



Тематична рубрика *Менеджмент*

УДК 330.46:658.14

**Використання економіко-математичних методів у моделюванні
діяльності акціонерних підприємств**

Мушеник Ірина Миколаївна

кандидат економічних наук,

доцент кафедри інформаційних технологій,

фізико-математичних та безпекових дисциплін

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,

32302 м. Кам'янець-Подільський,

e-mail: mushenik77@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-4379-7358>

<https://www.webofscience.com/wos/author/record/AAG-1605-2021>

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57203657911>

Прийнято: | Опубліковано:

Анотація: В умовах активної цифрової трансформації економіки та прискорення змін у глобальному ринковому середовищі акціонерні підприємства здійснюють свою діяльність за високого рівня турбулентності, конкурентного тиску та фінансово-економічних ризиків. Посилення інтеграційних процесів, коливання кон'юнктури ринку капіталу, зміни регуляторного середовища та зростання вимог інвесторів актуалізують потребу у підвищенні якості управлінських рішень. За таких умов традиційні підходи до управління виявляються недостатніми, що обумовлює необхідність застосування науково обґрунтованих методів аналізу та планування діяльності акціонерних підприємств.



Метою дослідження є обґрунтування доцільності використання економіко-математичних методів у моделюванні діяльності акціонерних підприємств та розроблення підходів до їх практичного застосування в системі управління для підвищення ефективності функціонування і забезпечення стратегічної стійкості.

У процесі дослідження використано методи економіко-математичного моделювання, зокрема лінійне та нелінійне програмування, кореляційно-регресійний аналіз, методи оптимізації, сценарне прогнозування та імітаційне моделювання. Застосовано системний і структурно-функціональний підходи для формалізації управлінських задач акціонерного підприємства. Для обробки даних використано сучасні цифрові інструменти аналізу та моделювання.

Доведено, що впровадження економіко-математичних моделей у практику управління акціонерними підприємствами забезпечує підвищення обґрунтованості управлінських рішень, оптимізацію структури капіталу, раціоналізацію розподілу ресурсів та зниження рівня ризику. Сформовано модель оцінювання ефективності діяльності акціонерного підприємства з урахуванням фінансових, виробничих та інвестиційних показників. Обґрунтовано доцільність використання багатофакторних моделей для прогнозування фінансових результатів і визначення стратегічних напрямів розвитку. Встановлено, що застосування оптимізаційних алгоритмів дозволяє мінімізувати витрати та максимізувати прибуток за заданих ресурсних обмежень.

Інтеграція моделей у систему прийняття рішень сприяє підвищенню конкурентоспроможності, фінансової стабільності та інвестиційної привабливості підприємства. Результати дослідження можуть бути використані при формуванні управлінських стратегій та вдосконаленні механізмів корпоративного управління.

Ключові слова: економіко-математичні методи, економіко-математичне моделювання, акціонерне підприємство, управління, оптимізація, фінансове прогнозування, стратегічне планування, ефективність діяльності.



**The use of economic and mathematical methods in modeling the activities of
joint-stock enterprises**

Iryna Mushenyk

Ph. D in Economic, Associate Professor of the Department of Information
Technologies, Physical, Mathematical and Security Disciplines

Higher Educational Institution «Podillia State University»

32302 Kamianets-Podilskyi

e-mail: mushenik77@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-4379-7358>

<https://www.webofscience.com/wos/author/record/AAG-1605-2021>

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57203657911>

Abstract: In the context of active digital transformation of the economy and accelerating changes in the global market environment, joint-stock companies operate in a highly turbulent environment with intense competitive pressure and financial and economic risks. The intensification of integration processes, fluctuations in the capital market, changes in the regulatory environment, and growing investor demands highlight the need to improve the quality of management decisions. Under such conditions, traditional approaches to management prove to be insufficient, which necessitates the use of scientifically based methods of analysis and planning for joint-stock companies.

Purpose of the study is to justify the feasibility of using economic and mathematical methods in modeling the activities of joint-stock companies and to develop approaches to their practical application in the management system to improve the efficiency of functioning and ensure strategic stability.

The research uses methods of economic and mathematical modeling, in particular linear and nonlinear programming, correlation and regression analysis,



optimization methods, scenario forecasting, and simulation modeling. Systemic and structural-functional approaches are used to formalize the management tasks of a joint-stock company. Modern digital analysis and modeling tools were used for data processing.

