

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАДИЦІЙНИХ ТА AI-МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ

©2024 ЯЦЕНКО Р. М., ПОРОХНАВЕЦЬ А. А.

УДК 330.322:004.8
JEL: G11; G32

Яценко Р. М., Порохнавець А. А. Порівняння ефективності традиційних та AI-методів оптимізації інвестиційного портфеля

Метою статті є проведення порівняльного аналізу ефективності традиційних та AI-методів оптимізації інвестиційного портфеля. Об'єкт дослідження – інвестиційний портфель. Предмет дослідження – традиційні та AI-методи оптимізації. Стаття є дослідженням ефективності використання традиційних та AI-методів оптимізації інвестиційного портфеля на основі сучасної теорії портфеля інвестиційних ресурсів, застосування наявних математичних методів і моделей, що можуть надавати обґрунтовані розрахунки прибутковості портфеля за логічною послідовністю розрахунку середньозваженої вартості капіталу. Проведений аналіз дозволив визначити основні складові елементи, що забезпечують прибутковість різних джерел коштів, зокрема власних, кредитних та капіталу привілейованих акцій. У ході дослідження було акцентовано увагу на тому, що застосування різних моделей для джерел коштів дозволяє використовувати принципово відмінні елементи та по-різному впливає на загальну прибутковість портфеля. Проте основною складністю застосування класичних методів оптимізації інвестиційного портфеля виступає активна рухливість фінансових ринків, що обумовлена загальним станом зовнішнього макроекономічного середовища. Відповідно до цього вкладники капіталу, як інвестори, так і кредиторі, прагнуть максимально знизити можливі ризики, а отже, потребують застосування тих фінансових інструментів, які за меншого ризику будуть забезпечувати більш високий прибуток. Проведені прикладні дослідження з використанням AI-методів показали, що вони потребують застосування точного математичного інструментарію для розрахунку конкретних кількісних показників, на відміну від отриманих загальних рекомендацій щодо оптимізації інвестиційного портфеля.

Ключові слова: інвестиційний портфель, штучний інтелект (AI), середньозважена вартість капіталу, ризик, прибутковість інвестицій.

Рис.: 1. Табл.: 2. **Формул.:** 2. **Бібл.:** 9.

Яценко Роман Миколайович – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики і системного аналізу, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

E-mail: roman.yatsenko@hneu.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7968-6890>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57218566711>

Порохнавець Андрій Андрійович – аспірант кафедри економічної кібернетики і системного аналізу, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

E-mail: porokhnavets.andrii@hneu.net

UDC 330.322:004.8
JEL: G11; G32

Yatsenko R. M., Porokhnavets A. A. Comparison of the Effectiveness of Traditional and AI-Based Methods of Investment Portfolio Optimization

The aim of the article is to conduct a comparative analysis of the effectiveness of traditional and AI-based methods of investment portfolio optimization. The object of the research is the investment portfolio. The subject of the research is traditional and AI-based optimization methods. The article is a study of the effectiveness of the use of traditional and AI-based methods of optimizing the investment portfolio on the grounds of the contemporary theory of the portfolio of investment resources, the use of existing mathematical methods and models that can provide reasonable calculations of portfolio profitability according to the logical sequence of calculating the weighted average cost of capital. The carried out analysis allowed to identify the main constituent elements that ensure the profitability of various sources of funds, in particular own, credit and capital of preferred shares. In the course of the study, attention was focused on the fact that the use of different models for sources of funds allows the use of fundamentally different elements and affects the overall profitability of the portfolio in different ways. However, the main difficulty in the application of classical methods of investment portfolio optimization is the active mobility of financial markets, which is due to the general state of the external macroeconomic environment. In accordance with this, capital investors, both investors and creditors, seek to minimize possible risks, and therefore require the use of those financial instruments that will provide higher returns with less risk. Applied studies using AI methods have shown that they require the use of precise mathematical tools to calculate specific quantitative indicators, in contrast to the general recommendations for optimizing the investment portfolio.

Keywords: investment portfolio, artificial intelligence (AI), weighted average cost of capital, risk, return on investment.

