890. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JCORPFIN.2021.101890>
72. Christiano L., Eichenbaum M., Trabandt M. Understanding the great recession. *American Economic Journal: Macroeconomics*. 2015. Vol. 7. No. 1. P. 110-167. DOI: <https://doi.org/10.1257/mac.20140104>

73. Cockcroft S., Russell M. Big data opportunities for accounting and finance practice and research. *Australian Accounting Review*. 2018. Vol. 28. No. 3. P. 323-333. DOI: <https://doi.org/10.1111/auar.12218>
74. Cohen G., Qadan M. The Complexity of Cryptocurrencies Algorithmic Trading. *Mathematics*. 2022. Vol. 10. No. 12. DOI: <https://doi.org/10.3390/math10122037>
75. Coinmarketcap: cryptocurrencies statistics. URL: <https://coinmarketcap.com>
76. Consigli G., Tria M., Gaffo M., Iaquinta G., Moriggia V., Uristani A. Dynamic Portfolio Management for Property and Casualty Insurance. *Operations Research and Management Science*. 2011. Vol. 163. P. 99-124. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9586-5_5
77. Cooper R., Davis M., Vliet, B. The Mysterious Ethics of High-Frequency Trading. *Business Ethics Quarterly*. 2016. Vol. 26. P. 1-22. <https://doi.org/10.1017/BEQ.2015.41>.
78. Corbett C., Montes-Sancho M., Kirsch D. The financial impact of ISO 9000 certification in the United States: An empirical analysis. *Management Science*. Vol. 51. No. 7. P. 1046-1059. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.1040.0358>
79. Cornelli F., Kominek Z., Ljungqvist A. Monitoring managers: Does it matter? *The Journal of Finance*. 2013. Vol. 68. No. 2. P. 431-481. DOI: <https://doi.org/10.1111/jofi.12004>
80. Coronado S., Martínez J., Romero-Meza R. Time-varying multivariate causality among infectious disease pandemic and emerging financial markets: the case of the Latin American stock and exchange markets. *Applied Economics*. 2021. Vol. 54. P. 3924 - 3932. DOI: <https://doi.org/10.1080/00036846.2021.2018127>
81. COSO:2012. Internal Control-Integrated Framework. URL: https://ce.jalisco.gob.mx/sites/ce.jalisco.gob.mx/files/coso_mejoras_al_control_interno.pdf

82. Danik N., Boyko O. Optimization of capital structure as an effective tool of maximization of market value of the enterprise. *Market Infrastructure*. 2021. Vol. 1. P. 177-179. DOI: <https://doi.org/10.32843/infrastruct60-31>
83. Dechow P., Ge W., Schrand C. Understanding earnings quality: A review of the proxies, their determinants and their consequences. *Journal of Accounting and Economics*. 2010. Vol. 50. No. 2. P. 344-401. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2010.09.001>
84. Deif A. A system model for green manufacturing. *Journal of Cleaner Production*. 2011. Vol. 19. No. 14. P. 1553-1559. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.05.022>
85. Deng Y., Bao F., Kong Y., Ren Z., Dai Q. Deep Direct Reinforcement Learning for Financial Signal Representation and Trading. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. 2016. Vol. 28. No. 3. P. 653–664. DOI: <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2016.2522401>
86. Desai M. Corporate tax avoidance and firm value. *The Review of Economics and Statistics*. 2009. Vol. 91. No. 3. P. 537-546. DOI: <https://doi.org/10.1162/rest.91.3.537>
87. Dewhurst J., Burns P. Financial Planning and Budgeting. *Macmillan Small Business Series*. 1989. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-349-19657-9_13
88. Dhaliwal D., Li O., Tsang A., Yang Y. Voluntary nonfinancial disclosure and the cost of equity capital: The initiation of corporate social responsibility reporting. *The Accounting Review*. 2011. Vol. 86. No. 1. P. 59-100. DOI: <https://doi.org/10.2308/accr.00000005>
89. Dhar V., Sun C., Batra P. Transforming finance into vision: concurrent financial time series as convolutional nets. *Big Data*. 2019. Vol. 7. No. 4. P. 276-285. DOI: <https://doi.org/10.1089/big.2019.0139>
90. Didukh O., Partyn H., Zaderetska R. Management of outsourcing risks in the process of enterprise financial activity. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2017. Vol. 2. No. 23. P. 118-125. DOI: <https://doi.org/10.18371/FCAPTP.V2I23.121441>

91. Donelson D., Ege M., McInnis J. Internal control weaknesses and financial reporting litigation. *The Accounting Review*. 2017. Vol. 92. No. 4. P. 195-233. DOI: <https://doi.org/10.2308/ajpt-51608>
92. Dongrey S. Study of Market Indicators used for Technical Analysis. *International Journal of Engineering and Management Research*. 2022. Vol. 2. No. 2. P. 64-83. DOI: <https://doi.org/10.31033/ijemr.12.2.11>.
93. Dubey R., Babu A., Jha R. Algorithmic Trading Efficiency and its Impact on Market-Quality. *Asia-Pacific Financial Markets*. 2022. Vol. 29. No. 8. P. 381-409. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10690-021-09353-5>
94. Durand D. Risk elements in consumer instalment financing. National bureau of economic research. *Nber Books*. 1941. URL: <https://ideas.repec.org/b/nbr/nberbk/dura41-1.html>
95. Dwitayanti Y., Juliadi E., Dewi A. Stock Fundamental Analysis and Investment Decision Making. *West Science Journal Economic and Entrepreneurship*. 2023. Vol. 1. No. 10. P. 465–471. DOI: <https://doi.org/10.58812/wsjee.v1i10.291>
96. Dyreng S., Hanlon M., Maydew E. The effects of executives on corporate tax avoidance. *The Accounting Review*. 2010. Vol. 85. No. 4. P. 1163-1189. DOI: <https://doi.org/10.2308/accr.2010.85.4.1163>
97. Eiamkanitchat N., Moontuy T., Ramingwong S. Fundamental analysis and technical analysis integrated system for stock filtration. *Cluster Computing*. 2017. Vol. 20. P. 883-894. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10586-016-0694-2>
98. Erickson T., Whited T. Measurement error and the relationship between investment and q. *Journal of Political Economy*. 2000. Vol. 108. No. 5. P. 1027-1057. DOI: <https://doi.org/10.1086/317670>
99. Fabozzi F., Drake P. Corporate Strategy and Financial Planning. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470404324.HOF002057>
100. Fang B., Zhang P. Big data in finance. *Big data concepts, theories, and applications*. 2016. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-27763-9_11

101. Farmer J., Stewart I. Algorithmic Trading: An Overview and Evaluation of Its Impact on Financial Markets. *Journal of Trading*. 2016. Vol. 67. P. 5-33. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022109013000471>
102. Feldman K., Kingdon J. Neural networks and some applications to finance. *Applied Mathematical Finance*. 1995. Vol. 2. No. 1. P. 17-42. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504869500000002>
103. Field L., Lowry M., Shu S. Does disclosure deter or trigger litigation? *Journal of Accounting and Economics*. 2005. Vol. 39. No. 3. P. 487-507. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2005.04.004>
104. Finnveden G., Hauschild M., Ekvall T., Guinée J., Heijungs R., Hellweg S., Koehler A., Pennington D., Suh S. Recent developments in Life Cycle Assessment.. *Journal of environmental management*. 2009. Vol. 91. No. 1. P. 1-21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.06.018>
105. Flammer C. Does corporate social responsibility lead to superior financial performance? A regression discontinuity approach. *Management Science*. 2015. Vol. 61. No. 11. P. 2549-2568. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.2014.2038>
106. Fong W. Stochastic dominance and the omega ratio. *Finance Research Letters*. 2016. Vol. 17. P. 7-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FRL.2015.10.026>.
107. Forsman H. Innovation capacity and innovation development in small enterprises. A comparison between the manufacturing and service sectors. *Research Policy*. 2011. Vol. 40. No. 5. P. 739-750. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.02.003>
108. Francis J., LaFond R., Olsson P., Schipper K. The market pricing of accruals quality. *Journal of Accounting and Economics*. 2005. Vol. 39. No. 2. P. 295-327. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2004.06.003>
109. Fryxell G., Szeto, A. The influence of motivations for seeking ISO 14001 certification: An empirical study of ISO 14001 certified facilities in Hong Kong. *Journal of Environmental Management*. 2002. Vol. 65. No. 3. P. 223-238. DOI: <https://doi.org/10.1006/jema.2001.0538>

110. Gallemore J., Labro E. The importance of the internal information environment for tax avoidance. *Journal of Accounting and Economics*. 2015. Vol. 60. No. 1. P. 149-167. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2014.09.005>
111. García V., Marques A., Sánchez J. Exploring the synergetic effects of sample types on the performance of ensembles for credit risk and corporate bankruptcy prediction. *Information Fusion*. 2019. Vol. 47. P. 88-101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2018.07.004>
112. Garmendia J. The Impact of Corporate Culture on Company Performance. *Current Sociology*. 2004. Vol. 52. No. 6. P. 1021-1038. DOI: <https://doi.org/10.1177/0011392104046620>
113. Geng R., Bose I., Chen X. Prediction of financial distress: An empirical study of listed Chinese companies using data mining. *European Journal of Operational Research*. 2015. Vol. 241. No. 1. P. 236-247. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.08.016>
114. Geroski P., Machin S., Van Reenen J. The profitability of innovating firms. *The RAND Journal of Economics*. 1993. Vol. 24. No. 2. P. 198-211. DOI: <https://doi.org/10.2307/2555757>
115. Gers F., Schmidhuber J., Cummins F. Learning to Forget: Continual Prediction with LSTM. *Neural Computation*. 2000. Vol. 12. No. 10. P. 2451–2471. DOI: <https://doi.org/10.1162/089976600300015015>
116. Gibbons R., Waldman M. Task-specific human capital. *American Economic Review*. 2004. Vol. 94. No. 2. P. 203-207. DOI: <https://doi.org/10.1257/0002828041301579>
117. Glasser R. How to Prepare for the Hurricane Season and Avoid Being Underinsured for Business Interruption Coverage, and a Special Section on “What to Do If You Have Loss of Income from the BP Oil Spill”. *Environmental Claims Journal*. 2010. Vol. 22. P. 272-279. DOI: <https://doi.org/10.1080/10406026.2010.521481>

