

Сумін Д.Ю., Щербина І.С., к.т.н.,
Корнійчик І.Ю.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИБОРУ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПОРТФЕЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМУ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Сумін Д.Ю., Щербина І.С., Корнійчик І.Ю. Оптимізація вибору інвестиційних портфельів за допомогою алгоритму часових рядів. Стаття досліджує оптимізацію інвестиційних портфельів за допомогою алгоритму часових рядів. Застосування цього інноваційного підходу дозволяє ефективно аналізувати ринкові дані та прогнозувати зміни. Стаття акцентує на важливості адаптації стратегій до швидкозмінних ринкових умов для оптимізації портфельів та зменшення інвестиційних ризиків.

Ключові слова: оптимізація інвестиційних портфельів, алгоритм часових рядів, фінансова аналітика, стратегії диверсифікації, аналіз ринкових даних, управління ризиками

Sumin D.Yu., Shcherbina I.S., Korniiychuk I.Yu. Optimization of Investment Portfolio Selection Using Time Series Algorithms. In contemporary financial analytics, precise forecasting and optimizing investment portfolios are paramount. Traditional diversification methods have limitations in volatile markets, necessitating innovative approaches. This article proposes leveraging time series algorithms to enhance the analysis of market data and improve forecasting accuracy. The algorithm's development and implementation offer a breakthrough, significantly improving investment decision accuracy. The focus is on adapting algorithms to dynamic market conditions, utilizing new technologies for effective risk management, and achieving a balance between risk and return. This article addresses gaps in existing research, emphasizing the importance of time series algorithms in optimizing investment portfolios for robust decision-making in diverse market scenarios.

Keywords: investment portfolio optimization, Time Series Algorithms, financial analytics market data forecasting

Вступ

У сучасній фінансовій аналітиці ключову роль відіграє точне прогнозування та оптимізація інвестиційних портфельів. Традиційні методи, такі як Марковіцький підхід до диверсифікації, вже давно є фундаментом для інвесторів, однак вони мають свої обмеження у волатильному фінансовому середовищі. Ця стаття пропонує інноваційний підхід, заснований на використанні алгоритму часових рядів, який дозволяє глибше аналізувати ринкові дані та ефективніше прогнозувати ринкові зміни. Розробка та впровадження цього алгоритму може значно підвищити точність інвестиційних рішень, відкриваючи нові можливості для управління портфелями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Інвестиційні портфелі представляють собою критичний механізм для оптимізації капітальних розміщень. Ці комплексні структури можуть включати в себе різноманітність фінансових інструментів, від акцій до облігацій, і від валют до товарних деривативів. Академічна література в області фінансів засвідчує значну кількість емпіричних та теоретичних досліджень, спрямованих на аналіз ефективності та ризикопрофілю інвестиційних портфельів [1].

Диверсифікація в інвестиційних портфелях визнана ключовою стратегією для зменшення ризиків та підвищення доходності, як підтверджує дослідження [2]. Цей підхід заснований на розподілі інвестицій між різними класами активів та географічними зонами, створюючи компенсаційний ефект для зменшення волатильності портфеля. Така диверсифікація дозволяє балансувати ризики та доходи, враховуючи динаміку різних ринків, і є фундаментом для довгострокової стратегії інвестування.

Дослідження [3] розглядає розвиток комплексних математичних моделей і алгоритмів для оптимізації інвестиційних портфельів. Центральними аспектами є моделі для розв'язання задач оптимізації з використанням нечіткої логіки та опуклої оптимізації.

Особлива увага приділяється аналізу характеристик нечітких портфелів і розробці інструментів для багатокритеріальної оптимізації в умовах невизначеності.

Дослідження Мазіна А.М. Аль-Джанабі [4] фокусується на впливі моделювання ризику ліквідності на загальні параметри ризику ринку, особливо для великих товарних портфелів. Використовуючи методи машинного навчання, дослідження аналізує ризики та потенційну доходність у різних ринкових умовах, з акцентом на ліквідність різноманітних інвестиційних активів.