Fig.: 1. **Tabl.:** 2. **Formulae:** 2. **Bibl.:** 9.

Yatsenko Roman M. – PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics and System Analysis, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: roman.yatsenko@hneu.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7968-6890>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57218566711>

Porokhnavets Andrii A. – Postgraduate Student of the Department of Economic Cybernetics and System Analysis, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: porokhnavets.andrii@hneu.net

На сучасному етапі, в період дефіциту будь-яких ресурсів, що задіяні в процесі виготовлення готової продукції, з метою забезпечення нормального процесу життєдіяльності та функціональних споживчих потреб людства, оптимізація джерел таких ресурсів, у тому числі й інвестиційних, виступає однією з головних проблем ефективної організації світової економіки. Стосовно оптимізації саме інвестиційного портфеля ресурсів необхідно відзначити, що виходячи з великої кількості інструментів фінансування й самі методи мають досить широкий аспект застосування. Наявність великої бази даних для оцінки та необхідність узагальнення й урахування всіх вагомих критеріїв потребує використання нових технологічних та інноваційних рішень. Одним із найбільш розповсюджених методів виступає використання штучного інтелекту (*Artificial intelligence – AI*).

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що проблематикою даного дослідження займалось багато сучасних як вітчизняних, так і закордонних науковців. При цьому такі українські дослідники, як Шевченко А. [2] та Башинська І. [4] останнім часом намагаються значну увагу приділяти саме проблемам оптимізації інвестиційного портфеля в умовах рухливого, змінюваного зовнішнього середовища. Проблематика досліджень закордонних науковців все ж таки більш стосується можливостей застосування штучного інтелекту (наприклад, у роботі Mestikou M. A., Smeti K. E., Nachaichi Y. [8]), а також методів машинного навчання в економічних і фінансових сферах на макро- та мікрорівнях (Qiao Q., Beling P. A. [9]).

Попри те, що дослідження даної сфери просувається значними темпами, все одно можна виділити проблеми, що потребують досконалішого аналізу, а саме – проблеми, пов'язані з використанням різних за природою свого формування інструментів інвестування та можливістю визначення залежності їх «прибутковості – ризиковості» в умовах звичних для інвестицій критеріїв невизначеності, ризику та дефіциту. Застосування AI тут може сприяти швидшій обробці показників та їх більшій наближеності до реальних, а не узагальнених прогнозованих результатів.

Мета дослідження – проаналізувати ефективність традиційних та AI-методів оптимізації інвестиційного портфеля. *Об'єкт* дослідження – інвестиційний портфель. *Предмет* дослідження – традиційні та AI-методи оптимізації.

У ході дослідження пропонується розглянути та проаналізувати наявні положення сучасної теорії портфеля (*Modern Portfolio Theory*); провести аналіз основних елементів оптимізації інвестиційного портфеля: прибутку від інвестицій та

ризик; розглянути алгоритм створення ідеального диверсифікованого балансу інвестиційного портфеля та його оптимізації; визначити роль в оптимізації інвестиційного портфеля показника WACC (*Weighted average cost of capital*) – середньозваженої вартості капіталу; визначити вплив основних моделей розрахунку вартості джерел коштів на можливі варіанти оптимізації інвестиційного портфеля. Практичний бік визначених положень – застосування методів AI для оптимізації інвестиційного портфеля.

Добре збалансований інвестиційний портфель містить унікальне поєднання активів, необхідних інвестору, щоб досягти своєї терпимості до ризику, а також своїх цілей щодо зростання та доходу протягом певного періоду часу. Загалом інвестиційні портфелі, які містять збалансоване поєднання активів, як правило, генерують вищі доходи та зазнають менших втрат, ніж будь-який окремих актив у портфелі.

Сучасна теорія портфеля (*Modern Portfolio Theory – MPT*) стверджує, що здебільшого інвестиції можуть мати високий ризик / високу винагороду або низький ризик / низьку винагороду. Отже, щоб мінімізувати ризик і максимізувати прибуток, інвестори повинні обирати поєднання інвестицій обох типів відповідно до своїх особистих допусків до ризику.