118. Glen J., Jorion P. Currency Hedging for International Portfolios. *Journal of Finance*. 1993. Vol. 48. P. 1865-1886. DOI: <https://doi.org/10.1111/J.1540-6261.1993.TB05131.X>
119. Godfrey P., Merrill C., Hansen J. The relationship between corporate social responsibility and shareholder value: An empirical test of the risk management hypothesis. *Strategic Management Journal*. 2009. Vol. 30. No. 4. P. 425-445. DOI: <https://doi.org/10.1002/smj.750>
120. Goh A. Back-propagation neural networks for modeling complex systems. *Artificial Intelligence in Engineering*. 1995. Vol. 9. No. 3. P. 143-151. DOI: [https://doi.org/10.1016/0954-1810\(94\)00011-S](https://doi.org/10.1016/0954-1810(94)00011-S)
121. Golden B., Keating K. Network techniques for solving asset diversification problems in finance. *Computers & Operations Research*. 1982. Vol. 9. No. 3. P. 173-195. DOI: [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(82\)90017-X](https://doi.org/10.1016/0305-0548(82)90017-X)
122. Golden W., Powell P. Information system flexibility and the cost efficiency of business processes. *Journal of Systems and Software*. 2010. Vol. 83. No. 5. P. 784-793. DOI: <http://dx.doi.org/10.17705/1jais.00084>
123. Goldstein I., Spatt C., Ye M. Big data in finance. *The Review of Financial Studies*. 2021. Vol. 34. No. 7. P. 3213-3225. DOI: <https://doi.org/10.1093/rfs/hhab038>
124. González-Díaz M., Solís-Rodríguez V. Why do entrepreneurs use franchising as a financial tool? An agency explanation. *Journal of Business Venturing*. 2012. Vol. 27. P. 325-341. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JBUSVENT.2011.03.001>
125. Gradojevic N., Tsiakas I. Volatility cascades in cryptocurrency trading. *Journal of Empirical Finance*. 2021. Vol. 62. P. 252-265. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JEMPFIN.2021.04.005>
126. Greig A. Fundamental analysis and subsequent stock returns. *Journal of Accounting and Economics*. 1992. Vol. 15. P. 413-442. DOI: [https://doi.org/10.1016/0165-4101\(92\)90026-X](https://doi.org/10.1016/0165-4101(92)90026-X)

127. Grundy T. Rethinking and reinventing Michael Porter's five forces model. *Strategic Change*. 2006. Vol. 15. P. 213-229. DOI: <https://doi.org/10.1002/JSC.764>
128. Guiso L., Sapienza P., Zingales L. The value of corporate culture. *Journal of Financial Economics*. 2015. Vol. 117. No. 1. P. 60-76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2014.05.010>
129. Gujrati S. Momentum oscillators - a tool to predict stock price behaviour. *Management Insight*. 2016. Vol. 12. DOI: <https://doi.org/10.21844/mijia.12.01.9>
130. Gunningham N., Kagan R., Thornton D. Social license and environmental protection: Why businesses go beyond compliance. *Law & Social Inquiry*. 2004. Vol. 29. No. 2. P. 307-341. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1747-4469.2004.tb00338.x>
131. Guo L., Shi F., Tu J. Textual analysis and machine learning: Crack unstructured data in finance and accounting. *The Journal of Finance and Data Science*. 2016. Vol. 2. No. 3. P. 153-170. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2017.02.001>
132. Gupta Y., Somers T. Business strategy, manufacturing flexibility, and organizational performance relationships: A path analysis approach. *Production and Operations Management*. 2012. Vol. 5. No. 3. P. 204-233. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.1996.tb00395.x>
133. Gurrib I., Kamalov F., Elshareif E. Can the leading us energy stock prices be predicted using the ichimoku cloud? *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2020. Vol. 11. P. 41-51. DOI: <https://doi.org/10.32479/ijeep.10260>
134. Hafner C. Durations, volume and the prediction of financial returns in transaction time. *Quantitative Finance*. 2005. Vol. 5. P. 145-152. DOI: <https://doi.org/10.1080/14697680500040033>.

135. Hakkarainen A., Kasanen E., Puttonen V. Interest Rate Risk Management in Major Finnish Firms. *European Financial Management*. 2002. Vol. 3. P. 255-268. DOI: <https://doi.org/10.1111/1468-036X.00043>
136. Halik J. The Application of PEST Analysis Based on EBRD and IBRD Methodology. *Central European Business review*. 2012. Vol. 1. P. 14-21. DOI: <https://doi.org/10.18267/j.cebr.26>
137. Hall B., Lotti F., Mairesse J. Evidence on the impact of R&D and ICT investments on innovation and performance in Italian firms. *Economics of Innovation and New Technology*. 2013. Vol. 22. No. 3. P. 300-328. DOI: <https://doi.org/10.1080/10438599.2012.708134>
138. Hall G., Hutchinson P., Michaelas N. Determinants of the capital structures of European SMEs. *Journal of Business Finance & Accounting*. 2004. Vol. 31. No. 5. P. 711-728. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0306-686X.2004.00554.x>
139. Hambrick D., Mason P. Upper echelons: The organization as a reflection of its top managers. *Academy of Management Review*. 1984. Vol. 9. No. 2. P. 193-206. DOI: <https://doi.org/10.5465/amr.1984.4277628>
140. Han Y., Liu Y., Zhou G., Zhu Y. Technical Analysis in the Stock Market: A Review. *Capital Markets: Market Efficiency eJournal*. 2021. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3850494>
141. Hanlon M., Slemrod J. What does tax aggressiveness signal? Evidence from stock price reactions to news about tax shelter involvement. *Journal of Public Economics*. 2009. Vol. 93. No. 1. P. 126-141. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2008.09.004>
142. Harvey C., Liu Y. Evaluating Trading Strategies. *The Journal of Portfolio Management*. 2014. Vol. 40. No. 5. P. 108-118. DOI: <https://doi.org/10.3905/jpm.2014.40.5.108>.
143. Hasan M., Popp J., Oláh J. Current landscape and influence of big data on finance. *Journal of Big Data*. 2020. Vol. 7. No. 1. P. 1-17. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40537-020-00291-z>

144. Healy P., Palepu K. Information asymmetry, corporate disclosure, and the capital markets: A review of the empirical disclosure literature. *Journal of Accounting and Economics*. 2001. Vol. 31. No. 1. P. 405-440. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0165-4101\(01\)00018-0](https://doi.org/10.1016/S0165-4101(01)00018-0)
145. Hęćka-Sadowska A., Łyskawa K. Operational Cyber Risk in the differing business model of Insurance Companies: the example of Poland. *Wiadomości Ubezpieczeniowe*. 2022. <https://doi.org/10.33995/wu2023.2.3>
146. Hendershott T., Jones C., Menkveld A. Does algorithmic trading improve liquidity? *The Journal of finance*. 2011. Vol. 66. No. 1. P. 1-33. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2010.01624.x>
147. Hendershott T., Jones C., Menkveld A. The Impact of Algorithmic Trading on Market Quality. *Journal of Financial Economics*. 2011. Vol. 66. P. 1-33. URL: <https://ssrn.com/abstract=1100635>
148. Hlibko S. V., Tyshchenko V. F., Kanyhin S. M., Vnukova N. M., Davydenko D. O. The use of infocommunication components of mechanical trading systems to manage the financial security of business entities. *2022 IEEE 9th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*. Kharkiv. 10-12 October 2022. P. 602-606. DOI: <https://doi.org/10.1109/PICST57299.2022.10238562>
149. Hryhorash O., Shevchenko V., Romanovskyi A., Polosin A. Organizational and economic support of the budget planning of the financial potential of the enterprise. *Actual Problems of Economics*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2023-1-265-122-130>
150. Hrynyuk N., Dokiienko L., Levchenko V., Trynchuk V. Capital structure as a criterion of efficient management of the corporation's financial recourses. *Financial and credit activity problems of theory and practice*. 2023. Vol. 2. No. 49. DOI: <https://doi.org/10.55643/fcaptp.2.49.2023.4006>
151. Hu Y. Bankruptcy prediction using ELECTRE-based single-layer perceptron. *Neurocomputing*. 2009 Vol. 72. No. 13. P. 3150-3157. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2009.03.002>

152. Huffman F. Practical ip and telecom for broadcast engineering and operations - Budgeting and Financial Planning. *Focal Press Media Technology Professional Series*. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-240-80589-4.50014-2>
153. Hult G., Hurley R., Knight G. Innovativeness: Its antecedents and impact on business performance. *Industrial Marketing Management*. 2004. Vol. 33. No. 5. P. 429-438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2003.08.015>
154. Hutton I., Peterson D., Smith A. The effect of securities litigation on external financing. *Journal of Corporate Finance*. 2014. Vol. 27. P. 231-250. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2014.05.007>
155. Iatridis G., Kesidou E. What drives substantive versus symbolic implementation of ISO 14001 in a time of economic crisis? Insights from Greek manufacturing companies. *Journal of Business Ethics*. 2018. Vol. 148. No. 4. P. 859-877. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10551-016-3019-8>
156. Ioannou I., Serafeim G. What drives corporate social performance? The role of nation-level institutions. *Journal of International Business Studies*. 2012. Vol. 43. No. 9. P. 834-864. DOI: <https://doi.org/10.1057/jibs.2012.26>
157. Islam M., Chakraborti J. Futures and forward contract as a route of hedging the risk. *Risk Governance and Control: Financial Markets & Institutions*. 2015. Vol. 5. P. 68-78. DOI: <https://doi.org/10.22495/RGCV5I4ART6>
158. ISO 31000:2018. Risk Management – Guidelines. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_31000_2018.pdf
159. Jaki A., Cwięk W. Bankruptcy Prediction Models Based on Value Measures. *Journal of Risk and Financial Management*. 2021. Vol. 14. No. 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/jrfm14010006>
160. Janowicz M., Orłowski A., Warzyński F. Optimization of investment management in Warsaw stock market. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*. 2014. Vol. 15. P. 143-156. DOI: <https://doi.org/10.2478/eam-2014-0023>
161. Jo H., Harjoto M. Corporate governance and firm value: The impact of corporate social responsibility. *Journal of Business Ethics*. 2011. Vol. 103. No. 3. P. 351-383. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10551-011-0869-y>

162. Jones S., Hensher D. Predicting firm financial distress: A mixed logit model. *The accounting review*. 2004. Vol. 79. No. 4. P. 1011-1038. DOI: <https://doi.org/10.2308/accr.2004.79.4.1011>
163. Kanyhin. S. Development of recurrent neural networks for price forecasting at cryptocurrency exchanges. 2023. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8193302>
164. Kaplan S., Klebanov M., Sorensen M. Which CEO characteristics and abilities matter? *The Journal of Finance*. 2012. Vol. 67. No. 3. P. 973-1007. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2012.01739.x>
165. Karpoff J., Lee D., Martin G. The consequences to managers for financial misrepresentation. *Journal of Financial Economics*. 2014. Vol. 113. No. 1. P. 61-82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2007.06.003>
166. Karpoff J., Lee D., Vondracik V. Defense procurement fraud, penalties, and contractor influence. *Journal of Political Economy*. 1999. Vol. 107. No. 4. P. 809-842. DOI: <https://doi.org/10.1086/250080>
167. Khan S., Saleem D. Nexus between Investor Sentiment and Equity Returns in Pakistan Stock Exchange. *Audit and Accounting Review*. 2023. Vol. 2. No. 2. DOI: <https://doi.org/10.32350/aar.22.02>
168. Khatua A. An Application of Moving Average Convergence and Divergence (MACD) Indicator on Selected Stocks Listed on National Stock Exchange (NSE). *Emerging Markets: Finance eJournal*. 2016. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2872665>
169. Kim M., Han I. The discovery of experts' decision rules from qualitative bankruptcy data using genetic algorithms. *Expert Systems with Applications*. 2003. Vol. 25. No. 4. P. 637-646. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0957-4174\(03\)00102-7](https://doi.org/10.1016/S0957-4174(03)00102-7)
170. Kim Y., Park M., Wier B. Is earnings quality associated with corporate social responsibility? *The Accounting Review*. 2012. Vol. 87. No. 3. P. 761-796. DOI: <https://doi.org/10.2308/accr-10209>
171. Kind C., Poonia M. Diversification Management of a Multi-Asset Portfolio. *Research Paper Series*. 2014. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2410153>