У дослідженні Енгелі та Форда [5] акцентується на важливості активного управління ризиками в інвестиційних портфелях, особливо під час економічних криз. Вони підкреслюють, що управління ризиком є невід'ємною частиною оптимізації портфелів, маючи на меті зниження потенційних втрат та збереження капіталу. Процес управління ризиками включає ідентифікацію та квантитативну оцінку ризикових факторів, вимагаючи детального аналізу ринкових умов та застосування статистичних методів [6].

Дослідження [7], опубліковане в "Journal of Financial Economics", проаналізувало поведінку інвестиційних портфелів під час фінансових криз. Результати показали, що портфелі з більш високим рівнем диверсифікації та систематичним хеджуванням, наприклад за допомогою ф'ючерсних контрактів, мали менші втрати та стабільнішу доходність порівняно з менш диверсифікованими портфелями. Це демонструє ефективність хеджування як стратегії збереження капіталу в невизначених ринкових умовах [8].

У академічному контексті вивчається оптимізація стратегій управління інвестиційними портфелями. У праці Вільяма Шарпа та Джеффри Янга [9] можна побачити, що поєднання різних інвестиційних стратегій, включаючи пасивне і активне інвестування та технічний аналіз, може поліпшити ефективність портфеля. Аналіз історичних даних портфелів, сформованих за цими стратегіями, використовував регресійний аналіз та кореляційні методи. Також дослідження Готцмана та Хегедюса [10] демонструє, що інтеграція різних факторів може оптимізувати показники портфеля.

Таким чином, згідно з результатами проведених досліджень, інвестиційні портфелі можуть бути налаштовані з урахуванням цілого спектру критеріїв та факторів, включаючи не лише стратегічні прийоми управління, але й корпоративні характеристики, стилістику інвестиційної поведінки та регіональну алокацію активів. Використання факторного аналізу, який включає в себе параметри, такі як вартість, моментум та низька волатильність, виявляється корисним у підвищенні ефективності портфеля та у зменшенні інвестиційних ризиків.

Критичний аналіз розглянутих джерел показує, що дослідження в області інвестиційних портфелів зосереджується на різних аспектах оптимізації та управління ризиками. Наприклад, в дослідженні Мазіна А.М. Аль-Джанабі вивчається вплив моделювання ризику ліквідності, а Енгелі та Форд акцентують на важливості активного управління ризиками. Однак, питання ефективного застосування цих стратегій в різних ринкових умовах та адаптації до швидкозмінних економічних сценаріїв залишаються відкритими. Дослідження показують необхідність подальшого розвитку інструментів аналізу та управління для оптимізації інвестиційних портфелів.

Виявлено, що значна частина робіт не охоплює питання адаптації стратегій управління інвестиційними портфелями до швидкозмінних ринкових умов та економічних криз. Також мало уваги приділено балансуванню між ризиком та доходністю в контексті нових фінансових інструментів та технологій.

На основі ідентифікованих прогалин, тематика дослідження у статті фокусується на розробці стратегій оптимізації інвестиційних портфелів, які враховують динамічність ринку та новітні технологічні засоби для ефективного управління ризиками та досягнення стабільної доходності.

Стаття зосереджується на розробці та застосуванні алгоритмів часових рядів для оптимізації інвестиційних портфелів. Особлива увага приділяється адаптації цих алгоритмів до швидко змінних ринкових умов та інтеграції нових фінансових технологій для покращення балансу між ризиком і доходністю. Цей підхід виокремлюється як ключовий для розуміння та вирішення проблем, які були недостатньо розглянуті в інших дослідженнях.

Мета дослідження

Мета дослідження: розробити систему на основі алгоритму часових рядів для оптимізації інвестиційних портфельів, що адаптується до швидкозмінних ринкових умов та інтегрує сучасні фінансові технології для ефективного балансування ризику та доходності.

Задачі дослідження:

- проаналізувати існуючі методи управління інвестиційними портфелями, виявити ключові недоліки та обмеження в їх адаптивності та ефективності;
- розробити математичну модель, яка базується на алгоритмах часових рядів, спрямовану на оптимізацію портфельів з врахуванням динаміки ринку та новітніх фінансових інновацій;
- провести обробку та аналіз експериментальних даних, щоб оцінити ефективність та адаптивність запропонованої моделі в реальних ринкових умовах.