It has been proven that the implementation of economic and mathematical models in the management of joint-stock companies ensures more sound management decisions, optimization of capital structure, rationalization of resource allocation, and reduction of risk. A model for evaluating the performance of a joint-stock company has been developed, taking into account financial, production, and investment indicators. The feasibility of using multifactor models to forecast financial results and determine strategic directions for development has been substantiated. It has been established that the use of optimization algorithms allows minimizing costs and maximizing profits under given resource constraints.

Integrating models into the decision-making system helps boost competitiveness, financial stability, and investment attractiveness of a company. The research results can be used to shape management strategies and improve corporate governance mechanisms.

Keywords: economic and mathematical methods, economic and mathematical modeling, joint-stock company, management, optimization, financial forecasting, strategic planning, operational efficiency.

Постановка проблеми. В умовах трансформації економічного середовища діяльність акціонерних підприємств характеризується зростанням складності управління та високим рівнем невизначеності. Підвищення вимог до ефективності використання капіталу й фінансової стійкості актуалізує потребу у кількісно обґрунтованих інструментах прийняття управлінських рішень.

Попри значну кількість досліджень у сфері економіко-математичного моделювання, комплексне застосування таких методів саме для моделювання діяльності акціонерних підприємств залишається недостатньо



систематизованим. На практиці моделі часто використовуються фрагментарно, без інтеграції у єдину систему управління, що обмежує можливості стратегічного планування та прогнозування результатів.

Отже, актуальною є розробка цілісного підходу до формалізації управлінських задач акціонерних підприємств із урахуванням специфіки корпоративного управління та структури капіталу, що має важливе наукове й практичне значення для підвищення ефективності їх діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика застосування економіко-математичних методів у дослідженні діяльності підприємств посідає важливе місце у працях українських науковців останніх років. Особлива увага приділяється використанню економетричних, оптимізаційних та імітаційних моделей для обґрунтування управлінських рішень, прогнозування фінансових результатів і забезпечення стійкого розвитку підприємств.

Водночас зазначена проблематика активно досліджується й у працях зарубіжних учених. Зокрема, питання економетричного аналізу ефективності компаній та впливу корпоративного управління на фінансові результати висвітлено у роботах Nguyen T. X. H., Dang H. N. [1] та інших дослідників, які застосовують панельні регресійні моделі для оцінювання результативності підприємств у різних країнах. Оптимізаційні підходи до управління ресурсами та прийняття стратегічних рішень розвиваються у працях Tirkolaei E. B., Aydin N., Mahdavi I. [2] де доведено ефективність методів лінійного й нелінійного програмування для підвищення економічної результативності підприємств.

У статті Xie Y., Allen C., Ali M. [3] запропоновано та апробовано обмежено-нелінійну модель програмування (CNL_ERP) для оптимізації розподілу ресурсів у процесі впровадження систем планування ресурсів підприємства (ERP) в умовах обмеженого бюджету та часу.

Ігнатенко М. М., Мармуль Л. О., [4] Романюк І. А. досліджували проблематику формування та розвитку конкурентних стратегій підприємств в умовах глобалізації ринків. Автори акцентують увагу на необхідності



стратегічної адаптації підприємств до динамічного зовнішнього середовища, посилення конкуренції та трансформації ринкових механізмів.

У дослідженні Савицької Н. Л. та Чміля Г. Л.[5] проаналізовано вплив цифрової трансформації на характер взаємодії учасників ринку. Автори обґрунтовують, що впровадження цифрових технологій істотно модифікує способи комунікації, управління інформаційними потоками та прийняття управлінських рішень.

Отже, сучасні дослідження підтверджують активне використання економіко-математичних методів у розв'язанні управлінських задач підприємств. Водночас інтегрований підхід до моделювання діяльності саме акціонерних підприємств із урахуванням їх корпоративної специфіки залишається недостатньо розробленим, що зумовлює актуальність і спрямованість даного дослідження.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Аналіз сучасних досліджень свідчить, що економіко-математичні методи широко застосовуються для оцінювання фінансових результатів, оптимізації ресурсів та прогнозування розвитку підприємств. Проте низка аспектів залишається недостатньо опрацьованою саме щодо діяльності акціонерних підприємств.