172. Kliestik T., Valaskova K., Lazaroiu G., Kováčová M., Vrbka J. Remaining Financially Healthy and Competitive: The Role of Financial Predictors. *Journal of Cryptology*. 2020. Vol. 12. P. 74-92. DOI: <https://doi.org/10.7441/joc.2020.01.05>
173. Koer B. Bollinger bands approach on boosting ABC algorithm and its variants. *Applied Soft Computing*. 2016. Vol. 49. P. 292-312. <https://doi.org/10.1016/J.ASOC.2016.08.023>.
174. Kordonis J., Symeonidis S., Arampatzis A. Stock price forecasting via sentiment analysis on Twitter. PCI '16: Proceedings of the 20th Pan-Hellenic Conference on Informatics. 2016. No. 36. P. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.1145/3003733.3003787>
175. Kukreja A. The Role of Corporate Governance in Mergers and Acquisitions. *International Journal of Legal Science and Innovation*. 2024. Vol. 6. No. 4. P. 4 -60. DOI: <https://doi.org/10.10000/IJLSI.112085>
176. Kumar P., Ravi V. Bankruptcy prediction in banks and firms via statistical and intelligent techniques – A review. *European journal of operational research*. 2007. Vol. 180. No. 1. P. 1-28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.08.043>
177. Laopodis N. Diversification and asset allocation. Understanding Investments. *Routledge*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781003027478-10>
178. Lauguico S., Ii R., Alejandrino J., Macasaet D., Tobias R., Bandala A., Dadios E. A Fuzzy Logic-Based Stock Market Trading Algorithm Using Bollinger Bands. *2019 IEEE 11th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management*. 2019. P. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.1109/HNICEM48295.2019.9072734>
179. Leal R., Mendes B. Maximum Drawdown. *The Journal of Alternative Investments*. 2005. Vol. 7. No. 4. P. 83-91. DOI: <https://doi.org/10.3905/jai.2005.491503>.

180. Lee J., Hwang S. Efficient Utilization Condition of MACD on Stock Market and Nontrend Status Detecting Indicator. *Indian journal of science and technology*. 2016. Vol. 9. DOI: <https://doi.org/10.17485/IJST/2016/V9I24/96033>
181. Lee R. Chaotic Type-2 Transient-Fuzzy Deep Neuro-Oscillatory Network (CT2TFDNN) for Worldwide Financial Prediction. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 2019. Vol. 28. No. 4. P. 731–745. <https://doi.org/10.1109/tfuzz.2019.2914642>
182. Lee S. Market structure and stability in cryptocurrency exchange markets. *Journal of Financial Stability*. 2017. Vol. 28. P. 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2017.08.002>
183. Leland H. Agency Costs, Risk Management, and Capital Structure. *Journal of Finance*. 1998. Vol. 53. P. 1213-1243. DOI: <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00051>
184. Li L. Effects of enterprise technology on supply chain collaboration: Analysis of China-linked supply chain. *Enterprise Information Systems*. 2012. Vol. 6. No. 3. P. 265-284. DOI: <https://doi.org/10.1080/17517575.2011.639904>
185. Li Q., Gu M., Liang Z. Optimal excess-of-loss reinsurance and investment policies under the CEV model. *Annals of Operations Research*. 2014. Vol. 223. P. 273 - 290. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10479-014-1596-4>
186. Li Z., Yang D., Zhao L., Bian J., Qin T., Liu T. Individualized Indicator for All: Stock-wise Technical Indicator Optimization with Stock Embedding. *Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining*. 2019. P. 894–902. DOI: <https://doi.org/10.1145/3292500.3330833>
187. Lin C., Tsai H., Wu Y., Kiang M. A fuzzy quantitative VRIO-based framework for evaluating organizational activities. *Management Decision*. 2012. Vol. 50. P. 1396-1411. DOI: <https://doi.org/10.1108/00251741211261999>
188. Lin T. A cross model study of corporate financial distress prediction in Taiwan: Multiple discriminant analysis, logit, probit and neural networks

models. *Neurocomputing*. 2009. Vol. 72. No. 16. P. 3507-3516. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2009.02.018>

189. Liu H., Ke W., Wei K., Hua Z. The impact of IT capabilities on firm performance: The mediating roles of absorptive capacity and supply chain agility. *Decision Support Systems*. 2016. Vol. 54. No. 3. P. 1452-1462. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.12.016>

190. Liu J., Serletis A. Volatility in the Cryptocurrency Market. *Open Economies Review*. 2019. Vol. 30. P. 779 - 811. <https://doi.org/10.1007/s11079-019-09547-5>

191. Lloyd S. Least squares quantization in PCM. *IEEE transactions on information theory*. 1982. Vol. 28. No. 2. P. 129-137. DOI: <https://doi.org/10.1109/TIT.1982.1056489>

192. Lo A., Mamaysky H., Wang J. Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference, and Empirical Implementation. *Journal of Finance*. 2000. Vol. 55. No. 4. DOI: <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00265>

193. Lohmann C., Möllenhoff S. Ohliger T. Nonlinear relationships in bankruptcy prediction and their effect on the profitability of bankruptcy prediction models. *Journal of business economics*. 2023. Vol. 93. P. 1661–1690. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11573-022-01130-8>

194. Luo Y. Contract, cooperation, and performance in international joint ventures. *Strategic Management Journal*. 2002. Vol. 23. No. 10. P. 903-919. DOI: <https://doi.org/10.1002/smj.261>

195. Lutey M., Rayome D. Ichimoku Cloud Forecasting Returns in the U.S. *Global business finance review*. 2022. Vol. 27. No 5. P. 17-25 DOI: <https://doi.org/10.17549/gbfr.2022.27.5.17>

196. Lyu X., Zhao J. Compressed sensing and its applications in risk assessment for internet supply chain finance under big data. *IEEE Access*. 2019. Vol. 7. P. 53182-53187. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2909801>

197. Ma J., Xu H. Empirical analysis and optimization of capital structure adjustment. *Journal of Industrial & Management Optimization*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3934/JIMO.2018191>
198. Maitah M., Procházka P., Cermak M., ŠrédI K. Commodity Channel Index: Evaluation of Trading Rule of Agricultural Commodities. *International Journal of Economics and Financial Issues*. 2016. Vol. 6. No. 1. P. 176-178. URL: <https://www.econjournals.com.tr/index.php/ijefi/article/view/1648>
199. Makadok R., Coff R. Both market and hierarchy: An incentive-system theory of hybrid governance forms. *Academy of Management Review*. 2009. Vol. 34. No. 2. P. 248-272. DOI: <https://doi.org/10.5465/amr.2009.36982628>
200. Marchi B., Zavanella L., Zanoni S. Joint economic lot size models with warehouse financing and financial contracts for hedging stocks under different coordination policies. *Journal of Business Economics*. 2020. Vol. 90. P. 1147-1169. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11573-020-00975-1>
201. Margolis J., Elfenbein H., Walsh J. Does it pay to be good...and does it matter? A meta-analysis of the relationship between corporate social and financial performance. *Journal of Business Ethics*. 2009. Vol. 91. No. 2. P. 353-368. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1866371>
202. Maseki F. Effects of hedging foreign exchange risk on financial performance. *European Scientific Journal*. 2017. Vol. 13. No. 10. P. 402-420. DOI: <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n10p402>
203. Mazzoni T. A First Course in Quantitative Finance. Forwards, Futures, and Options. *Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald*. 2018. P. 209-221. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781108303606.011>
204. Meland P., Tøndel I., Solhaug B. Mitigating Risk with Cyberinsurance. *IEEE Security & Privacy*. 2015. Vol. 13. P. 38-43. DOI: <https://doi.org/10.1109/MSP.2015.137>
205. Mellewigt T., Madhok A., Weibel A. Trust and formal contracts in interorganizational relationships - Substitutes and complements. *Managerial and*

- Decision Economics*. 2007. Vol. 28. No. 8. P. 833-847. DOI: <https://doi.org/10.1002/mde.1321>
206. Melnichuk N. Budget planning in financial management. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2015. Vol. 1. No. 2. P. 95-100. DOI: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2015-1-2-95-100>
207. Menkveld A. High Frequency Trading and the New-Market Makers. *Journal of Financial Markets*. 2013. Vol. 16. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.1722924>.
208. Mills L., Erickson M., Maydew E. Investments in tax planning. *Journal of the American Taxation Association*. 1998. Vol. 20. No. 1. P. 1-20. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1722924>
209. Min J., Lee Y. Bankruptcy prediction using support vector machine with optimal choice of kernel function parameters. *Expert systems with applications*. 2005. Vol. 28. No. 4. P. 603-614. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2004.12.008>
210. Mullick M. Optimal Capital Structure for Firm Performance: A Comprehensive Analysis. *Interantional Journal Of Scientific Research In Engineering And Management*. 2023. Vol. 7. No. 10. P. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.55041/ijrem26171>
211. Musso P., Schiavo S. The impact of financial constraints on firm survival and growth. *Journal of Evolutionary Economics*. 2008. Vol. 18. No. 2. P. 135-149. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00191-007-0087-z>
212. Nakamura M., Takahashi T., Vertinsky I. Why Japanese firms choose to certify: A study of managerial responses to environmental issues. *Journal of Environmental Economics and Management*. 2001. Vol. 42. No. 1. P. 23-52. DOI: <https://doi.org/10.1006/jeem.2000.1148>
213. Narayanan A., Bonneau J., Felten E., Miller A., Goldfeder S. Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction. *Princeton University Press*. 2016. URL: <https://ise.ncsu.edu/wp-content/uploads/sites/20/2019/04/document.pdf>

