

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра програмного забезпечення

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та
управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів

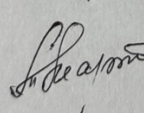
Виконав: студент 2-го курсу
групи 2ПІ-23м спеціальності
121 – Інженерія програмного забезпечення

 Волков Вадим Ігорович

Керівник: к.т.н., доц. каф. ПЗ Рейда О.М.

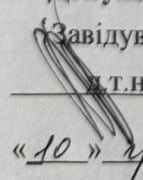
« 10 » грудня 2024 р.

Опонент: д.т.н., проф. каф. ОТ Мартинюк Т.Б.


« 10 » грудня 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ПЗ


д.т.н., проф. Романюк О. Н.
(прізвище та ініціали)

« 10 » грудня 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра програмного забезпечення
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань 12 – Інформаційні технології
Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення
Освітньо-професійна програма – Інженерія програмного забезпечення

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЗ

Романюк О. Н.

« 18 » вересня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Волкову Вадиму Ігоровичу

1. Тема роботи – розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів.

Керівник роботи: Рейда Олександр Миколайович, к.т.н., доцент кафедри ПЗ, затверджені наказом вищого навчального закладу від « 17 » вересня 2024 р. № 310.

2. Строк подання студентом роботи

3 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: історичні дані: обсяг історичних даних для аналізу не менше 10 років (HD, у записах); ринкові дані в реальному часі: частота оновлення не рідше одного разу на хвилину (RTD, у секундах); похибка прогнозу: середня похибка прогнозу для існуючих моделей не менше 5% (E, у %); волатильність: діапазон ринкової волатильності для тестування моделей від 2% до 20% (V, у %); кількість активів у портфелі: не менше 50 активів для моделювання портфельних стратегій (A, у шт.); сценарії для тестування: не менше 5 сценаріїв для проведення стрес-тестування (S, у кількості); дохідність портфеля: середня дохідність прогнозованого портфеля не менше 7% річних (R, у %); зменшення ризику: мінімізація ризику на основі моделей на 10% у порівнянні з існуючими підходами (RR, у %).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: вступ, обґрунтування вибору методу аналізу, порівняльна характеристика методів прогнозування ринкових тенденцій, дослідження методів оптимізації портфеля цінних паперів,

розробка та впровадження програмних модулів, тестування модулів програмного засобу, основні етапи тестування модулів програмного засобу, тестування модулів оптимізації стратегії управління ризиками, економічна частина, висновки.

5. Перелік графічного матеріалу: вступ, обґрунтування вибору методу аналізу, порівняльна характеристика методів прогнозування ринкових тенденцій, дослідження методів оптимізації портфеля цінних паперів, розробка та впровадження програмних модулів, тестування модулів програмного засобу, основні етапи тестування модулів програмного засобу, тестування модулів оптимізації стратегії управління ризиками, економічна частина, висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-4	Рейда О. М., к.т.н., доцент кафедри ПЗ	19.09.24	20.09.24
5	Причепя І. В., к.е.н., доцент кафедри ЕПВМ	15.11.24	30.11.24

7. Дата видачі завдання 19 вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Обґрунтування вибору методу аналізу методів прогнозування ринкових тенденцій	20.09.2024-28.09.2024	вип
2	Дослідження методів оптимізації портфеля цінних паперів	29.03.2024-11.10.2024	вип
3	Розробка та впровадження програмних модулів оптимізації стратегії управління ризиками	12.10.2024-24.10.2024	вип
4	Тестування модулів оптимізації стратегії управління ризиками	24.10.2024-15.11.2024	вип
5	Економічна частина	15.11.2024-30.11.2024	вип

Студент

Волков В.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Рейда О. М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 336.76:004

Волков В. І. Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів : магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення, освітня програма – інженерія програмного забезпечення. Вінниця: ВНТУ, 2024. 154 с.

На укр. мові. Бібліогр. : 33 назв ; рис. : 9; табл. 9.

В магістерській роботі обґрунтовано вибір методу аналізу, де проводилась порівняльна характеристика методів прогнозування ринкових тенденцій та методів мінімізації фінансових ризиків. Також, розглядались проблеми впровадження програмних засобів прогнозування ринкових тенденцій та управління фінансовими ризиками. В роботі проводились дослідження методів оптимізації портфеля цінних паперів, де виконувалось динамічне коригування та оптимізація портфеля цінних паперів. Для цього виконувалась розробка та визначались особливості використання методів на основі сценаріїв. Запропонований метод використання сценарного аналізу показав, що сценарний аналіз є ефективним інструментом для моделювання різних можливих станів ринку, включаючи негативні сценарії, такі як ведмежий ринок або економічна рецесія. Під час розробки та впровадження програмних модулів були визначені функціональні призначення основних модулів програмного засобу. Виконувалась розробка модуля оптимізації стратегії управління ризиками та тестування модулів програмного засобу. Ретельно проводився опис основних етапи тестування модулів програмного засобу.

Ключові слова: оптимізації портфеля цінних паперів, методи прогнозування ринкових тенденцій, методи мінімізації фінансових ризиків, сценарного аналізу, розробка та тестування програмного забезпечення.

ABSTRACT

Volkov V.I. Development of a method and software for forecasting and managing risks in financial securities markets : master's qualification thesis on the specialty 121 Software engineering, educational program - software engineering. Vinnytsia: VNTU, 2024. 154 with.

In Ukrainian speech Bibliogr. : 33 titles; Fig. : 9; table 9.