1. Аналіз, математичне моделювання та обробка експериментальних даних

1.1. Аналіз методів вирішення поставленої задачі

У сфері інвестиційної діяльності використовуються різні методи структурування портфельів, що спрямовані на відповідність інвестиційних цілей, рівня ризику та інших критеріїв інвестора. Один із найбільш визнаних методів - це Марковіцька модель оптимізації портфелью, розроблена Гаррі Марковіцем [11]. Цей підхід вирізняється концепцією "ефективного фронту", яка допомагає вибрати оптимальну комбінацію активів для максимізації доходності при заданому рівні ризику або для мінімізації ризику при очікуваній доходності. Важливими параметрами для реалізації цієї методики є очікувана доходність, волатильність (стандартне відхилення) і кореляція між активами. Марковіцька модель передбачає глибокий аналіз цих параметрів для кожного активу в портфелі, що дозволяє створити портфель, що відповідає інвестиційним цілям та ризиковому профілю інвестора.

Методика Марковіца має переваги, такі як мінімізація ризику портфелью, оптимальна алокація капіталу та фундаментальна диверсифікація, що забезпечують стабільну дохідність у довготривалій перспективі та підвищену загальну дохідність. Проте, існують недоліки, такі як обчислювальна складність, прогнозна невизначеність, проблема кореляційної залежності між активами та фінансова доступність, що можуть обмежувати її застосування для деяких інвесторів. З урахуванням цих факторів, методика Марковіца залишається важливим інструментом для інвесторів, які націлені на раціональну алокацію ресурсів з метою мінімізації ризику та максимізації доходу.

Методологія оцінки портфелью, розроблена Марком Кархартом у 1997 році, розширює модель Фама-Френча і враховує чотири ключових фактори: ринковий портфель, SMB (Small Minus Big), HML (High Minus Low) та MOM (Momentum) [12]. Ця методологія дозволяє деталізувати доходність портфелью акцій і знаходить широке застосування в управлінні портфелями та аналітичних дослідженнях. Однак для її застосування потрібно глибоке розуміння кожного фактору та ринкових особливостей.

Методика Кархарта має переваги, такі як мінімізація ризиків та максимізація доходів, врахування коефіцієнта кореляції та використання статистичних методів. Проте, її недоліки включають високу складність, вимоги до якісних вхідних даних, неврахування неліквідності та обмежену універсальність.

Методологія на основі бета-коефіцієнта, розроблена вченим Білдом, дозволяє інвесторам аналізувати систематичний ризик та волатильність інвестиційного портфелью у контексті ринкових умов, забезпечуючи оперативну простоту та доступність інформаційних ресурсів [13]. Вона ідентифікує систематичні ризики портфелью, але має обмеження, пов'язані зі змінами ринкової волатильності, вибором порівняльного індексу та неврахуванням індивідуальних та несистематичних ризиків. Інвесторам рекомендується використовувати цей метод з обережністю та проводити комплексний аналіз для більш точної оцінки ризиків і доходності свого портфелью.

1.2. Запропонована математична модель для вирішення задачі

При аналізі і виборі оптимальних інвестиційних портфелів, важливі критерії включають дохідність, рівень ризику, кореляцію між активами та показники доходності портфелю. Методологія аналізу часових рядів дозволяє проводити динамічний аналіз і передбачати поведінку активів на основі історичних даних. Вона допомагає визначати кореляції між активами, що дозволяє зменшити ризик через диверсифікацію та оцінювати ефективність інвестиційної стратегії. Основні критерії для аналізу включають ризик, рентабельність і ліквідність. Комплексний аналіз цих критеріїв допомагає інвесторам максимізувати дохід, керувати ризиками і забезпечувати ліквідність портфеля.