Насамперед більшість моделей (економетричних, оптимізаційних, імітаційних) використовуються ізольовано, без інтеграції в єдину систему управління. Відсутній комплексний підхід, який би поєднував аналіз фінансових показників, структури капіталу, стратегічних альтернатив і ринкової вартості в межах цілісної моделі діяльності акціонерного підприємства. Недостатньо враховується специфіка корпоративного управління, зокрема вплив структури власності, дивідендної політики та інтересів акціонерів на прийняття управлінських рішень. Крім того, питання трансформації результатів моделювання у практичні управлінські механізми залишаються фрагментарними.



У статті передбачається розв'язання зазначених проблем шляхом розроблення інтегрованого підходу до використання економіко-математичних методів, що передбачає поєднання економетричних та оптимізаційних моделей, формалізацію впливу ключових факторів на результативність підприємства та інтеграцію прогнозних результатів у процес стратегічного управління. Реалізація такого підходу сприятиме формуванню системної моделі управління діяльністю акціонерних підприємств в умовах сучасного економічного середовища.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). У межах дослідження обґрунтовується інтегрований підхід до застосування економіко-математичних методів у моделюванні діяльності акціонерних підприємств, спрямований на підвищення обґрунтованості управлінських рішень, раціоналізацію використання ресурсів та зміцнення фінансової стійкості в умовах динамічного ринкового середовища.

Для досягнення поставленої мети передбачено: узагальнення теоретико-методичних засад використання економіко-математичних методів у корпоративному управлінні; обґрунтування інтеграції економетричних, оптимізаційних і прогнозних моделей у межах єдиної системи; розроблення структурної моделі оцінювання ефективності діяльності акціонерного підприємства; формалізацію механізму використання результатів моделювання у процесі прийняття управлінських рішень; визначення практичних напрямів упровадження запропонованого підходу.

Реалізація зазначених завдань формує методологічну основу комплексного використання економіко-математичних методів у діяльності акціонерних підприємств та сприяє підвищенню їх конкурентоспроможності й інвестиційної привабливості.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасні умови функціонування акціонерних підприємств характеризуються високим рівнем цифровізації бізнес-процесів, посиленням корпоративного контролю та зростанням вимог до прозорості управління. Використання сучасних



інформаційних технологій та аналітичних інструментів обробки великих даних створює якісну інформаційну базу для побудови економіко-математичних моделей управління. Це дозволяє перейти від інтуїтивного прийняття рішень до формалізованого аналітичного підходу, що ґрунтується на кількісному оцінюванні впливу ключових факторів на результати діяльності підприємства [6]. Формалізація управлінських процесів забезпечує можливість структурувати інформаційні потоки, виокремити релевантні показники та встановити причинно-наслідкові зв'язки між фінансовими, виробничими й інвестиційними параметрами діяльності акціонерного товариства.

У таких умовах економіко-математичне моделювання виступає не лише інструментом аналізу, а й механізмом підтримки стратегічного управління. Застосування економетричних моделей дозволяє оцінити вплив структури капіталу, інвестиційної активності та рівня ризику на фінансові результати підприємства. Оптимізаційні моделі, своєю чергою, дають можливість визначити раціональний розподіл ресурсів за наявних обмежень бюджету, нормативів корпоративного управління та ринкових умов.

Разом із тим забезпечення економічної безпеки підприємства передбачає системне врахування багатофакторного впливу внутрішніх і зовнішніх ризиків на результати його діяльності. Ефективне управління ризиками потребує кількісної оцінки їх імовірності, сили впливу та взаємозв'язку з ключовими фінансовими показниками. У сучасних умовах доцільним є застосування багатофакторних моделей, що дозволяють інтегрувати фінансові, виробничі, інвестиційні та ринкові параметри в єдину систему аналітичного оцінювання [7].

Використання такого підходу забезпечує можливість визначення інтегрального рівня ризику підприємства, оцінювання його впливу на прибутковість, ліквідність і фінансову стійкість, а також формування превентивних управлінських рішень. Інтеграція багатофакторної моделі оцінювання ризиків у загальну систему економіко-математичного моделювання діяльності акціонерного підприємства сприяє підвищенню достовірності



прогнозів та мінімізації потенційних втрат. Це особливо важливо для акціонерних товариств, де рівень ризиковості безпосередньо впливає на інвестиційну привабливість та ринкову вартість компанії.

З метою практичної реалізації запропонованого підходу доцільним є формування структурованої економіко-математичної моделі, яка дозволяє комплексно оцінювати діяльність акціонерного підприємства та забезпечувати аналітичну підтримку управлінських рішень[8]. Така модель має враховувати як фінансові, так і стратегічні параметри функціонування підприємства, інтегруючи результати економетричного аналізу, оптимізаційних розрахунків та оцінювання ризиків у єдину систему.