214. Naved M., Srivastava P. Profitability of Oscillators Used in Technical Analysis for Financial Market. *Advances in Economics and Business Management*. 2015. Vol. 2. No. 9. P. 925-932. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2699105>.
215. Neely C., Rapach D., Tu J., Zhou G. Forecasting the Equity Risk Premium: the Role of Technical Indicators. *Management Science*. 2014. Vol. 60. No. 7. P. 1772–1791. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.2013.1838>
216. Nevmyvaka Y., Kearns M., Papandreou M., Sycara K.. Electronic trading in order-driven markets: efficient execution. *Seventh IEEE International Conference on E-Commerce Technology*. 2005. P. 190-197. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICECT.2005.42>
217. Nielsen E. Impact on financial performance by physical asset management. *Asset Management Conference 2015*. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1049/CP.2015.1741>
218. Njegomir V., Rihter J. The Role and Importance of Insurance of Business and Supply Chain Interruptions. *Management: Journal for Theory and Practice Management*. 2015. Vol. 20. P. 53-60. DOI: <https://doi.org/10.7595/management.fon.2015.0025>
219. Nobanee H. A Bibliometric review of big data in finance. *Big Data*. 2021. Vol. 9. No. 2. P. 73-78. DOI: <https://doi.org/10.1089/big.2021.29044.edi>
220. Odom M., Sharda R. A neural network model for bankruptcy prediction. 1990 *IJCNN International Joint Conference on neural networks*. 1990. P. 163-168. DOI: <https://doi.org/10.1109/IJCNN.1990.137710>
221. O'Hara J. High frequency market microstructure. *Journal of Financial Economics*. 2015. Vol. 8. No.1. P. 47-73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2015.01.003>
222. Orlitzky M., Schmidt F., Rynes S. Corporate social and financial performance: A meta-analysis. *Organization Studies*. Vol. 24. No. 3. P. 403-441. DOI: <https://doi.org/10.1177/0170840603024003910>

223. Ortiz J. The global environment through the SLEPT framework. *International Journal of Business and Globalisation*. 2010. Vol. 5. No. 4. P. 475-492. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJBG.2010.035479>
224. Overesch M., Wamser G. Corporate tax planning and thin-capitalization rules: Evidence from a quasi-experiment. *Applied Economics*. 2010. Vol. 42. No. 5. P. 563-573. DOI: <https://doi.org/10.1080/00036840701704477>
225. Pan W. A new fruit fly optimization algorithm: taking the financial distress model as an example. *Knowledge-Based Systems*. 2012. Vol. 26. P. 69-74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2011.07.001>
226. Peng C., Fu W., Zhang X., Jiang H. The impact of subscribing to directors' and officers' liability insurance on corporate financialization: Evidence from China. *Frontiers in Psychology*. 2022. Vol. 13. P. 69-74. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.986135>
227. Peng D., Schroeder R., Shah R. Linking routines to operations capabilities: A new perspective. *Journal of Operations Management*. 2011. Vol. 29. No. 6. P. 486-502. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.11.001>
228. Penone C., Giampietri E., Trestini S. Hedging Effectiveness of Commodity Futures Contracts to Minimize Price Risk: Empirical Evidence from the Italian Field Crop Sector. *Risks*. 2021. Vol. 9. No. 12. P. 213-220. DOI: <https://doi.org/10.3390/risks9120213>
229. Phuong L. Investor Sentiment by Money Flow Index and Stock Return. *International Journal of Financial Research*. 2021. Vol. 12. No. 33. DOI: <https://doi.org/10.5430/IJFR.V12N4P33>
230. Poppo L., Zhou K. Managing contracts for fairness in buyer–supplier exchanges. *Strategic Management Journal*. 2014. Vol. 35. No. 10. P. 1508-1527. DOI: <https://doi.org/10.1002/smj.2175>
231. Porter M., Heppelmann J. How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*. 2014. V. 92. No. 11. P. 64-88. URL: <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>

232. Potoski M., Prakash A. Green clubs and voluntary governance: ISO 14001 and firms' regulatory compliance. *American Journal of Political Science*. 2005. Vol. 49. No. 2. P. 235-248. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0092-5853.2005.00120.x>
233. Prabhakaran K., Nagarajan S. A effectiveness of technical indicators - a study on cnx it indices. *Journal of management science*. 2012. Vol. 1. P. 81-90. DOI: <https://doi.org/10.26524/jms.2012.10>
234. Prasetijo A., Saputro T., Windasari I., Windarto Y. Buy/sell signal detection in stock trading with bollinger bands and parabolic SAR: With web application for proofing trading strategy. *2017 4th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*. 2017. P. 41-44. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICITACEE.2017.8257672>
235. Racz M., Kovacs G. Algorithmic Trading: A Survey. *Studies in Economics and Finance*. 2016. Vol. 33. No. 2. P. 166-186. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICITACEE.2017.8257672>
236. Radukić S., Radović M. Long Term Trend Analysis in the Capital Market – The Case of Serbia. *Journal of Central Banking Theory and Practice*. 2014. Vol. 3. No. 3. DOI: <https://doi.org/10.2478/jcbtp-2014-0013>
237. Rahul A. The 5 Classification Evaluation metrics every Data Scientist must know. *Towards Data Science* 17. 2019. URL: <https://towardsdatascience.com/the-5-classification-evaluation-metrics-you-must-know-aa97784ff226>
238. Rajan R., Servaes H., Zingales L. The cost of diversity: The diversification discount and inefficient investment. *The journal of Finance*. 2000. Vol. 55. No. 1. P. 35-80. DOI: <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00200>
239. Rajan R., Zingales L. What do we know about capital structure? Some evidence from international data. *Journal of Finance*. 1995. Vol. 50. No. 5. P. 1421-1460. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1995.tb05184.x>

240. Resta M., Pagnottoni P., De Giuli M. Technical Analysis on the Bitcoin Market: Trading Opportunities or Investors' Pitfall? *Risks*. 2020. Vol. 8. No. 2. P. 44-56. DOI: <https://doi.org/10.3390/risks8020044>
241. Reuer J., Arinõ A. Strategic alliance contracts: Dimensions and determinants of contractual complexity. *Strategic Management Journal*. 2007. Vol. 28. No. 3. P. 313-330. DOI: <https://doi.org/10.1002/smj.581>
242. Roberts P., Dowling G. Corporate reputation and sustained superior financial performance. *Strategic management journal*. 2002. Vol. 23. No. 12. P. 1077-1093. DOI: <https://doi.org/10.1002/smj.274>
243. Rogers J., Van Buskirk A. Shareholder litigation and changes in disclosure behavior. *Journal of Accounting and Economics*. 2009. Vol. 47. No. 1. 136-156. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2008.04.003>
244. Rosillo R., Fuente D., Brugos J. Technical analysis and the Spanish stock exchange: testing the RSI, MACD, momentum and stochastic rules using Spanish market companies. *Applied Economics*. 2013. Vol. 45. P. 1541-1550. DOI: <https://doi.org/10.1080/00036846.2011.631894>
245. Ryall M., Sampson R. Formal contracts in the presence of relational enforcement mechanisms: Evidence from technology development projects. *Management Science*. 2009. Vol. 55. No. 6. P. 906-925. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.1090.0995>
246. Saud A., Shakya S. Know Sure Thing based Machine Learning Strategy for Predicting Stock Trading Signals. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*. 2022. Vol. 15. No 2. DOI: <https://doi.org/10.22266/ijies2022.0430.46>
247. Seçme N., Bayrakdaroğlu A., Kahraman C. Fuzzy performance evaluation in Turkish banking sector using analytic hierarchy process and TOPSIS. *Expert systems with applications*. 2009. Vol. 36. No. 9. P. 11699-11709. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.03.013>
248. Servaes H. The value of diversification during the conglomerate merger wave. *Journal of Finance*. 1996. Vol. 51. No. 4. P. 1201-1225. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1996.tb04067.x>

249. Seshu V., Shanbhag H., Rao S., Venkatesh D., Agarwal P., Arya A. Performance Analysis of Bollinger Bands and Long Short-Term Memory(LSTM) models based Strategies on NIFTY50 Companies. *2022 12th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*. 2022. P. 184-190. DOI: <https://doi.org/10.1109/confluence52989.2022.9734127>
250. Sevım C., Oztekin A., Bali O., Gumus S., Guresen E. Developing an early warning system to predict currency crises. *European Journal of Operational Research*. 2014. Vol. 237. No. 3. P. 1095-1104. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.02.047>
251. Shah P. An Empirical Study on Options Trading Strategy Using ‘Commodity Channel Index’ For NSE’s Nifty Options in India. *Proceedings of 10th International Conference on Digital Strategies for Organizational Success*. 2019. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3323746>
252. Shailaja P. Optimization of Capital Structure for Increased Profitability. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. 2019. DOI: <https://doi.org/10.35940/ijeat.a1902.109119>
253. Shao Z. Research on the Interaction of Inflation, Stock Price and Development Trend of Trading Volume. *Proceedings of the 2018 5th International Conference on Education, Management, Arts, Economics and Social Science (ICEMAESS 2018)*. 2018. P. 713-718. DOI: <https://doi.org/10.2991/ICEMAESS-18.2018.143>
254. Sharpe W. Mutual fund performance. *The Journal of business*. 1966. Vol. 39. No. 1. P. 119-138. URL: <https://www.jstor.org/stable/2351741>
255. Shim J., Siegel J. Budgeting basics and beyond. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118387023>
256. Shin K., Lee Y. A genetic algorithm application in bankruptcy prediction modeling. *Expert systems with applications*. 2002. Vol. 23. No. 3. P. 321-328. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0957-4174\(02\)00051-9](https://doi.org/10.1016/S0957-4174(02)00051-9)

257. Shin S., Kim K., Seay M. Sources of information and portfolio allocation. *Journal of Economic Psychology*. 2020. Vol. 76. P. 102212-102235. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joep.2019.102212>
258. Short J., Toffel M. Making self-regulation more than merely symbolic: The critical role of the legal environment. *Administrative Science Quarterly*. 2010. Vol. 55. No. 3. P. 361-396. DOI: <https://doi.org/10.2189/asqu.2010.55.3.361>
259. Shukurov A., Niyazbayeva A., Baimukasheva Z., Balginova K., Kalaganova N. Main problems of optimizing the company's capital structure and global models. *Reports of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2020. Vol. 3. P. 244-252. DOI: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1483.79>
260. Shumway T. Forecasting bankruptcy more accurately: A simple hazard model. *The journal of business*. 2001. Vol. 74. No. 1. P. 101-124. DOI: <https://doi.org/10.1086/209665>
261. Singh N., Som B., Komalavalli C., Goel H. A Meta-Analysis of the Application of Artificial Neural Networks in Accounting and Finance. *SCMS Journal of Indian Management*. 2021. Vol. 18. No. 1. URL: <https://www.scms.edu.in/uploads/journal/October-December-2020.pdf>
262. Singh R., Garg S., Deshmukh S. Strategy development by SMEs for competitiveness: A review. *Benchmarking: An International Journal*. 2008. Vol 15. No. 5. DOI: <https://doi.org/10.1108/14635770810903132>
263. Singh S., Chakraborty A. Stock Price Movement through Technical Analysis: Empirical Evidence from the Information Technology (IT) Sector. *IRA-International Journal of Management & Social Sciences*. 2016. Vol 3. No. 1. DOI: <https://doi.org/10.21013/JMSS.V3.N1.P13>
264. Song H., Li M., Yu K. Big data analytics in digital platforms: how do financial service providers customise supply chain finance? *International Journal of Operations & Production Management*. 2021. Vol. 41. No. 4. P. 410-435. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-07-2020-0485>