Запропонована математична модель для ідентифікації оптимальних інвестиційних стратегій на фоні методології аналізу часових рядів передбачає оцінювання показників, таких як дохідність, волатильність та взаємозв'язок для кожного типу активу. За допомогою цих показників відбувається селекція найефективнішого портфелю. По завершенню формування портфеля проводяться подальші розрахунки його кумулятивної доходності та ризикового профілю, які служать основою для кінцевого вибору оптимального портфеля.

Розглянемо $S_{i,j}$ як вартість j -го активу на i -й день. Змінна j має діапазон значень від 1 до n , де n є загальною кількістю інвестиційних активів у композиції портфеля. Змінна i відображає число днів.

З метою оцінки кожного активу j , проводимо аналіз поточних ризикових параметрів та доходності. Позначимо $r_{i,j}$ як дохідність j -го активу. Тоді середню доходність μ_j та стандартне відхилення s_j можна визначити за допомогою наступних математичних виразів:

$$\mu_j = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T r_{i,j} \quad (1)$$

$$s_j = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{i=1}^T (r_{i,j} - \mu_j)^2} \quad (2)$$

Після виконання вищезгаданих розрахунків, процедура включає в себе визначення кореляції між двома активами, j та k . Для цього використовується наступний математичний вираз:

$$\text{corr}_{j,k} = \frac{\sum_{i=1}^T (r_{i,j} - \mu_j)(r_{i,k} - \mu_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^T (r_{i,j} - \mu_j)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^T (r_{i,k} - \mu_k)^2}} \quad (3)$$

У подальшому етапі розглядаються всі можливі варіанти злиття активів із заданими вагами для формування різноманітних інвестиційних портфелів. Для кожного такого портфелю проводиться визначення його середньої доходності та асоційованого ризику. Математичні вирази для цих метрик представлені нижче:

$$\mu_p = \sum_{j=1}^n w_j \mu_j \quad (4)$$

$$s_p = \sqrt{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n w_j w_k \text{corr}_{j,k} s_j s_k} \quad (5)$$

Тут w_j - позначає вагу j -го у розглянутому портфелі.

Для відбору оптимального інвестиційного портфеля існує потреба в максимізації відношення доходності до асоційованого ризику. У цьому контексті ключовим показником служить коефіцієнт Шарпа, який формулюється наступним чином:

$$S = \frac{r_p - r_f}{\sigma_p} \quad (6)$$

де r_p - проекція доходності портфеля, r_f - безризикова ставка відсотка, σ_p - стандартне відхилення доходності портфелю.

Ця метрика відображає рівень доходності, досягнутий портфелем, у відношенні до понесених ризиків. Вищий коефіцієнт Шарпа індикаторний для портфелів із більш вигідним співвідношенням доходності та ризику, та навпаки.

Також актуальним є введення поняття «ефективності портфеля», що характеризується як максимальне значення коефіцієнту Пірсона серед усіх можливих портфелів. Тобто,

ефективні портфелі прагнуть до максимізації доходності при фіксованому, заданому рівні ризику.

В наступній частині аналізу здійснюється визначення коефіцієнтів кореляції між різними активами на основі попередньо розрахованих показників доходності та ризику. Кореляційний коефіцієнт між двома змінними, зокрема X та Y обчислюється як:

$$r(X, Y) = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\text{Sd}(X) * \text{Sd}(Y)} \quad (7)$$

де $\text{Cov}(X, Y)$ - є коваріаційною функцією між X та Y .

Коваріація між X та Y обчислюється як:

$$\text{Cov}(X, Y) = E[(X - E(X))(Y - E(Y))], \quad (8)$$

де E - математичне сподівання.

Стандартне відхилення для змінної X та Y обчислюється як:

$$\text{Sd}(x) = \sqrt{E[(X - E(X))^2]} \quad (9)$$

Коефіцієнт кореляції може варіюватися в межах від -1 до 1. Якщо значення даного коефіцієнта дорівнює -1, існує повна інверсна залежність між змінними; при значенні 0 — взаємозв'язок відсутній; при значенні 1 — існує повна пряма залежність між змінними.

Цей показник є важливим для оцінки спільного руху цін активів у портфелі та вибору оптимальної стратегії диверсифікації ризиків.