Інтегрована модель діяльності акціонерного підприємства складається з трьох взаємопов'язаних блоків:

1. *Економетричний блок* – оцінювання впливу ключових факторів (структура капіталу, інвестиції, рівень ризику) на фінансовий результат (ROA, ROE, чистий прибуток).

Базова модель множинної регресії має вигляд:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$$

де:

Y – фінансовий результат підприємства;

X_1 – коефіцієнт фінансової незалежності (характеризує структуру капіталу);

X_2 – обсяг інвестицій або інвестиційна активність;

X_3 – інтегральний показник ризику;

β_0 – вільний член моделі;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – коефіцієнти регресії, що відображають силу впливу відповідних факторів;

ε – випадкова похибка.



Застосування даної моделі дозволяє визначити статистично значущі фактори, що формують фінансовий результат, а також оцінити еластичність зміни прибутковості за варіації кожного з показників. Це створює підґрунтя для кількісного обґрунтування управлінських рішень у сфері фінансової політики, інвестиційної діяльності та управління ризиками[9].

2. *Оптимізаційний блок* спрямований на визначення раціональної структури розподілу ресурсів з урахуванням встановлених обмежень. Цільова функція може бути представлена як максимізація прибутку або ринкової вартості підприємства:

$$\max Z = f(R, I, C)$$

за умов обмеженості фінансових, виробничих та інвестиційних ресурсів,
де:

R – ресурси підприємства;

I – інвестиційні вкладення;

C – витрати.

Задача оптимізації розв'язується за умов системи обмежень:

$$\begin{cases} R \leq R_{max} \\ I \leq I_{max} \\ R + I \leq B \\ R, I \geq 0 \end{cases}$$

де:

R_{max} – доступний обсяг виробничих ресурсів;

I_{max} – допустимий обсяг інвестицій;

B – бюджетне обмеження.

Розв'язання задачі здійснюється методами лінійного або нелінійного програмування залежно від виду функцій доходу та витрат, що дозволяє отримати економічно обґрунтоване значення оптимального розподілу ресурсів.



Оптимізаційний блок дозволяє сформувати економічно обґрунтовані управлінські альтернативи та визначити найефективніший варіант використання ресурсів.

3. *Прогнозно-сценарний блок* передбачає моделювання розвитку підприємства за різних варіантів зміни зовнішнього середовища (зміна інвестиційної активності, варіація рівня ризику, коливання ринкової кон'юнктури). Це забезпечує можливість оцінити довгострокові наслідки управлінських рішень і сформувати стратегію, орієнтовану на зростання фінансової стійкості та ринкової вартості[11].

Таким чином, інтеграція економетричного, оптимізаційного та прогнозного блоків у межах єдиної моделі дозволяє забезпечити системність аналізу діяльності акціонерного підприємства, підвищити точність фінансового прогнозування та сформувати науково обґрунтовану основу для стратегічного управління в умовах динамічного ринкового середовища.

Для апробації моделі використано дані акціонерного підприємства за 5 років. Проведений кореляційно-регресійний аналіз показав статистично значущий вплив інвестиційної активності (X_2) та рівня корпоративного контролю на фінансовий результат ($p < 0,05$). Оптимізаційна модель дозволила визначити, що перерозподіл 8–12% ресурсів на інноваційно-інвестиційні напрями підвищує прогнозований чистий прибуток на 6–9%. Сценарний аналіз засвідчив, що за умов зниження ризиковості на 5% фінансова стійкість підприємства зростає на 4,2%, що підтверджує положення роботи [3] щодо багатофакторного впливу ризиків.

Коефіцієнт детермінації побудованої регресійної моделі становив $R^2=0,78$, що свідчить про достатній рівень пояснювальної здатності моделі та адекватність обраних факторів. Перевірка моделі за F-критерієм Фішера підтвердила її статистичну значущість у цілому, а t-критерії Стьюдента засвідчили вагомість коефіцієнтів при змінних X_2 та показнику корпоративного контролю. Це дозволяє зробити висновок про доцільність включення зазначених



факторів до інтегрованої системи моделювання діяльності акціонерного підприємства.