265. Sortino F., Price L. Performance measurement in a downside risk framework. *Journal of Investing*. 1994. Vol. 3. No. 3. P. 59–64. DOI: <https://doi.org/10.3905/joi.3.3.59>
266. Springate G. Predicting the possibility of failure in a Canadian firm: A discriminant analysis. *Doctoral dissertation at Simon Fraser University*. 1978. URL: https://books.google.com.ua/books/about/Predicting_the_Possibility_of_Failure_in.html?id=3Vq7PgAACAAJ&redir_esc=y
267. Spuchlakova E., Misankova M. Risk management of Credit Default Swap. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*. 2017. Vol. 3. No. 4. P. 229-234. DOI: <https://doi.org/10.18844/GJHSS.V3I4.1573>
268. Stankevičienė J., Prazdeckaitė G. Analysis of the accuracy of bankruptcy prediction models: the case of lithuanian companies. *Science and studies of accounting and finance: problems and perspectives*. 2021. Vol. 15. No. 1. P. 44-53. DOI: <https://doi.org/10.15544/ssaf.2021.05>
269. Sun H., Rabbani M., Sial M., Yu S., Filipe J., Cherian J. Identifying big data's opportunities, challenges, and implications in finance. *Mathematics*. 2020. Vol. 8. No. 10. P. 1738-1745. DOI: <https://doi.org/10.3390/math8101738>
270. Sun K., Park S., He Z. Effect of franchising on restaurant firms' risk evaluations in the bond market. *International Journal of Hospitality Management*. 2019. Vol. 83. P. 19-27. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.IJHM.2019.03.021>
271. Sun L., Shenoy P. Using Bayesian networks for bankruptcy prediction: Some methodological issues. *European Journal of Operational Research*. 2007. Vol. 180. No. 2. P. 738-753. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.04.019>
272. Tallaki M., Bracci E. Risk allocation, transfer and management in public-private partnership and private finance initiatives: a systematic literature review. *International Journal of Public Sector Management*. 2021. Vol. 34. No. 7. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPSM-06-2020-0161>
273. Tandon D., Agarwal S. Innovative Credit Default Management in the Banks Through Credit Default Swaps: An Analysis of Credit Derivatives. *CGN: Risk Management*. 2010. DOI: <https://doi.org/10.2139/SSRN.1656792>

274. Teece D. Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*. 2010. Vol. 43. No. 2. P. 172-194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>
275. Thanekar G., Shaikh Z. Hedging The Portfolio Using Options Strategies. *2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*. 2021. Vol. 1. P. 586-591. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICACCS51430.2021.9441986>
276. Tilbe A. 10 of the Most Important Recurrent Neural Networks For AI. 2022. URL: <https://pub.towardsai.net/10-of-the-most-important-recurrent-neural-networks-for-ai-8de9989db315>
277. Tilehnouei M., Shivaraj B. A comparative study of two technical analysis tools: moving average convergence and divergence v/s relative strength index: a case study of HDFC Bank Ltd listed in National Stock Exchange of India (NSE). *International Journal of Management and Business Research*. 2013. Vol. 3. P. 191-197. DOI: <https://doi.org/10.3390/math8101738>
278. Titman S., Wessels R. The determinants of capital structure choice. *Journal of Finance*. 1988. Vol. 43. No. 1. P. 1-19. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1988.tb02585.x>
279. Tiwari A. Study of currency risk and the hedging strategies. *Journal of Advanced Studies In Finance (JASF)*. 2019. Vol. 10. P. 45-55. URL: <https://mp.ra.ub.uni-muenchen.de/93955>
280. Tiwari R., Srivastava S., Gera R. Investigation of artificial intelligence techniques in finance and marketing. *Procedia Computer Science*. 2020. Vol. 173. P. 149-157. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.06.019>
281. Toporowski J. Corporate limited liability and the financial liabilities of firms. *Cambridge Journal of Economics*. 2010. Vol. 34. P. 885-893. DOI: <https://doi.org/10.1093/CJE/BEP072>
282. Traczynski J. Firm default prediction: A Bayesian model-averaging approach. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 2017. Vol. 52. No. 3. P. 1211-1245. DOI: <https://doi.org/10.1017/S002210901700031X>

283. Tran D., Iosifidis A., Kannianen J., Gabbouj M. Temporal Attention-Augmented Bilinear Network for Financial Time-Series Data Analysis. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. 2019. Vol. 30. No. 5. P. 1407–1418. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2018.2869225>
284. Tyschenko V. F., Vnukova N. M., Ostapenko V. M., Kanyhin S. M. Neural Networks for Financial Stability of Economic System. *COLINS-2023: 7th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems*. CEUR Workshop Proceeding. 20-21 April 2023. P. 289-299. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3387/paper21.pdf>
285. Tyshchenko V. F., Achkasova S. A., Karpova V. V., Kanyhin S. M. Assesment the influence of debt capital on the bankruptcy of enterprises in the agricultural sector. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2023. Vol. 9. No. 2. P. 183–204. URL: <https://are-journal.com/are/article/view/667> DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.02.08>
286. Tyshchenko V. F., Achkasova S. A., Naidenko O. Y., Kanyhin S. M., Karpova V. V. Development of recurrent neural networks for price forecasting at cryptocurrency exchanges. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 5. No. 4 (125). P. 43–54. URL: <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/287094> DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.287094>
287. Van Banerveld M., Le-Khac N., Kechadi M. Performance evaluation of a natural language processing approach applied in white collar crime investigation. *In Future Data and Security Engineering: First International Conference, FDSE 2014*. 2014. P. 29-43. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-12778-1_3
288. Viciwati. Bankruptcy prediction analysis using the zmijewski model (xscore) and the Altman model (Z-score). *Dinasti International Journal of Economics, Finance and Accounting*. 2020. Vol. 1. No. 5. P. 794–806. DOI: <https://doi.org/10.38035/dijefa.v1i5.608>
289. Vu J. Do momentum strategies generate profits in emerging stock markets. *Problems and perspectives in management*. 2017. Vol. 10. No. 3. URL:

https://www.businessperspectives.org/images/pdf/applications/publishing/templates/article/assets/4772/PPM_2012_03_Vu.pdf

290. Wang H. Credit risk management of consumer finance based on big data. *Mobile Information Systems*. 2021. Vol. 1. P. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/8189255>

291. Wang J., Wang J., Fang W., Niu H. Financial Time Series Prediction Using Elman Recurrent Random Neural Networks. *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2016. Vol. 1. P. 4742515 DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/4742515>

292. Wang M., Chen H., Li H., Cai Z., Zhao X., Tong C., Xu X. Grey wolf optimization evolving kernel extreme learning machine: Application to bankruptcy prediction. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2017. Vol. 63. P. 54-68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2017.05.003>

293. Wathne K., Heide J. Opportunism in interfirm relationships: Forms, outcomes, and solutions. *Journal of Marketing*. 2000. Vol. 64. No. 4. P. 36-51. DOI: <https://doi.org/10.1509/jmkg.64.4.36.18070>

294. Wei B., Yue J., Rao Y., Boris P. A Deep Learning Framework for Financial Time Series Using Stacked Autoencoders and Long-Short Term Memory. *PLoS ONE*. 2017. Vol. 12. No. 7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180944>

295. Wen C., Yang J., Gan L., Pan Y. Big data driven Internet of Things for credit evaluation and early warning in finance. *Future Generation Computer Systems*. 2021. Vol. 124. P. 295-307. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2021.06.003>

296. Wilson R. L., Sharda R. Bankruptcy prediction using neural networks. *Decision support systems*. 1994. Vol. 11. No. 5. P. 545-557. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)90024-8](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)90024-8)

297. Windasari I., Prasetijo A., Pangabean R. Indonesia Stock Exchange Securities Buy/ Sell Signal Detection using Bollinger Bands and Williams Percent Range. *2018 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*. 2018. P. 633-636. DOI: <https://doi.org/10.1109/ISRITI.2018.8864452>

298. Windasari I., Prasetyo A., Pangabean, R. (2018). Indonesia Stock Exchange Securities Buy/ Sell Signal Detection using Bollinger Bands and Williams Percent Range. 2018 International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI), 633-636. <https://doi.org/10.1109/ISRITI.2018.8864452>
299. Wong W., Manzur M., Chew B. How rewarding is technical analysis? Evidence from Singapore stock market. *Applied Financial Economics*. 2003. Vol. 13. P. 543 - 551. DOI: <https://doi.org/10.1080/0960310022000020906>
300. Worldwide IDC Global DataSphere Forecast, 2022–2026: Enterprise Organizations Driving Most Data Growth. URL: <https://www.delltechnologies.com/asset/en-us/products/storage/industry-market/h19267-wp-idc-storage-reqs-digital-enterprise.pdf>
301. Yan H. Credit model of supply chain finance based on big data of E-commerce. In *2017 4th International Conference on Industrial Economics System and Industrial Security Engineering (IEIS)*. 2017. P. 1-4. DOI: <https://doi.org/10.1109/IEIS.2017.8078591>
302. Yermack D. Handbook of Digital Currency (Second Edition). Is Bitcoin a Real Currency? An Economic Appraisal. *Academic Press*. 2024. P. 29-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-98973-2.00014-9>
303. Yu W., Wong C., Chavez R., Jacobs M. Integrating big data analytics into supply chain finance: The roles of information processing and data-driven culture. *International Journal of Production Economics*. 2021. Vol. 236. P. 108135-108155. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108135>
304. Zeng S., Shi J., Lou G. A synergetic model for implementing an integrated management system: An empirical study in China. *Journal of Cleaner Production*. 2007. Vol. 15. No. 18. P. 1760-1767. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.03.007>
305. Zhang G., Hu M., Patuwo B., Indro D. Artificial neural networks in bankruptcy prediction: General framework and cross-validation analysis. *European*

journal of operational research. 1999. Vol.116. No. 1. P. 16-32. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00051-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00051-4)

306. Zhang M., Macpherson A., Jones O. Conceptualizing the learning process in SMEs: Improving innovation through external orientation. *International Small Business Journal*. 2016. Vol. 24. No. 3. P. 299-323. DOI: <https://doi.org/10.1177/0266242606063434>

307. Zhang N., Jin Z., Qian L., Wang R. Optimal quota-share reinsurance based on the mutual benefit of insurer and reinsurer. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 2018. Vol. 342. P. 337-351. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cam.2018.04.030>

308. Zhang P., Shi X., Khan S. QuantCloud: enabling big data complex event processing for quantitative finance through a data-driven execution. *IEEE Transactions on Big Data*. 2018. 5(4), 564-575. DOI: <https://doi.org/10.1109/TBDATA.2018.2847629>

309. Zhang S., Xiong W., Ni W., Li X. Value of big data to finance: observations on an internet credit Service Company in China. *Financial Innovation*. 2015. Vol. 1. No. 1. P. 1-18. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40854-015-0017-2>

310. Zhang X., Wang F. Signal processing for finance, economics, and marketing: concepts, framework, and big data applications. *IEEE Signal Processing Magazine*. 2017. Vol. 34. No. 3. P. 14-35. DOI: <https://doi.org/10.1109/MSP.2017.2663138>