Субсеквентний етап аналізу передбачає відбір оптимального інвестиційного портфелю. В рамках цього процесу проводиться зіставлення прогнозованих доходностей та ризикових показників для кожного активу, а також оцінюється міра кореляції між ними. В сценарії, де доходність конкретного активу виявляється вищою за інші та характеризується нижчим рівнем ризику, цей актив рекомендується для інклюзії у портфель.

У ситуації, коли доходність активів схожа, але існує високий рівень кореляції між ними, активи інтегруються у портфель у пропорційних частках. Для більш точного відображення цього механізму нехай маємо N інвестиційних активів з прогнозованими доходностями R_1, R_2, \dots, R_n та відповідними ризиками $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$. Ваги активів у портфелі позначимо як W_1, W_2, \dots, W_n , де сума ваг є рівною одиниці. Тоді прогнозована доходність портфелю формулюється як:

$$R_p = W_1 * R_1 + W_2 * R_2 + \dots + W_n * R_n \quad (10)$$

А для оцінки ризику портфелю використовується дисперсія доходності, яка виражена як:

$$\sigma_p^2 = W_1^2 * \sigma_1^2 + W_2^2 * \sigma_2^2 + \dots + W_n^2 * \sigma_n^2 + 2 * W_1 * W_2 * \rho_{1,2} * \sigma_1 * \sigma_2 + 2 * W_1 * W_3 * \rho_{1,3} * \sigma_1 * \sigma_3 + \dots + 2 * W_{n-1} * W_n * \rho_{n-1,n} * \sigma_{n-1} * \sigma_n, \quad (11)$$

де $\rho_{i,j}$ - коефіцієнт кореляції між i -м та j -м активами.

У підсумку, активи, що вирізняються вищою доходністю та меншим ризиком, рекомендуються для інтеграції у портфель. У випадку схожої доходності, але високої кореляції, активи включаються в портфель у збалансованих пропорціях.

Після формування компонентного складу інвестиційного портфелю, другорядним завданням є визначення його сукупної ефективності та ступеню ризикованості. Цей процес передбачає використання математичних виразів, що базуються на індикаторах доходності та ризику окремих активів портфелю, а також на їх вагових коефіцієнтах у загальному портфелі.

Загальна оцінка ефективності портфелю враховує ваги окремих активів та їх очікувану доходність, що може бути розрахована за допомогою формули:

$$E(R_p) = W_1 * E(R_1) + W_2 * E(R_2) + \dots + W_n * E(R_n), \quad (12)$$

де $E(R_p)$ - загальна очікувана доходність портфелю;

$E(R_i)$ - очікувана доходність i -го активу;

W_1 - його вага у портфелі;

n - кількість активів.

Ступінь ризику портфеля може бути визначений через розрахунок дисперсії його доходності, що розраховується наступним чином:

$$\sigma_p = \sqrt{W_1^2 * \sigma_1^2 + W_2^2 * \sigma_2^2 + \dots + W_n^2 * \sigma_n^2 + 2W_1 * W_2 * \sigma_{1,2} + 2 * W_1 * W_3 * \sigma_{1,3} + \dots + 2 * W_{n-1} * W_n * \rho_{n-1,n} * \sigma_{n-1} * \sigma_n}$$

(13)

де, $\rho_{i,j}$ - кореляційний коефіцієнт між i -м та j -м активами.

Якщо один актив виявляється більш ефективним за інші з мінімальним рівнем ризику, його вага в портфелі може бути підвищена. Якщо ж окремі активи характеризуються схожими показниками доходності, але мають високу взаємну кореляцію, то їх вагові коефіцієнти в портфелі зазвичай робляться порівнюваними.

Після того, як компоненти інвестиційного портфеля визначені, наступна стадія це розрахунок його потенційної прибутковості та асоційованих ризиків. Для цього застосовують математичні рівняння, що враховують прибутковість та нестабільність кожного активу у портфелі, а також їх пропорційну частку в портфелі.