Хоча сьогодні це здається очевидною концепцією, вона стала новаторською для особистого інвестування, коли економіст Гаррі Марковіц (*H. M. Markowitz*) представив її у статті "Portfolio Selection", опублікованій у 1952 р. (він зрештою отримав Нобелівську премію за свою роботу над MPT) [7]. Ця ідея про те, що диверсифікація портфеля дасть кращий прибуток, ніж портфель, наповнений лише інвестиціями з низьким рівнем ризику, здавалася інвесторам того часу нелогічною. Але, як свідчить світовий досвід, теорія Марковіца виявилася вірною.

Оптимізація портфеля – це більше, ніж загальна диверсифікація, це – цілеспрямована диверсифікація шляхом ретельного відбору активів.

Оптимізація портфеля – це процес, під час якого інвестор обирає свої активи для оптимізації для однієї чи кількох конкретних цілей. Як правило, ці цілі включають мінімізацію фінансового ризику та максимізацію фінансової прибутковості – вічну «ходу по канату», з якою знайомий кожен інвестор.

Основні елементи, які повинен знати кожен, хто намагається оптимізувати свій портфель, включають:

- 1) *Портфельний прибуток від інвестицій*, що характеризується показником «рентабельність інвестицій» (*ROI*) [1]:

$$ROI(\%) = \left(\frac{\text{Present value of investment} - \text{Initial value of investment}}{\text{Initial value of investment}} \right) \times 100\%.$$

Насправді це ключовий елемент для визначення ефективності портфеля загалом, а також окремих активів у ньому. *ROI* використовує простий алгоритм для порівняння поточної вартості інвестиції з її первісною вартістю (також відомою як сума, яку ви за неї заплатили), щоб визначити, зросла чи зменшилася її вартість.

ROI зазвичай використовується для порівняння та ранжування різних активів у порядку привабливості та пріоритету.

Зазвичай чим вищий показник *ROI*, тим краще. Звичайно, вищий прибуток часто пов'язаний із вищим ризиком. Це підводить до такого фактора ефективної оптимізації портфеля, як ризик.

2) *Портфельний ризик*. У фінансовому плані ризик – це ймовірність того, що прибутки від інвестицій будуть відрізнятися від очікуваних.

Незалежно від того, як підприємець сприймає ризик, він за своєю суттю не є поганим чи чимось, чого слід уникати за будь-яку ціну. Коли справа доходить до інвестування, ризик можна розглядати як ресурс. Вплив цього ресурсу генерує прибуток – винагороду в обмін на прийняття невизначеності.

Ризик портфеля – це сума ризиків, пов'язаних з кожним окремим активом у портфелі. Ризик у портфелі можна певною мірою контролювати за допомогою розподілу активів. Інвестування в більш ризиковані активи (а саме – нестабільні *NFT*) збільшить загальний ризик портфеля. Окрім розподілу активів, ринкові зміни є ще одним найбільшим фактором ризику портфеля.

Отже, найбільш загальноживаним і розповсюдженим методом оптимізації інвестиційного портфеля є його диверсифікація. Диверсифікація портфеля – це наповнення одного портфеля некорельованими типами активів.

Портфель із різноманітними некорельованими активами не зазнає непоправного впливу, коли загальні світові економічні тенденції викликають коливання вартості величезних публічних компаній і фондового ринку. Це допомагає запобігти постійній втраті капіталу. Таким чином, диверсифікацію можна розглядати як тип стратегії управління ризиками, яка допомагає портфелям витримувати фінансову нестабільність. Саме завдяки ретельній диверсифікації, яка враховує ризик активів і рентабельність інвестицій, можна досягти оптимізації портфеля.

Процес оптимізації портфеля може бути непростим завданням. Алгоритм створення ідеального диверсифікованого балансу інвестиційного портфеля та його оптимізації наведено на *рис. 1*.

Наприкінці реалізації даного алгоритму здійснюється визначення оптимальної ваги часток, для того, аби зрозуміти чітку картину того, що працює, а що ні, у якому відсотковому відношенні у сформованому портфелі, а також визначити пріоритети розподілу активів.