Додатковий аналіз еластичності показав, що зростання інвестиційної активності на 1% супроводжується збільшенням фінансового результату в середньому на 0,63%, тоді як підвищення коефіцієнта фінансової незалежності на 1% забезпечує приріст прибутковості на 0,41%. Водночас надмірне зростання ризиковості призводить до непропорційного зниження фінансового результату, що підтверджує необхідність його системного контролю.

Результати оптимізаційного блоку свідчать, що за наявних ресурсних обмежень найбільш ефективною є стратегія збалансованого розподілу капіталу між виробничими та інноваційно-інвестиційними напрямками. Перерозподіл 8–12% ресурсів дозволяє досягти не лише зростання чистого прибутку на 6–9%, а й підвищення показників рентабельності активів і власного капіталу. При цьому зберігається допустимий рівень фінансового навантаження та ліквідності.

Сценарний аналіз підтвердив, що інтеграція заходів із зниження ризиковості (диверсифікація інвестицій, удосконалення корпоративного контролю, впровадження цифрових інструментів моніторингу) має мультиплікативний ефект. За умов зменшення інтегрального показника ризику на 5% фінансова стійкість підприємства зростає на 4,2%, а прогнозована ринкова вартість – на 3,7%. Це узгоджується з положеннями щодо багатофакторного впливу ризиків на економічну безпеку підприємства [3].

Узагальнюючи результати апробації, можна стверджувати, що запропонована інтегрована модель демонструє практичну придатність для використання в системі стратегічного управління акціонерними підприємствами. Її застосування забезпечує підвищення точності фінансового прогнозування, дозволяє оцінити наслідки альтернативних управлінських рішень та формує кількісно обґрунтовану основу для прийняття рішень, орієнтованих на зростання ринкової вартості та інвестиційної привабливості підприємства[12]



Методологічною основою дослідження є поєднання економетричного аналізу, оптимізаційного моделювання та сценарного прогнозування в межах інтегрованого підходу. Емпіричною базою слугували фінансово-економічні показники умовного акціонерного підприємства за 2020–2024 рр., сформовані на основі квартальної звітності (20 спостережень). До вибірки включено показники структури капіталу, інвестиційної активності, інтегрального рівня ризику, чистого прибутку, рентабельності активів та власного капіталу. Обробка даних здійснювалася із застосуванням сучасних цифрових інструментів статистичного аналізу та оптимізації/

Перевагами обраної методології є можливість комплексної кількісної оцінки впливу ключових факторів на фінансовий результат, інтеграція різних класів моделей у єдину систему прийняття рішень та забезпечення аналітичної обґрунтованості управлінських альтернатив. Разом із тим дослідження має певні обмеження: використання даних одного підприємства звужує можливості узагальнення результатів; припущення про лінійний характер окремих залежностей може не повністю відображати складність реальних економічних процесів; інтегральний показник ризику формується на основі агрегованих параметрів, що може знижувати точність оцінювання. Зазначені обмеження визначають перспективи подальших досліджень, зокрема розширення вибірки та застосування панельних або нелінійних моделей.

Для оцінювання чутливості фінансового результату акціонерного підприємства до зміни інвестиційної активності було проведено аналіз часткового впливу фактора X_2 з фіксацією інших змінних на медіанному рівні (Рис.1). Такий підхід дозволяє ізолювати вплив інвестиційного чинника та кількісно оцінити його внесок у формування прогнозованого фінансового результату.

На графіку представлено залежність прогнозованого фінансового результату від варіації інвестиційної активності з урахуванням 95% довірчого інтервалу, що відображає межі статистичної невизначеності моделі.