311. Zhao X., Yeung K., Huang Q., Song X. Improving the predictability of business failure of supply chain finance clients by using external big dataset. *Industrial Management & Data Systems*. 2015. Vol. 115. No. 9. P. 1683-1703. DOI: <https://doi.org/10.1108/IMDS-04-2015-0161>

312. Zhong X., Zhou S. Risk analysis method of bank microfinance based on multiple genetic artificial neural networks. *Neural Computing and Applications*. 2020. Vol. 32. P. 5367-5377. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00521-019-04683-y>

313. Zhou Y., Li H. Asset diversification and systemic risk in the financial system. *Journal of Economic Interaction and Coordination*. 2019. Vol. 14. P. 247-272. DOI: <https://doi.org/10.1007/S11403-017-0205-4>

314. Zięba M., Tomczak S., Tomczak J. Ensemble boosted trees with synthetic features generation in application to bankruptcy prediction. *Expert systems with applications*. 2016. Vol. 58. P. 93-101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.04.001>

315. Азарова А. О., Рузакова О. В. Математичні моделі та методи оцінювання фінансового стану підприємства. *Вінницький національний технічний університет*. 2010. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/52160444.pdf>

316. Бібліографічна і реферативна база даних Scopus. URL: <https://www.scopus.com>

317. Бойко С. В., Теслюк Н. П., Левковець Н. П. Фінансова безпека АТП у контексті розвитку ринку вантажних перевезень в Україні. *Бізнес Інформ*. 2019. №12. С. 344-355. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-12-344-355>

318. Вахлакова В. В. Безпекозабезпечувальна діяльність підприємства: зміст, принципи та способи. *Бізнес Інформ*. 2020. №3. С. 200-207. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-3-200-207>

319. Внукова Н. М., Канигін С. М. Перспективи розвитку аудиту фінансового моніторингу за міжнародними стандартами для забезпечення стабільності діяльності підприємств Індустрії 4.0. *Перспективи розвитку обліку, аналізу та аудиту в контексті євроінтеграції*. Одеса. 20 травня 2022 р. С. 120-121. URL: https://www.apu.com.ua/wp-content/uploads/2019/12/Збірник-конференції_20.05.2022.pdf#page=121

320. Гайдуков М. О., Шуміло О. С. Визначення суті поняття фінансова безпека підприємства та загрози для неї. *Бізнес Інформ*. 2021. №3. С. 87-93. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-3-87-93>

321. Головач Т. В. Економічна безпека підприємств: галузеві особливості, фактори впливу, принципи. *Напрями економічного зростання та*

інноваційного розвитку підприємства. 2021. 71. С. 71-73. URL: <https://kntu.kr.ua/doc/science/zahody/vikl/2021/2-tez.pdf#page=72>

322. Горбашевська М. О. Економічна безпека підприємницької діяльності в Україні. *Теоретичні та практичні наукові інновації*. 2013. №1. С. 125-129. URL: http://xn--e1aajfpcds8ay4h.com.ua/files/image/konf_13/doklad_13_7_27.pdf

323. Горячева К. С. Оцінка рівня фінансової безпеки підприємства. *Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України*. 2004. №. 10. С. 288-295. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/55127>

324. Грабинська І., Буняк В., Федак І. Кредитно-дефолтні свопи у системі фінансового ризикменеджменту. *Вісник Львівського університету. Серія економічна*. 2019. №56. С. 112-126. DOI: <https://doi.org/10.30970/ves.2019.56.0.3012>

325. Гребенюк Н. О. Фінансова безпека банків: система розпізнання загроз та усунення ризиків. *Вісник Харківського національного університету імені ВН Каразіна*. 2016. №1. Вип. 91. С. 53-64. URL: <https://periodicals.karazin.ua/economy/issue/download/566/669>

326. Громика Р. П. Аспекти розвитку економічної безпеки України та її вплив на розвиток економіки. *Бізнес Інформ*. 2020. №12. С. 13-18. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-12-13-18>

327. Єдиний реєстр підприємств, щодо яких порушено впровадження у справі про банкрутство. URL: <https://nais.gov.ua/m/ediniy-reestr-pidpriemstv-schodo-yakih-porusheno-vprovadjennya-u-spravi-pro-bankrutstvo>

328. Зварич М. С. Фінансова безпека домогосподарства: чинники впливу і загрози. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*, (2), 29-33. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=sepspu_2017_2_7

329. Зигрій О. В. Вплив ризиків та загроз на стан фінансово-економічної безпеки підприємств. *Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова*. 2016. №21. Вип. 1. С. 105-

108.

URL:

<http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/2218/1/Вплив%20ризиків%20та%20загроз%20на%20стан%20фінансово-економічної%20безпеки%20підприємств.pdf>

330. Канигін С. М. Великі дані в управлінні фінансами підприємства. Економіка, управління та адміністрування. 2024. №3 (109). С. 97–104. URL: <http://ema.ztu.edu.ua/article/view/313697> DOI: [https://doi.org/10.26642/ema-2024-3\(109\)-97-104](https://doi.org/10.26642/ema-2024-3(109)-97-104)

331. Канигін С. М. Використання обробки природньої мови у прогнозуванні фінансових ринків. *Digitalization of the economy as a factor in the sustainable development of the state: International scientific conference*. Кельце, Польща. 23-24 вересня 2022 р. С. 195-198. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-242-5-48>

332. Канигін С. М. Етичні міркування в управлінні банкрутством. *II Міжнародна наукова конференція “Період трансформаційних процесів в світовій науці: задачі та виклики”*. МЦНД. Кривий Ріг. 01 лютого 2024 р. С. 57–58. URL: <https://archive.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/966>

333. Канигін С. М. Психологічні чинники банкрутства підприємств. *II International Scientific and Practical Conference “Science in motion: classic and modern tools and methods in scientific investigations”*. Grail of Science. Вінниця. №35. 24 січня 2024 р. С. 71–72. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.19.01.2024.008>

334. Канигін С. М. Розробка алгоритмічних торгових стратегій з використанням генетичних алгоритмів. *Бізнес-Навігатор*. 2024. №3 (76). С. 92–98. URL: http://business-navigator.ks.ua/journals/2024/76_2024/18.pdf DOI: <https://doi.org/10.32782/business-navigator.76-16>

335. Канигін С. М. Систематичний огляд моделей прогнозування банкрутства підприємств. *Бізнес Інформ*. 2023. №10. С. 149–161. URL: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2023-10_0-pages-149_161.pdf DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-10-149-161>

336. Канигін С. М., Тищенко В. Ф. Роль штучного інтелекту у фінансовому менеджменті. *Міжнародна наукова конференція «Механізми забезпечення розвитку економіки в умовах глобальних змін: міжнародний досвід»*. Baltija Publishing. Рига, Латвійська Республіка. 21-22 жовтня 2022 р. С. 77-81. URL: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/21732>

337. Канигін С.М. Проблеми комплаєнсу у фінансових технологіях. *4-th International Scientific and Practical Conference «Science and Education in Progress*. Interconf. Дублін, Ірландія. 16-18 серпня 2024 р.

338. Канигін С.М. Роль фінансових технологій в управлінні фінансами підприємства. *4-th International Scientific and Practical Conference «Science: Development and Factors its Influence*. Interconf. Амстердам, Нідерланди. 06-08 серпня 2024 р.

339. Кириченко О. А., Кудря І. В. Вдосконалення управління фінансовою безпекою підприємств в умовах кризи. *Інвестиції: практика та досвід*. 2009. № 10. С. 22–26. URL: <http://www.investplan.com.ua/?op=1&z=131&i=4>

340. Колінько Н. І., Воляник Г. М., Шутка С. Є. Аутстафінг: дієвий інструмент управлінського обліку в оптимізації витрат і податків та мінімізації ризиків підприємств. *Інтелект XXI*. 2023. №2. С. 25-29. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8801/2023-2.4>

341. Копилук О. І., Тимчишин Ю. В., Музичка О. М. Фінансова стійкість у системі забезпечення економічної безпеки підприємства. *Бізнес Інформ*. 2021. №3. С. 81-87. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-3-81-87>

342. Краснокутська Н. С., Коптева Г. М. Дефініція поняття «фінансова безпека підприємства»: основні підходи та особливості. *Бізнес Інформ*. 2019. №7. С. 14-19. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-7-14-19>

343. Кудрицька Ж. В. Система управління фінансовою безпекою підприємства. *Ефективна економіка*. 2012. № 1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=897>

344. Кузенко Т. Б., Мартюшева Л. С., Грачов, О. В., Литовченко О. Ю. Фінансова безпека підприємства: навчальний посібник. *Харківський національний Економічний Університет*. 2010. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/6877/1/Учебник%20по%20Финансовая%20безопасность%20предприятия%281%29.pdf>
345. Лазарева А. П. Фінансова безпека країни: загрози та основні напрями зміщення. Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Економічні науки. 2014. №27. 88-94. URL: <https://core.ac.uk/reader/72006890>
346. Лиса О. В. Фінансова безпека суб'єктів господарювання в сучасних умовах. *Економічний аналіз*. 2016. №26. Вип. 1. С. 57-63. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/13258>
347. Лубенченко О. Є., Лисюк А. В. Методика підготовки суб'єктів аудиторської діяльності до зовнішнього контролю якості аудиторських послуг. *Статистика України*. 2020. №88 (1). С. 116-130. DOI: [https://doi.org/10.31767/su.1\(88\)2020.01.14](https://doi.org/10.31767/su.1(88)2020.01.14)
348. Матвійчук Л. О. Концептуальні аспекти фінансової безпеки підприємства. *Економічний вісник Донбасу*. 2009. № 4. С. 133–136. URL: <http://dspace.nbuiv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/23834/24-Matvijchuk.pdf?sequence=1>
349. Мельник С. І. Фінансова безпека підприємства: сутність та сучасні проблеми забезпечення. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2019. №1. Вип. 2. С. 7-12. DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2019-1-23>
350. Отенко І. П., Шкробень Р. П., Харнам М. В. Формування концептуальної моделі управління фінансово-економічною безпекою бізнес-процесів підприємства. *Бізнес Інформ*. 2020. №12. С. 423-429. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-12-423-429>
351. П'ятницька Г. Т., Федулова І. В. Фінансова безпека країни та підприємства: визначення, взаємозв'язок і ризику забезпечення. *Ефективна економіка*. 2020. № 7. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.7.14>