Розрахунок середньозваженої вартості капіталу (*WACC*) є мінімальною нормою прибутковості, на яку можуть розраховувати інвестори чи кредитори при здійсненні вкладень. Даний показник розраховується як середнє значення вартостей окремих компонентів щодо їхньої частини в загальній структурі капіталу [1]:

$$WACC = W_{KK} \cdot K_{KK} \cdot (1 - T) + W_{ПА} \cdot K_{ПА} + W_{BK} \cdot K_{BK},$$

де W_{KK} , $W_{ПА}$, W_{BK} – частина в загальній структурі капіталу відповідно кредитних коштів, привілейованих акцій, власного капіталу (разом із акціонерним), точніше: простих акцій, амортизаційних відрахувань і нерозподіленого прибутку підприємства;

K_{KK} , $K_{ПА}$, K_{BK} – вартість відповідних частин капіталу (необхідна їхня прибутковість);

T – ставка податку на прибуток.

Тут треба зазначити, що для визначення вартості кожної з часток капіталу застосовуються альтернативні моделі розрахунку вартості джерел коштів (*табл. 1*).

Саме на даному етапі виникає відмінність в методології оцінки інвестиційних проектів, де за традиційним підходом використовуються такі показники, як: чиста приведена вартість інвестиційного проекту (*NPV – Net Present Value*), період окупності проекту (*PBP – Payback Period*), індекс прибутковості (*PI – Profitability Index*), розрахунковий рівень прибутковості (*ARR – Accounting Rate of Return*), внутрішній коефіцієнт рентабельності (*IRR – Internal Rate of Return*). У випадку ж використання для оцінки інвестиційного проекту схеми власного капіталу замість показника *IRR* застосовується показник *WACC*, за логікою формування якого капітал уже наявний, а от прибутковість його часток може варіюватися залежно від моделі, яка використовується.

Звісно, найкращим варіантом є формування власної моделі інвестиційних активів – для визначення їх переваг і недоліків та подальшої оптимізації.

Коли існує розуміння щодо частини ваги певних інвестиційних інструментів та приналежності їх до певної категорії, наприклад швидкозростаю-

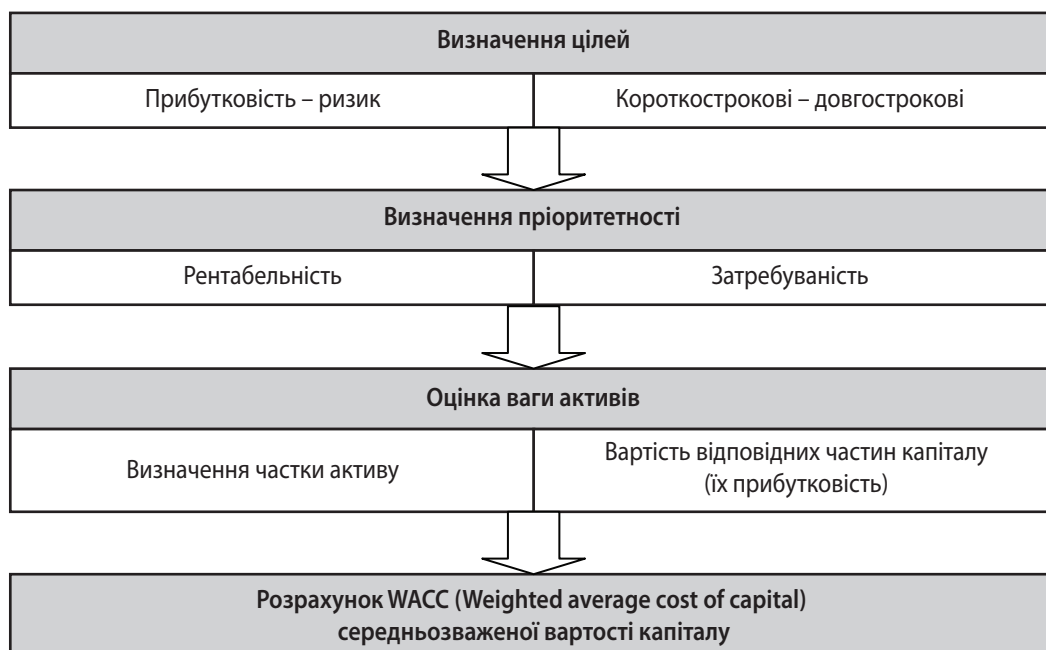


Рис. 1. Алгоритм створення ідеального диверсифікованого балансу інвестиційного портфеля та його оптимізації

Джерело: сформовано на основі [1].