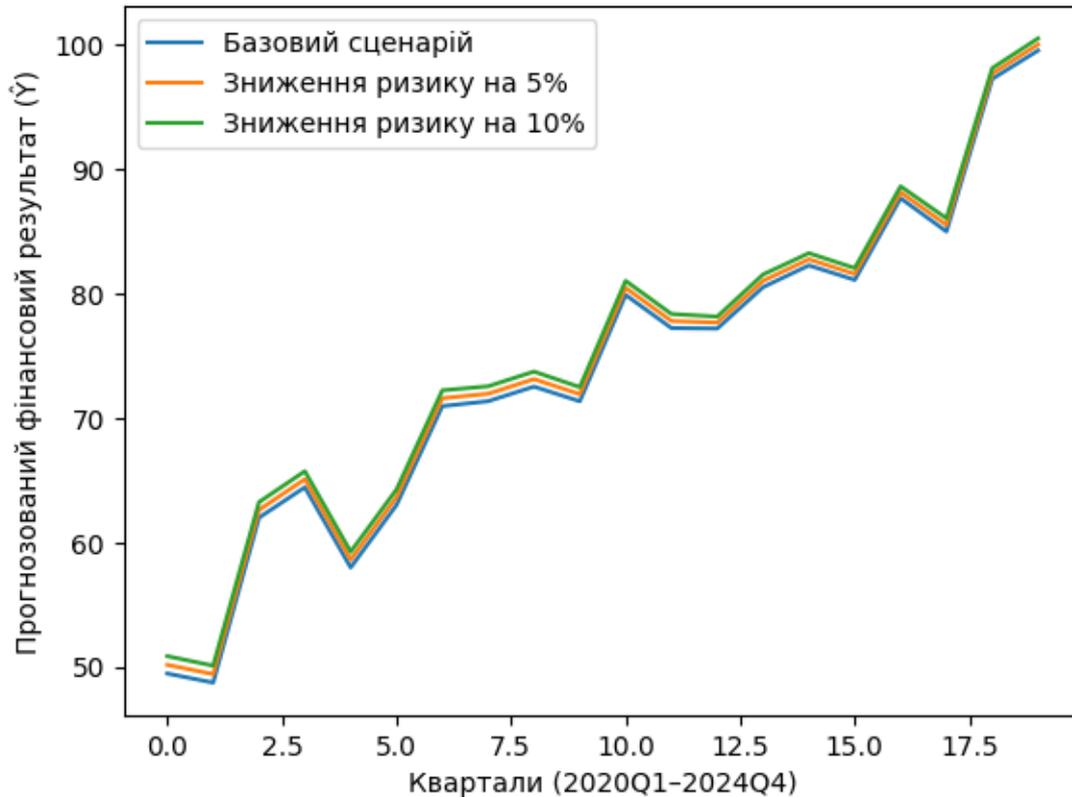


Рис.1. Частковий вплив інвестиційної активності (X_2) на прогнозований фінансовий результат акціонерного підприємства з урахуванням 95% довірчого інтервалу

Джерело: побудовано автором

Графік відображає зміну прогнозованого фінансового результату залежно від зростання інвестиційної активності (X_2) за умови фіксації інших факторів на медіанному рівні, що дозволяє ізолювати та кількісно оцінити саме вплив інвестиційного чинника. Заштрихована зона відповідає 95% довірчому інтервалу та демонструє межі статистичної невизначеності прогнозу. Отримані результати свідчать про наявність стійкого позитивного зв'язку: зі збільшенням обсягу інвестицій прогнозований фінансовий результат зростає, при цьому на вищих рівнях інвестицій спостерігається незначне розширення діапазону варіації прогнозних значень.

Висновки. У результаті проведеного дослідження обґрунтовано доцільність комплексного застосування економіко-математичних методів у моделюванні діяльності акціонерних підприємств в умовах цифрової



трансформації економіки та зростання вимог до ефективності корпоративного управління. Розроблений інтегрований підхід, що поєднує економетричний, оптимізаційний та прогнозно-сценарний блоки, дозволяє формалізувати ключові управлінські процеси та забезпечити кількісне обґрунтування стратегічних рішень.

У межах дослідження встановлено статистично значущий вплив інвестиційної активності та параметрів корпоративного контролю на фінансові результати підприємства, підтверджено достатній рівень пояснювальної здатності регресійної моделі та доведено ефективність оптимізаційного перерозподілу ресурсів. Сценарний аналіз засвідчив, що зниження рівня ризиковості та раціоналізація структури капіталу мають позитивний вплив на фінансову стійкість і прогнозовану ринкову вартість підприємства. Отримані результати свідчать про практичну придатність запропонованої моделі для використання в системі стратегічного управління акціонерними товариствами.

Поставлені на початку дослідження завдання виконано: узагальнено теоретико-методичні засади використання економіко-математичних методів у корпоративному управлінні, сформовано структурну модель оцінювання ефективності діяльності акціонерного підприємства, розроблено механізм інтеграції результатів моделювання у процес прийняття управлінських рішень та визначено практичні напрями впровадження запропонованого підходу.