Для оцінки потенційної прибутковості портфеля, можна використовувати наступний вираз:

$$E(R_p) = W_1 * E(R_1) + W_2 * E(R_2) + \dots + W_n * E(R_n), \quad (14)$$

де $E(R_p)$ - проекція прибутковості всього портфелю;

$E(R_i)$ - проекція прибутковості i -го активу;

W_i - частка цього активу в загальній вартості портфелю;

n - кількість активів.

Для оцінки ризику, або стандартного відхилення прибутковості портфеля, можна використовувати формулу:

$$\sigma_p = \sqrt{W_1^2 * \sigma_1^2 + W_2^2 * \sigma_2^2 + \dots + W_n^2 * \sigma_n^2 + 2 * W_1 * W_2 * \sigma_{1,2} + 2 * W_1 * W_3 * \sigma_{1,3} + \dots + 2 * W_{n-1} * W_n * \sigma_{n-1,n}}$$

(15)

де $\sigma_{i,j}$ - коваріація між прибутковістю i -го та j -го активів.

Одержані показники потенційної прибутковості та ризику можна використовувати для порівняння з аналогічними характеристиками інших можливих портфелів. Це дозволить вибрати портфель, який пропонує найкраще співвідношення між очікуваною прибутковістю та ризиком.

1.3. Результати обробки експериментальних даних

Результати обробки експериментальних даних вказують на ефективність алгоритму часових рядів у визначенні оптимального інвестиційного портфелю, що включає акції, облігації, та реальні активи. Процес починається зі збору даних про вартість активів з різних фінансових джерел та їхньої попередньої обробки. Далі відбувається аналіз трендів і оцінка ризиків. На останньому етапі здійснюється оптимізація портфеля для досягнення найкращого балансу між ризиком і потенційним прибутком. Наприклад, в експерименті з акціями Tesla, програма визначила їх як найоптимальніший варіант інвестицій (рис. 1).

Для перевірки достовірності отриманих результатів було застосовано кілька методів. По-перше, використано перехресну перевірку (cross-validation), де датасет був поділений на тренувальні та тестові набори даних для оцінки ефективності моделі. По-друге, застосовано статистичні методи для оцінки точності та надійності результатів. Також, результати були порівняні з вже існуючими дослідженнями та даними ринку для перевірки їхньої консистентності та відповідності реальним умовам ринку.



Рис. 1. Результати вибору найкращих інвестиційних портфелів

2. Обговорення результатів проведеного дослідження

Проведене дослідження зосереджене на розробці та аналізі алгоритму часових рядів для оптимізації інвестиційних портфелів. Цей підхід відкриває нові можливості для інвесторів, даючи їм змогу зробити більш обґрунтовані та ефективні рішення. Результати дослідження вказують на кілька ключових аспектів:

- ефективність алгоритму часових рядів. Застосування алгоритму часових рядів показало його високу ефективність у визначенні оптимальних інвестиційних портфелів. Алгоритм базується на аналізі історичних даних та врахуванні поточних ринкових трендів, що дозволяє робити точніші прогнози щодо розвитку цін на різні активи;

- динаміка ринку та вибір активів. В ході дослідження виявлено, що розуміння ринкової динаміки має вирішальне значення для вибору активів. Особливо це стосується акцій Tesla, які були визначені як найоптимальніший інвестиційний актив. Такий вибір може бути пояснений їх стабільним зростанням та високою потенційною доходністю;

- взаємозв'язок між активами. Виявлення кореляцій між різними активами виявилось ключовим для розуміння загальної ризиковості портфеля. Правильне комбінування активів з різною кореляцією дозволяє знижувати загальний ризик інвестиційного портфеля;

- вплив зовнішніх факторів. Останнім, але не менш важливим аспектом є врахування зовнішніх економічних та ринкових умов, які можуть істотно впливати на вартість інвестиційних активів. Алгоритм, який може адаптуватися до таких змін, стає неоціненним інструментом у довгостроковому інвестиційному плануванні.