Таблиця 1

Основні моделі розрахунку вартості джерел коштів

Джерело формування капіталу	Моделі	Основні складові елементи
1	2	3
Кредитний капітал	1. Довгостроковий кредит від комерційного банку	Процентна ставка за банківським кредитом, %; рівень витрат із залучення банківського кредиту
	2. Випуск облігацій	Ставка відсотка, %; розмір позики (номінальна вартість облігацій); потокова реалізаційна ціна облігацій; загальний термін передбачуваної позики (або кількість років, що залишилися до погашення облігацій)
	3. Вартість фінансового лізингу	Річна лізингова ставка, %; норма річної амортизації активу, залученого на умовах фінансового лізингу, %; рівень витрат з одержання активу на умовах фінансового лізингу відносно вартості цього активу, що виражений десятковим дробом
	4. Вартість товарного (комерційного) кредиту	Вартість товарного кредиту; розмір цінового зниження при проведенні платежу за продукцію («платіж проти документів»); термін надання відстрочки платежу за продукцію, днів; ставка відсотків за вексельний кредит, %
Власний капітал	1. Прогнозоване зростання дивідендів	Прогнозоване значення дивідендів з простих акцій на найближчий період; ринкова ціна однієї простої акції; прогнозоване щорічне збільшення дивідендів
	2. Цінова модель капітальних активів CAPM (Capital Assets Price Model)	Прибутковість безризикових цінних паперів (гарантований відсоток, що виплачується за державними цінними паперами); очікуваний показник прибутковості в середньому з фондового ринку; ринкова премія за ризик; показник ризику (β -коефіцієнт)

1	2	3
	3. Прибуток на акцію	Величина чистого прибутку (після сплати податків і відсотків за довгостроковим боргом) у розрахунку на одну акцію; ринкова ціна однієї простої акції
	4. «Дохід на облігацію плюс премія за ризик»	Розмір щорічних фіксованих дивідендів на акцію, грош. од.; поточна ринкова ціна привілейованої акції; емісійна вартість привілейованої акції; витрати на випуск привілейованих акцій, грош. од.;
Капітал привілейованих акцій		Розмір щорічного фіксованого дивіденду на акцію, грош. од.; поточна ринкова ціна привілейованої акції; емісійна вартість привілейованої акції; витрати на випуск привілейованих акцій, грош. од.

Джерело: складено на основі [1].

чих, можна здійснювати ефективно переформатування портфеля, щоб забезпечити відповідність *ROI* параметрам терпимості до ризику.

Сьогодні сучасне багатство полягає в новій технологічній інвестиційній можливості: цифрових активів. Цифрові активи можуть існувати повністю в цифровій сфері, а також включати токени, які представляють фізичні активи.

Наприклад, така криптовалюта, як біткоїн або ефіріум, є інноваційною формою цифрових активів, які функціонують виключно у віртуальному середовищі. На відміну від традиційних валют або активів криптовалюти не мають фізичної форми, але це не заважає їм набувати реальної цінності на світових ринках. Незважаючи на те, що концепція віртуальної валюти все ще викликає скептицизм серед частини традиційних інвесторів, стрімке зростання кількості криптомільйонерів демонструє, що криптовалюта є вагомою інвестиційною можливістю.

І ця вартість обов'язково зросте, оскільки, згідно з дослідженнями Fidelity Digital Assets [6], інституційні інвестори виявляють зростаючий інтерес до додавання цифрових активів до своїх портфелів.

Після додавання «нового класу інвестованих активів», тобто цифрових активів, до вашого портфоліо, наступним кроком є ще більше тактик розвитку та підтримки збалансованих інвестицій.