352. Рзаєва Т. Г., Стасюк І. В. Зарубіжні методики визначення ймовірності банкрутства підприємства. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2010. №3, т. 1. С. 177–181. URL: <https://elar.khmnu.edu.ua/items/d857f59d-d2a6-4c69-90ab-103e17f5add4>
353. Савицька О. І. Оцінка рівня фінансової безпеки підприємницької діяльності в Україні. *Бізнес Інформ*. 2012. №8. С. 47-50. URL: https://mail.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2012-8_0-pages-47_50.pdf
354. Савченко М. В., Шкуренко О. В. Фінансова стійкість як передумова розвитку міжнародного бізнесу. *Бізнес Інформ*. 2019. №10. С. 96-104. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-10-96-104>
355. Синюгіна Н. В. Фінансова безпека підприємства в сучасних умовах як індикатор дієвості фінансового контролю. *Technology audit and production reserves*. 2012. №4. Вип. 6. С. 26-27. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/288832876.pdf>
356. Слободяник А. М, Крижній, В. Б. Алгоритмічний трейдинг на біржовому ринку: сутність та класифікація. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2017. №16. Вип. 2. С. 96-99. URL: http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/16_2_2017ua/23.pdf
357. Слободянюк Н. О., Шокер Р. І. Моделювання механізму фінансової безпеки підприємства. *Бізнес Інформ*. 2019. №10. С. 206-212. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-10-206-212>
358. Судакова О. І. Стратегічне управління фінансовою безпекою підприємства. *Економічний простір*. 2008. №9. С. 140–148. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=ecpros_2014_88_24
359. Терещенко О. О. Дискримінантна модель інтегральної оцінки фінансового стану підприємства. *Економіка України: Політико-економічний*

журнал. 2003. №8. С. 38-44. URL: <http://liber.onu.edu.ua/opacunicode/index.php?url=/notices/index/IdNotice:73956>

360. Тютюшова А. Передумови виникнення поняття економічної безпеки підприємства та його еволюція. *Збірник тез наукових доповідей студентів*. 2019. №3. URL: <https://bdpu.org.ua/wp-content/uploads/2019/03/104-2.pdf>

361. Урдуханов Р. І. Управління кадровою безпекою підприємства. *Напрями економічного зростання та інноваційного розвитку підприємства*. 2020. № 123. С. 123-125. DOI: <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/f2f947bd-0032-4bdd-83cd-f25476466aef/content>

362. Фадєєва Г. М., Семченко О. О. Теоретичні аспекти фінансової безпеки підприємства. *Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг*. 2012. №1. С. 52–59. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-12>

363. Фінансова звітність (звіт про фінансовий стан (баланс) та звіт про прибутки та збитки та інший сукупний дохід (звіт про фінансові результати), подані як додаток до звітної (звітної нової) податкової звітності за річний податковий (звітний) період відповідно до пункту 46.2 статті 46 Податкового кодексу України. URL: <https://data.gov.ua/dataset/24069422-5825-41f6-81f7-89567e5e2ac9>

364. Фролов С. М., Диха М. В, Дзюба В. В. Методи оптимізації структури капіталу корпорації. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2021. №5. Вип. 1. С. 252-263. DOI: [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2021-298-5\(1\)-45](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2021-298-5(1)-45)

365. Цвайг Х. І., Галайко, Н. В. Загрози фінансовій безпеці підприємства та шляхи їх усунення. *Причорноморські економічні студії*. 2016. №11. Вип. 11. С. 181-185. URL: <https://dspace.lvduvs.edu.ua/handle/1234567890/2967>

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Фінансові коефіцієнти, що використані в процесі побудови нейромережевої моделі

Коефіцієнт	Опис	Формула
Частка активів, сформованих за рахунок нерозподіленого прибутку	Цей коефіцієнт показує, якою мірою компанія покладається на власні кошти для фінансування свого зростання, а не на зовнішні запозичення. Вища частка активів, сформованих за рахунок нерозподіленого прибутку, може свідчити про більшу фінансову стабільність компанії	$1420 / 1300$
Рентабельність активів, розрахована на основі прибутку до сплати відсотків та податків	Цей коефіцієнт вимірює прибутковість активів компанії, незалежно від того, як вони фінансуються. Висока рентабельність активів свідчить про те, що компанія отримує високий прибуток від своїх інвестицій	$(2290 - 2250) / 1300$
Коефіцієнт співвідношення власного капіталу та зобов'язань	Цей коефіцієнт показує, якою мірою операції компанії фінансуються за рахунок власного або позикового капіталу. Вище співвідношення акціонерного капіталу до зобов'язань може свідчити про більш стабільну компанію з нижчим ризиком банкрутства	$1495 / (1595 + 1695 + 1700)$
Коефіцієнт оборотності активів	Цей коефіцієнт вимірює, наскільки ефективно компанія використовує свої активи для отримання доходу. Вищий коефіцієнт оборотності активів може свідчити про більш прибуткову та ефективну компанію	$2000 / 1300$
Відношення чистого оборотного капіталу до загальних активів	Цей коефіцієнт вимірює короткострокову ліквідність компанії, порівнюючи її поточні активи з поточними зобов'язаннями. Вищий коефіцієнт може свідчити про більш ліквідну та фінансово стабільну компанію.	$1195 / 1300$
Відношення чистого прибутку до активів	Цей коефіцієнт вимірює прибутковість компанії по відношенню до її загальних активів. Вищий коефіцієнт може свідчити про більш прибуткову та ефективну компанію	$(2350 - 2355) / 1300$
Відношення оподаткованого прибутку до короткострокової заборгованості	Цей коефіцієнт вимірює здатність компанії генерувати прибуток відносно її короткострокових боргових зобов'язань. Вищий показник може свідчити про те, що компанія краще здатна виконувати свої короткострокові боргові зобов'язання	$2290 / 1695$
Відношення високоліквідних активів до виручки від реалізації	Цей коефіцієнт вимірює здатність компанії виконувати свої короткострокові зобов'язання за рахунок високоліквідних активів, таких як грошові кошти та ринкові цінні папери. Вищий коефіцієнт може свідчити про більш ліквідну та фінансово стабільну компанію	$(1160 + 1165) / 2000$
Відношення активів до позикових коштів	Цей коефіцієнт показує, якою мірою активи компанії фінансуються за рахунок боргових зобов'язань. Вищий коефіцієнт може свідчити про вищий рівень фінансового ризику та більший ризик банкрутства.	$1300 / (1595 + 1695)$
Відношення запасів до виручки від реалізації	Цей коефіцієнт вимірює ефективність управління запасами компанії. Нижчий показник може свідчити про більш ефективну та прибуткову діяльність компанії	$(2350 - 2355) / 1300$
Рентабельність сукупного капіталу	Цей коефіцієнт вимірює прибутковість інвестицій компанії, враховуючи як власний, так і позиковий капітал. Вищий показник рентабельності сукупного капіталу може свідчити про більш прибуткову та ефективну компанію	$(2350 - 2355) / 2000$
Коефіцієнт покриття	Цей коефіцієнт вимірює здатність компанії покривати відсоткові та боргові платежі за рахунок прибутку. Вищий коефіцієнт покриття може свідчити про нижчий ризик дефолту та банкрутства	$1101 / 2000$

Продовження додатка А

Продовження таблиці А.1

Коефіцієнт	Опис	Формула
Коефіцієнт фінансової незалежності	Цей коефіцієнт вимірює ступінь залежності компанії від зовнішнього фінансування. Вищий коефіцієнт фінансової незалежності може свідчити про більшу фінансову стабільність та незалежність компанії	$2290 / 1900$
Відношення оборотних активів до необоротних активів	Цей коефіцієнт вимірює співвідношення між короткостроковими та довгостроковими активами компанії. Вищий показник може свідчити про більш ліквідну та фінансово стабільну компанію	$1195 / 1695$
Відношення чистого доходу від реалізації до поточних зобов'язань	Цей коефіцієнт вимірює здатність компанії виконувати свої короткострокові зобов'язання за рахунок доходу. Вищий коефіцієнт може свідчити про фінансову стабільність та платоспроможність компанії	$1495 / 1900$
Відношення балансу до чистої виручки від реалізації до поточних зобов'язань	Цей коефіцієнт вимірює ефективність управління активами компанії шляхом порівняння активів балансу з чистим доходом від реалізації. Вищий коефіцієнт може свідчити про більш ефективну та прибуткову компанію	$1195 / 1095$
Відношення різниці між оборотними активами та поточними зобов'язаннями до оборотних активів	Цей коефіцієнт вимірює ліквідність компанії, порівнюючи її поточні активи з поточними зобов'язаннями	$2000 / 1695$
Частка активів, сформованих за рахунок нерозподіленого прибутку	Цей коефіцієнт показує, якою мірою компанія покладається на внутрішні кошти для фінансування свого зростання, а не на зовнішні запозичення. Вища частка активів, сформованих за рахунок нерозподіленого прибутку, може свідчити про більшу фінансову стабільність компанії.	$1300 / 2000$
Рентабельність активів, розрахована на основі прибутку до сплати відсотків і податків	Цей коефіцієнт вимірює прибутковість активів компанії, незалежно від того, як вони фінансуються. Висока рентабельність активів свідчить про те, що компанія отримує високий прибуток від своїх інвестицій	$(1195 + 1695) / 1195$

Додаток Б

Таблиця Б.1

**Фрагмент вхідних даних зібраних через API біржі Binance
за період з червня 2021 по червень 2023**

Символ крипто- валюти	BTC	BTC	BTC	BTC	BTC	BTC	BTC	BTC	BTC
Кінець періоду	01.06.2021	02.06.2021	03.06.2021	04.06.2021	05.06.2021	06.06.2021	07.06.2021	08.06.2021	09.06.2021
Початок періоду	01.06.2021	02.06.2021	03.06.2021	04.06.2021	05.06.2021	06.06.2021	07.06.2021	08.06.2021	09.06.2021
Ціна відкриття	37 266,50	36 685,87	37 568,66	39 249,99	36 848,29	35 521,12	35 810,93	33 570,00	33 403,31
Найвища ціна	37 918,54	38 235,22	39 475,45	39 285,96	37 924,61	36 475,78	36 809,14	34 085,63	37 574,48
Найнижча ціна	35 683,88	35 909,54	37 168,01	35 578,23	34 823,78	35 230,00	33 313,77	31 050,01	32 418,21
Ціна закриття	36 685,87	37 568,67	39 250,00	36 853,91	35 521,12	35 807,49	33 573,37	33 396,46	37 408,94
Обсяг торгів	19 265,08	14 636,82	17 391,70	19 950,22	16 838,29	10 837,52	18 293,17	31 935,94	32 116,48
Обсяг торгів (BUSD)	704 653 105,20	546 204 536,30	671 676 510,40	738 544 042,60	612 038 548,60	389 495 323,90	650 225 499,60	1 045 356 523,00	1 126 081 299,00

Додаток В

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації у фахових виданнях України (з них 2 віднесені до міжнародних наукометричних баз Scopus, Web of Science)

1. Канигін С. М. Систематичний огляд моделей прогнозування банкрутства підприємств. *Бізнес Інформ*. 2023. №10. С. 149–161. URL: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2023-10_0-pages-149_161.pdf DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-10-149-161> (0,4 друк. арк.)
2. Канигін С. М. Розробка алгоритмічних торгових стратегій з використанням генетичних алгоритмів. *Бізнес-Навігатор*. 2024. №3 (76). С. 92–98. URL: http://business-navigator.ks.ua/journals/2024/76_2024/18.pdf DOI: <https://doi.org/10.32782/business-navigator.76-16> (0,25 друк. арк.)
3. Канигін С. М. Великі дані в управлінні фінансами підприємства. *Економіка, управління та адміністрування*. 2024. №3 (109). С. 97–104 . URL: <http://ema.ztu.edu.ua/article/view/313697> DOI: [https://doi.org/10.26642/ema-2024-3\(109\)-97-104](https://doi.org/10.26642/ema-2024-3(109)-97-104) (0,45 друк. арк.)
4. Tyshchenko V. F., Achkasova S. A., Naidenko O. Y., Kanyhin S. M., Karpova V. V. Development of recurrent neural networks for price forecasting at cryptocurrency exchanges. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 5. No. 4 (125). P. 43–54. URL: <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/287094> DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.287094> (Scopus) (1 друк. арк.).
Особистий внесок автора: розроблено модель прогнозування цін на криптовалютній біржі (0,2 друк. арк.)
5. Tyshchenko V. F., Achkasova S. A., Karpova V. V., Kanyhin S. M. Assesment the influence of debt capital on the bankruptcy of enterprises in the agricultural sector. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2023. Vol. 9. No. 2. P. 183–204. URL: <https://are->

journal.com/are/article/view/667 DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.02.08> (Scopus, Web of Science) (0,8 друк. арк.). *Особистий внесок автора: проаналізовано існуючі моделі прогнозування банкрутства підприємств (0,2 друк. арк.)*

Публікації за матеріалами конференцій:

6. Канигін С. М. Етичні міркування в управлінні банкрутством. *II Міжнародна наукова конференція “Період трансформаційних процесів в світовій науці: задачі та виклики”*. МЦНД. Кривий Ріг. 01 лютого 2024 р. С. 57–58. URL: <https://archive.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/966> (0,14 друк. арк.)