Особливості запропонованого методу та отриманих результатів в порівнянні з існуючими підходами полягають у наступному:

- комплексний аналіз даних. Відмінною особливістю запропонованого методу є його здатність виконувати глибокий та всебічний аналіз даних. Це включає в себе не тільки історичний аналіз цін на активи, але й оцінку поточних ринкових трендів та прогнозування майбутніх змін;

- використання алгоритмів часових рядів. Запропонований метод базується на алгоритмах часових рядів, що дозволяє точно прогнозувати ринкові тренди та зміни у вартості активів. Це відрізняється від традиційних методів, які часто обмежуються короткостроковими аналізами;

– динамічна адаптація до ринкових умов. На відміну від багатьох існуючих підходів, запропонований метод здатний адаптуватися до швидкозмінних ринкових умов. Це означає, що він може ефективно реагувати на глобальні економічні зміни, новини, та інші зовнішні фактори;

– підвищена точність та надійність. Результати, отримані за допомогою запропонованого методу, характеризуються вищою точністю та надійністю порівняно з традиційними методами. Це забезпечується завдяки застосуванню передових математичних моделей та алгоритмів.

Незважаючи на ефективність та інноваційність запропонованого методу в дослідженні, можна відзначити деякі потенційні недоліки, які слід врахувати:

– обмеженість даних. Дослідження може бути обмежене обсягом та якістю доступних даних. Наприклад, використання історичних даних не завжди може точно відображати майбутні ринкові умови. Розширення датасету, включення даних з різних географічних ринків та секторів економіки може допомогти вдосконалити модель;

– залежність від ринкових умов. Метод може бути чутливим до різких та непередбачених ринкових змін, які можуть негативно вплинути на точність прогнозів. Впровадження алгоритмів машинного навчання, здатних швидко адаптуватися до змін у ринкових умовах, може підвищити стійкість моделі;

– ризик переоснащення моделі. Існує ризик, що модель буде занадто адаптована під історичні дані, що може знизити її ефективність у реальних умовах. Регулярне оновлення моделі та перевірка її ефективності на різних датасетах може допомогти уникнути переоснащення;

– обмеженість у врахуванні всіх ризикових факторів. Модель може не враховувати всі потенційні ризикові фактори, особливо ті, що стосуються глобальних економічних та політичних змін. Інтеграція додаткових параметрів і джерел даних, таких як макроекономічні показники та політична стабільність, може підвищити точність прогнозів.

Розвиток даного дослідження може включати в себе кілька ключових аспектів, кожен з яких може зіткнутися з певними труднощами:

– розширення датасетів та джерел даних. Включення більш широкого спектру даних, таких як міжнародні фінансові ринки та альтернативні інвестиційні класи, може підвищити точність та надійність моделі. Труднощі: Збір та інтеграція великих обсягів даних з різних джерел може бути складним і вимагати значних ресурсів для обробки та аналізу;

– впровадження машинного навчання та штучного інтелекту. Застосування алгоритмів машинного навчання може значно підвищити адаптивність та ефективність моделі. Труднощі: Розробка та налаштування алгоритмів машинного навчання вимагає глибоких знань у цій області, а також великих обчислювальних ресурсів;

– інтеграція макроекономічних індикаторів. Включення макроекономічних індикаторів може допомогти краще розуміти глобальні економічні тренди та їх вплив на інвестиційні ринки. Труднощі: Аналіз макроекономічних даних є складним завданням, що вимагає глибокого розуміння економічних процесів і тенденцій.

Висновки

В ході дослідження було проведено аналіз сучасних методів управління інвестиційними портфелями. Виявлено, що багато з існуючих методів мають обмеження в адаптивності та ефективності, особливо в умовах швидкозмінних ринкових сценаріїв.

Розроблена математична модель на основі алгоритмів часових рядів ефективно вирішує поставлену задачу оптимізації інвестиційних портфелів. Модель враховує як історичні дані, так і поточні тренди ринку, що дозволяє здійснювати більш точні та обґрунтовані інвестиційні рішення.

Аналіз експериментальних даних підтвердив високу ефективність та адаптивність запропонованої моделі. Вона демонструє здатність ефективно реагувати на зміни у ринкових умовах, забезпечуючи оптимальний баланс між ризиком і потенційною доходністю.