Іншим напрямом цифровізації роботи з інвестиційними ресурсами є використання штучного інтелекту – AI.

Так, за запитом оптимізації інвестиційного портфеля AI може надати таке трактування: «оптимальний інвестиційний портфель залежить від багатьох факторів, таких як фінансові цілі, рівень ри-

зику, часовий горизонт та інші індивідуальні обставини» [5], тобто застосує всі ті критерії, які наявні в сучасній теорії портфеля. Крім того, програма може сформулювати кілька загальних порад для створення оптимального інвестиційного портфеля:

- ✦ *проведення диверсифікації*, що передбачає розподіл усіх можливих інвестицій серед різних активів (акції, облігації, нерухомість, золото тощо) для зниження ризиків;
- ✦ *урахування часового горизонту*: якщо інвестування планується на довгий термін (10 років і більше), можна дозволити більший ризик, наприклад більше інвестувати в акції. Якщо горизонт коротший, варто більше зосередитися на більш стабільних активах;
- ✦ *оцінка ризикового профілю*, що передбачає визначення рівня прийняттого ризику;
- ✦ *постійне здійснення ребалансування портфеля*, що дасть змогу його коригувати для того, аби він відповідав цілям і ринковим умовам.

Розглянемо приклад з формування інвестиційного портфеля окремого суб'єкта господарювання, який включає: нерухомість вартістю 100 тис. доларів США; вільні фінансові кошти в розмірі 10 тис. дол. США; акції публічної корпорації з дивідендами в розмірі 50 дол. США на рік; частку в приватному акціонерному товаристві в розмірі 30% за статутного фонду 10 тис. дол. США; цінні метали вартістю 2 тис. дол. США.

AI визначив даний інвестиційний портфель таким чином: це добре диверсифікований портфель з активами в різних класах (табл. 2).

Оцінка інвестиційного портфеля за допомогою AI

Актив	Розмір, дол. США	Частка, %	Примітка
Нерухомість	100,000	86,96	Це найбільший актив у портфелі. Нерухомість зазвичай вважається менш ризикованою інвестицією, особливо на довгострокову перспективу
Вільні фінансові кошти	10,000	8,70	Готівка або ліквідні активи. Це забезпечує вам можливість швидко реагувати на ринкові можливості або покривати непередбачені витрати
Акції публічної корпорації	50	Оцінка вартості залежить від ринкової ціни акцій	Акції забезпечують невеликий дохід від дивідендів і потенційно можуть зрости в ціні
Частка в закритому акціонерному товаристві	3,000	2,61	Цей актив може мати високий потенціал, але також супроводжується певним ризиком через низьку ліквідність і залежність від успіху компанії
Цінні метали	2,000	1,74	Використовуються для захисту від інфляції та збереження вартості в часи економічної нестабільності
УСЬОГО	115,000	100	

Джерело: складено з використанням [5].

Загальними висновками AI є такі:

- ✦ портфель сильно перекошений в сторону нерухомості (87%). Варто розглянути можливість збільшення частки в акціях або інших ліквідних активах, якщо інвестиційний горизонт це дозволяє;
- ✦ застосування можливості додавання інших класів активів, таких як облігації або фонди (ETF), щоб зменшити ризик і збільшити потенційний дохід;
- ✦ варто розглянути інвестиції в додаткові акції або фонди з диверсифікованим портфелем, що потенційно дасть можливість збільшити доходи;
- ✦ доцільно зберігати частину капіталу в ліквідних активах, наприклад у державних облігаціях або високодохідних депозитах, щоб забезпечити фінансову гнучкість.

Проте, розглядаючи отриману табл. 2 інвестиційного портфеля, що сформована AI, можна відразу визначити певний ряд недоліків, де одним із головних є відносна оцінка джерел фінансування, відсутність урахування тенденцій ринкових факторів усіх сегментів фінансового ринку. Зокрема, це можна побачити при оцінці акцій та облігацій, які по суті мають подвійну природу – як інструменти доходності та інструменти створення інвестиційної вартості. Традиційні методи мають ґрунтовні фор-

мули та моделі розрахунку, що дають змогу отримувати кількісні, а не відносні показники.