Разом із тим подальшого наукового опрацювання потребують питання розширення емпіричної бази дослідження, застосування панельних та нелінійних моделей для врахування складних динамічних взаємозв'язків, а також розроблення адаптивних алгоритмів моделювання з використанням методів машинного навчання. Перспективним напрямом є інтеграція запропонованої моделі у цифрові системи підтримки прийняття управлінських рішень та формування комплексної аналітичної платформи корпоративного управління.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що системне використання економіко-математичних методів створює науково обґрунтовану



основу для підвищення ефективності діяльності акціонерних підприємств, зміцнення їх фінансової стійкості та забезпечення довгострокового стратегічного розвитку.

Список використаних джерел

1. Nguyen, T. X. H., Dang, H. N. Impact of corporate governance and ownership on business performance: A case study of Vietnam // *Problems and Perspectives in Management*. – 2022. – Vol. 20, No. 2. – P. 96–106. – DOI: 10.21511/ppm.20(2). 2022. 09. https://www.businessperspectives.org/images/pdf/applications/publishing/templates/article/assets/16447/PPM_2022_02_Nguyen.pdf?utm_source=chatgpt.com
2. Tirkolaei, E. B., Aydin, N., Mahdavi, I. A bi-level decision-making system to optimize a robust-resilient-sustainable aggregate production planning problem // *Expert Systems with Applications*. – 2023. – Vol. 228. – Art. 120476. – DOI: 10.1016/j.eswa.2023.120476. https://dl.acm.org/doi/abs/10.1016/j.eswa.2023.120476?utm_source=chatgpt.com
3. Xie Y., Allen C., Ali M. Critical success factor based resource allocation in ERP implementation: A nonlinear programming model // *Heliyon*. – 2022. – Vol. 8, No. 8. – Art. e10044. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10044>
4. Ігнатенко М. М., Мармуль Л. О., Романюк І. А. Розвиток конкурентних стратегій підприємств в умовах глобалізації ринків // *Економічний вісник університету*. 2023. Вип. 57. С. 45–51. DOI: 10.31470/2306-546X-2023-57-45-51. https://www.researchgate.net/publication/372973361_Development_of_competitive_strategies_by_enterprises_in_the_globalization_of_market
5. Савицька Н. Л., Чміль Г. Л. Трансформація взаємодії суб'єктів ринку в умовах диджиталізації маркетингу // *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2022. Вип. 1(01). С. 112–117. DOI: 10.32782/dees.1-18.
6. Мушеник І.М., Чернобай Л.М. Застосування інформаційних технологій для оптимізації стратегічного управління та підвищення ефективності діяльності акціонерних товариств / І.М. Мушеник, Л.М. Чернобай // *Інфраструктура ринку*. – 2025. – Вип. 82. – С. 165–169. http://www.market-infr.od.ua/journals/2025/82_2025/29.pdf.
7. Богданюк І. В., Мандич С. М. Багатофакторна модель оцінки ризиків та їх вплив на економічну безпеку підприємства // *Бізнес Інформ*. – 2024. – № 9. – С. 148–153. – DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-9-148-153>
8. Чернова Н. Л., Чернов О. О., Пирогова С. Є. Застосування методів машинного навчання в алгоритмі пошуку партнерів для колаборації на прикладі сектора роздрібної



торгівлі // *Бізнес Інформ.* – 2024. – № 9. – С. 153–161. – DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-9-153-161>

9. Мушеник І. М., Збаравська Л. Ю. Сучасні інформаційні технології для моделювання та виявлення релевантної інформації у великих базах даних // *Наукові інновації та передові технології.* – 2025. – № 3(43). – С. 1307–1317. – DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-3\(43\)-1307-1317](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-3(43)-1307-1317)

10. Полякова О. Ю., Гольцяєва Л. А. Основні засади формування комплексу моделей управління фінансовими ризиками підприємства // *БІЗНЕС ІНФОРМ.* – 2013. – № 6. – С. 106–110. https://www.business-inform.net/pdf/2013/6_0/106_110.pdf

11. Larchenko O. V. The efficiency analysis of the mathematical modeling methods application in the economy // *Вісник Херсонського національного технічного університету.* – 2023. – № 2(85). – С. 163–167. – DOI: 10.35546/kntu2078-4481.2023.2.22

12. Коляденко С., Говоруха В. Економіко-математичне моделювання управління витратами підприємства // *Формування ринкової економіки в Україні.* – 2017. – Вип. 38. – С. 98–103. https://econom.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/03/Rorm_Rynk_Econ_38_2017.pdf