Розроблений алгоритм часових рядів може бути застосований не тільки в області фінансових інвестицій, але й у інших секторах, де важливим є прогнозування та оптимізація. Наприклад, в області логістики для оптимізації ланцюгів поставок, у сфері енергетики для прогнозування споживання та цін на енергоресурси, а також у сфері здоров'я для прогнозування тенденцій розвитку хвороб та ефективності лікування.

Існує значний потенціал для подальшого розвитку та удосконалення розробленої моделі. Це може включати інтеграцію з розширеними методами машинного навчання, включення більш широкого спектру макроекономічних індикаторів, та адаптацію моделі для специфічних умов різних ринків. Також важливим напрямком може стати розробка більш інтуїтивно зрозумілих інструментів для використання моделі в різних областях.

Наукова новизна дослідження полягає в розробці комплексного підходу до аналізу та оптимізації інвестиційних портфелів за допомогою алгоритму часових рядів, який адаптується до швидкозмінних ринкових умов і інтегрує сучасні фінансові технології. Це дозволяє досягти значно вищої точності та ефективності у виборі інвестиційних активів порівняно з традиційними методами, відкриваючи нові перспективи для застосування моделі в різних сферах діяльності.

Список використаної літератури

1. Проектний менеджмент: управління ризиками та змінами в процесах прийняття управлінських рішень : монографія / О. Б. Данченко, В. О. Занора. – Черкаси : ПП Чабаненко Ю.А., 2019. – 278 с.
2. Diversification Across Time. URL: <https://spinup-000d1a-wp-offload-media.s3.amazonaws.com/faculty/wp-content/uploads/sites/8/2020/12/Diversification-Across-Time.pdf>
3. Зайченко Ю.П., Сидорук І.А. “Багатокритеріальна задача оптимізації інвестиційного портфеля в умовах невизначеності”. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції “Системний аналіз та інформаційні технології”.- 2017, с. 249.
4. Optimization algorithms and investment portfolio analytics with machine learning techniques under time-varying liquidity constraints . URL: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JM2-10-2020-0259/full/html> (дата звернення 10.10.2023).
5. «Risk Management in Investment Portfolios». URL: <https://acuityppm.com/ppm-101-portfolio-risk-management/>
6. Value at Risk. URL: <https://uk.economy-pedia.com/11039362-value-at-risk-var>
7. Financial Crises and Risk Premia Get access Arrow. URL: <https://academic.oup.com/qje/article-abstract/132/2/765/3065484?login=false>
8. Прогнозування та хеджування фінансових ризиків: монографія / за ред. проф. Л. О. Примостки. – К. : КНЕУ, 2014. – 424 с.
9. Invested interests: the politics of national economic policies in a world of global finance . URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/international-organization/article/abs/invested-interests-the-politics-of-national-economic-policies-in-a-world-of-global-finance/7E13D8C5A5B501CBFE719BD70CCB8E28>
10. Investigating the potential of investing in fine stringed instruments as an alternative investment asset . URL: <https://orbilu.uni.lu/handle/10993/44179> (дата звернення 10.10.2023).
11. Марковіць, Г. "Ефективна конструкція портфеля: теорія і практика." Київ: Видавничий дім "Ін Юре", 2013. 272 с.
12. Пластун О. Л. Прогнозування фінансових ринків: сучасні концепції та нові підходи [Текст] : монографія / О. Л. Пластун. – Суми : ДВНЗ “УАБС НБУ”, 2014. – 401 с.
13. Beta Coefficient: WACC and Beta: Measuring Systematic Risk . URL: <https://fastercapital.com/content/Beta-Coefficient--WACC-and-Beta--Measuring-Systematic-Risk.html>

Автори статті

Сумін Денис – студент, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, Україна.

Щербина Ірина – кандидат технічних наук, доцент, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, Україна.

Корнійчук Ілля – викладач, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, Україна.

Authors of the article

Sumin Denis – student, State university of Information and Communication Technologies, Kyiv, Ukraine.

Shcherbyna Iryna - Candidate of Science (technic), associate professor, State University of Information and Communication Technologies, Kyiv, Ukraine.

Korniichuk Illia - Senior Lecturer, State University of Information and Communication Technologies, Kyiv, Ukraine.