Наразі для використання AI необхідно формування логічних математично обґрунтованих алгоритмів розрахунків, які б мали змогу звертатися до відкритих джерел інформації щодо стану ринку, вартості акцій і облігацій, логіки формування банківського відсотка та його тенденцій, можливостей застосування методології дисконтування та нарощування для розрахунків.

ВИСНОВКИ

Отримані результати дослідження свідчать про те, що для застосування AI-методів для оптимізації інвестиційного портфеля необхідно активна їх інтеграція з методами математичного моделювання, які дадуть можливість розраховувати конкретні кількісні показники на основі використання поточних тенденцій світового фінансового ринку. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Боярко І. М., Гриценко Л. Л. Інвестиційний аналіз : навч. посіб. Київ : ЦУЛ, 2019. 400 с.
2. Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні : монографія / за заг. ред. А. І. Шевченка. Київ: Інститут проблем штучного інтелекту, 2023. 305 с. DOI: https://doi.org/10.15407/development_strategy_2023

3. Таранич А. В., Пелехаський Д. О. Використання штучного інтелекту в процесах стратегічного управління підприємствами. *Економіка України*. 2024. № 1. С. 54–65.
DOI: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2024.01.054>
4. Bashynska I., Niekrasova L., Malynovska Y. Bayesian Network as a Decision Support System in the Company's Risk Management System of Emergency Situations. *IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology* (Kharkiv, 15 November 2023). Kharkiv : NTU «KhPI», 2023.
DOI: 10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312911
5. ChatGPT. URL: <https://chatgpt.com/>
6. Fidelity Digital Assets. URL: <https://www.fidelitydigitalassets.com>
7. Markowitz H. M. Portfolio Selection. *The Journal of Finance*. 1952. Vol. 7. No. 1. P. 77–91. URL: https://www.math.ust.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz_JF.pdf
8. Mestikou M. A., Smeti K. E., Hachaichi Y. Artificial intelligence and machine learning in financial services. Market developments and financial stability implications. *Financial Stability Board (FSB)*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14528.40967>
9. Qiao Q., Beling P. A. Decision analytics and machine learning in economic and financial systems. *Environment Systems and Decisions*. 2016. Vol. 36. P. 109–113.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10669-016-9601-x>

REFERENCES

- Bashynska, I., Niekrasova, L., and Malynovska, Y. "Bayesian Network as a Decision Support System in the Company's Risk Management System of Emergency Situations". *IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology*. Kharkiv: NTU «KhPI», 2023.
DOI: 10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312911
- Boiarko, I. M., and Hrytsenko, L. L. *Investytsiyni analiz* [Investment Analysis]. Kyiv: TsUL, 2019.
- Fidelity Digital Assets. <https://www.fidelitydigitalassets.com>
- Markowitz, H. M. "Portfolio Selection". *The Journal of Finance*. 1952. https://www.math.ust.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz_JF.pdf
- Mestikou, M. A., Smeti, K. E., and Hachaichi, Y. "Artificial intelligence and machine learning in financial services. Market developments and financial stability implications". *Financial Stability Board (FSB)*. 2023.
DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14528.40967>
- Qiao, Q., and Beling, P. A. "Decision analytics and machine learning in economic and financial systems". *Environment Systems and Decisions*, vol. 36 (2016): 109-113.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10669-016-9601-x>
- ShatGPT. <https://chatgpt.com/>
- Stratehiia rozvytku shtuchnoho intelektu v Ukraini* [Strategy for Artificial Intelligence Development in Ukraine] / ed. by A. I. Shevchenko. Kyiv: Instytut problem shtuchnoho intelektu, 2023.
DOI: https://doi.org/10.15407/development_strategy_2023
- Taranych, A. V., and Pelehatskyi, D. O. "Vykorystannia shtuchnoho intelektu v protsesakh stratehichnoho upravlinnia pidpriemstvamy" [Use of Artificial Intelligence in Strategic Management of Enterprises]. *Ekonomika Ukrainy*, no. 1 (2024): 54-65.
DOI: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2024.01.054>