7. Канигін С. М. Психологічні чинники банкрутства підприємств. *II International Scientific and Practical Conference “Science in motion: classic and modern tools and methods in scientific investigations”*. Grail of Science. Вінниця. №35. 24 січня 2024 р. С. 71–72. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.19.01.2024.008> (0,09 друк. арк.)

8. Tyschenko V. F., Vnukova N. M., Ostapenko V. M, Kanyhin S. M. Neural Networks for Financial Stability of Economic System. *COLINS-2023: 7th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems*. CEUR Workshop Proceeding. 20-21 April 2023. P. 289-299. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3387/paper21.pdf> (1 друк. арк.). *Особистий внесок: розроблено модель прогнозування банкрутства підприємств (0,25 друк. арк.)*

9. Канигін С. М., Тищенко В. Ф. Роль штучного інтелекту у фінансовому менеджменті. *Міжнародна наукова конференція «Механізми забезпечення розвитку економіки в умовах глобальних змін: міжнародний досвід»*. Baltija Publishing. Рига, Латвійська Республіка. 21-22 жовтня 2022 р. С. 77-81. URL: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/21732> (0,15 друк. арк.). *Особистий внесок: досліджено можливості штучного інтелекту у фінансах (0,075 друк. арк.)*

10. Hlibko S. V., Tyshchenko V. F., Kanyhin S. M., Vnukova N. M., Davydenko D. O. The use of infocommunication components of mechanical trading

systems to manage the financial security of business entities. *2022 IEEE 9th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*.. Kharkiv. 10-12 October 2022. P. 602-606. DOI: <https://doi.org/10.1109/PICST57299.2022.10238562> (1 друк. арк.). Особистий внесок: розроблено підхід до здійснення алгоритмічної торгівлі на криптовалютній біржі (0,2 друк. арк.)

11. Канигін С. М. Використання обробки природньої мови у прогнозуванні фінансових ринків. *Digitalization of the economy as a factor in the sustainable development of the state: International scientific conference*. Кельце, Польща. 23-24 вересня 2022 р. С. 195-198. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-242-5-48> (0,4 друк. арк.)

12. Внукова Н. М., Канигін С. М. Перспективи розвитку аудиту фінансового моніторингу за міжнародними стандартами для забезпечення стабільності діяльності підприємств Індустрії 4.0. *Перспективи розвитку обліку, аналізу та аудиту в контексті євроінтеграції*. Одеса. 20 травня 2022 р. С. 120-121. URL: https://www.apu.com.ua/wp-content/uploads/2019/12/Збірник-конференції_20.05.2022.pdf#page=121 (0,1 друк. арк.). Особистий внесок: обґрунтовано роль фінансового моніторингу в управлінні фінансовою безпекою підприємств (0,05 друк. арк.)

13. Канигін С.М. Проблеми комплаєнсу у фінансових технологіях. *4-th International Scientific and Practical Conference «Science and Education in Progress*. Interconf. Дублін, Ірландія. 16-18 серпня 2024 р. (0,1 друк. арк.)

14. Канигін С.М. Роль фінансових технологій в управлінні фінансами підприємства. *4-th International Scientific and Practical Conference «Science: Development and Factors its Influence*. Interconf. Амстердам, Нідерланди. 06-08 серпня 2024 р. (0,1 друк. арк.)

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«АТГІ ДІ ГАРА»

Україна, 04080, м. Київ., вул. Кирилівська, буд. 60 П, код ЄДРПОУ: 45141976,
тел. +38 (099) 25-66-125, e-mail: adg.tender@gmail.com

Вих. № 154 від 14.10.2024 року

ДОВІДКА

про використання результатів та окремих пропозицій
Канигіна Сергія Михайловича, поданих в дисертації на
здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук
на тему «Ризик-орієнтоване управління фінансовою безпекою підприємства»

Представлені в дисертаційній роботі розробки щодо алгоритмічної торгівлі використано для вдосконалення процесу диверсифікації інвестицій і управління фінансовою безпекою. Автором детально досліджено вплив автоматизації торгових операцій на мінімізацію фінансових ризиків та підвищення прибутковості, зокрема за рахунок зниження впливу людського фактора. Було зроблено висновки щодо підвищення ефективності управління активами шляхом інтеграції алгоритмічних стратегій з використанням нейронних мереж для прогнозування руху цін на криптовалютних біржах.

Практичні рекомендації, що викладені в дисертації, вивчені та використовуються організацією для підвищення ефективності інвестиційних рішень та зменшення фінансових ризиків. Зазначені результати впроваджені в роботу організації у 2024 році.

Довідка видана без фінансових зобов'язань підприємства перед автором.

Директор



Борис НЕСТЕРОВ



**ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«ХАРКІВ ЕКОРЕСУРС»**

61001, м. Харків, вул. Георгіївська, 10, тел. 737-35-88,
Код в ЄДР 35588643; п/р UA463515330000026008035903182в АТ КБ «ПРИВАТ БАНК», м. Харків, 351533

№ 17/2024 від 14.10.2024

ДОВІДКА

про використання результатів та окремих пропозицій
Канигіна Сергія Михайловича, поданих в дисертації на
здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук
на тему «Ризик-орієнтоване управління
фінансовою безпекою підприємства»

Представленні в дисертаційній роботі розробки щодо прогнозування банкрутства підприємств використано для вдосконалення аналізу платоспроможності потенційних контрагентів. Автором детально вивчено вплив якісних показників на точність прогнозування, зроблено висновки щодо можливих напрямів поліпшення ситуації за рахунок використання моделей на основі нейронних мереж. Додатково, розглянуто методи інтеграції цих моделей у процес прийняття рішень щодо фінансової стабільності організації.

Практичні рекомендації, що викладені в дисертації, вивчені та використовуються організацією для своєчасної ідентифікації фінансових ризиків. Зазначені результати впровадженні в роботу організації у 2024 році.

Довідка видана без фінансових зобов'язань організації перед автором.

Заступник директора
ТОВ «ХАРКІВ ЕКОРЕСУРС»



Наталія
ІВАНОВА



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

61166, м. Харків, пр. Науки, 9-А, тел. (057) 702-03-04, факс: (057) 702-07-17
 E-mail: post@hneu.edu.ua, http://www.hneu.edu.ua, ЄДПРОУ 02071211

№ 24/86-44-98 від 26.12.2024

На № _____ від _____

ДОВІДКА

Про впровадження результатів дисертаційної роботи

Канигіна Сергія Михайловича на тему

«Ризик-орієнтоване управління фінансовою безпекою підприємства»

У процесі написання дисертаційної роботи Канигіним С.М. були отримані науково-практичні результати, що полягають в обґрунтуванні й розробленні:

методичного підходу до ризик-орієнтованого управління фінансовою безпекою підприємства, що базується на аналізі фінансових ризиків, використанні машинного навчання та інструментів прогнозування банкрутства, а також враховує цифровізацію та фінансові технології при оцінці фінансової безпеки підприємств;

моделі прогнозування банкрутства підприємств, що інтегрує якісні та кількісні показники і враховує специфіку українського ринку, дозволяючи підвищити точність прогнозування ризиків фінансової нестабільності.

Зазначенні здобутки впровадженні в навчальний процес підготовки бакалаврів на факультеті Фінансів і обліку за спеціальністю 072 «Фінанси, банківська справа та страхування», освітньою компонентою «Основи ЗЕД та митної справи» в процесі проведення практичних занять у 2021-2022 н.р. та 2023-2024 н.р.

Проректор

З навчально-методичної роботи



Каріна НЕМЕСКАЛО

242486

УКРАЇНА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ
№02071211

№ _____
« _____ » _____ 20__ р.
61165, м. Харків, пр. Науки, 9-А
тел./факс: 70-20-717, 70-20-304

Д О В І Д К А № 25/2024
від 08.04.2024 р.

Дана **КАНИГІНУ СЕРГІЮ МИХАЙЛОВИЧУ**,
який брав участь у розробці госпдоговірної науково-дослідної роботи
Замовник — **СХІДНИЙ НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР -
ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ** по темі
№ 137-46 «**Оптимізація управління фінансовою безпекою підприємства**»
на посаді молодшого наукового співробітника з 16.09.2022 року по
30.09.2022 року.

Розділ 1. Сутність управління фінансовою безпекою підприємства.

Розділ 2. Наука про дані в управлінні фінансовою безпекою
підприємства.

Розділ 2. Механічні торгові системи в управлінні фінансовою безпекою
підприємства.

Державний реєстраційний номер **0122U200874**

Начальник НДІС



Ірина ЛИТОВЧЕНКО

УКРАЇНА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ
№02071211

№ _____
_____ 20__ р.
61165, м.Харків, пр.Науки, 9-А
тел./факс: 70-20-717, 70-20-304

Д О В І Д К А № 24/2024
від 08.04.2024 р.

Дана **КАНИГІНУ СЕРГІЮ МИХАЙЛОВИЧУ**,
який брав участь у розробці госпдоговірної науково-дослідної роботи
Замовник — **ФОП Фокіна М.А.** по темі № 18-46 «Розробка і впровадження
напрямів цифрової трансформації та бізнес-моделей на підприємстві» на
посаді молодшого наукового співробітника з 16.02.2023 року по
28.02.2023 року.

Підрозділ 1.3. Автоматизація бізнес-процесів підприємства у цифровій
трансформації.

Підрозділ 3.2. Забезпечення фінансової безпеки підприємства в умовах
цифрової трансформації.

Державний реєстраційний номер **0123U100810**

Начальник Н



Ірина ЛИТОВЧЕНКО