The master's thesis substantiates the choice of the analysis method, where a comparative characteristic of forecasting market trends and methods for minimizing financial risks was carried out. Also, the problems of implementing software tools for forecasting market trends and managing financial risks were considered. The work investigated methods for optimizing a securities portfolio, where dynamic adjustment and optimization were performed. For this purpose, developing and determining the features of using methods based on scenarios were carried out. The proposed method for using scenario analysis showed that scenario analysis is an effective tool for modeling various possible market conditions, including negative scenarios such as a bear market or economic recession. During the development and implementation of software modules, the functional purposes of the main modules of the software tool were determined. The development of a risk management strategy optimization module and testing of software modules were carried out. The main stages of testing software modules were carefully described.

Keywords: securities portfolio optimization, methods for forecasting market trends, methods for minimizing financial risks, scenario analysis, software development and testing.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1	8
ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ АНАЛІЗА	8
1.1 Порівняльна характеристика методів прогнозування ринкових тенденцій	8
1.2. Порівняльна характеристика методів мінімізації фінансових ризиків	13
1.3. Проблеми впровадження програмних засобів прогнозування ринкових тенденцій та управління фінансовими ризиками	17
1.4. Задачі дослідження	21
1.5. Висновки	22
РОЗДІЛ 2	24
МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОРТФЕЛЯ ЦІННИХ ПАПЕРІВ	24
2.1. Динамічне коригування та оптимізація портфеля цінних паперів	24
2.2. Розробка та особливості використання методів на основі сценаріїв	38
2.3. Запропонований метод використання сценарного аналізу	46
2.4. Висновки	50
РОЗДІЛ 3.	52
РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ	52
3.1. Функціональні призначення основних модулів програмного засобу	52
3.2. Розробка модуля оптимізації стратегії управління ризиками	69
3.3. Висновки	73
РОЗДІЛ 4.	74
ТЕСТУВАННЯ МОДУЛІВ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ	74
4.1. Основні етапи тестування модулів програмного засобу	74
4.2. Тестування модулів оптимізації стратегії управління ризиками	92
4.3. Висновки	95
РОЗДІЛ 5.	97
ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	97
5.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки	97

	3
5.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи	100
5.2.1 Витрати на оплату праці	100
5.2.2 Відрахування на соціальні заходи	102
5.2.3 Сировина та матеріали	103
5.2.4 Розрахунок витрат на комплектуючі	104
5.2.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт	104
5.2.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт	104
5.2.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень	105
5.2.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей	106
5.2.9 Службові відрядження	107
5.2.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації	107
5.2.11 Інші витрати	107
5.2.12 Накладні (загальновиробничі) витрати	108
5.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором	109
5.4. Висновки	113
ВИСНОВКИ	114
Список використаної літератури	118
Додаток А. Технічне завдання	Error! Bookmark not defined.
Додаток Б. Протокол перевірки навчальної роботи	Error! Bookmark not defined.
Додаток В. Лістинг програми	128
Додаток Г. Ілюстративний матеріал	147

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. На сьогоднішній день у фінансовому середовищі точне прогнозування ринкових тенденцій і управління ризиками мають вирішальне значення для забезпечення успіху на ринку цінних паперів. Волатильність і складність фінансових ринків роблять їх непередбачуваними, через те що фінансові установи вразливі до значних втрат. Така проблема ще більше ускладнюється зростаючою залежністю від автоматизованих торгових систем, які вимагають обробки даних у реальному часі та розширених можливостей прогнозування. Таким чином, фінансові ринки, що характеризуються своєю волатильністю та складною динамікою, становлять значні проблеми у прогнозуванні та управлінні ризиками. Цінні папери, включаючи акції, облігації та деривативи, особливо чутливі до ринкових коливань, що робить ефективне управління ризиками необхідним для інвесторів та установ.

Тому, нещодавні досягнення в обчислювальних інструментах і техніках машинного навчання продемонстрували перспективність підвищення точності прогнозування та зменшення ризиків. Проте інтеграція цих технологій у практичну сферу фінансових цінних паперів залишається активною дослідницькою сферою. Ще однією проблемою є зростаюча складність фінансових ринків і швидке зростання доступних ринкових даних вимагають інноваційних підходів, що виходять за рамки традиційних статистичних методів. Звичайні моделі прогнозування, хоч і корисні, часто не дають результатів у дуже нестабільних середовищах, де швидкі та несподівані зміни ринку можуть призвести до значних фінансових втрат. Непередбачуваність зовнішніх факторів, таких як політичні події, економічні зміни та стихійні лиха, ще більше загострює проблему. Таким чином, такі дослідження є досить актуальними внаслідок того, що вони усувають обмеження на вищезгадані зовнішні фактори шляхом розробки методу та програмного забезпечення. При цьому, вони використовують сучасні алгоритми машинного навчання та стохастичні моделі для підвищення точності прогнозування та покращення методів управління ризиками.

Мета та завдання дослідження:

Метою роботи є підвищення ефективності прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів.

У відповідності до поставленої мети потрібно виконати такі **завдання**:

- обґрунтувати вибір методів аналізу основних підходів до прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів;
- виконати порівняльну характеристику існуючих алгоритмів машинного навчання та стохастичного моделювання для фінансових ринків;
- дослідити моделі визначення фінансової волатильності та їх застосування у прогнозуванні;
- визначити основні проблеми впровадження методів машинного навчання та стохастичного моделювання у системах управління фінансовими ризиками;
- запропонувати новий метод прогнозування, що інтегрує алгоритми машинного навчання та стохастичне моделювання;
- розробити програмний засіб для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів;
- визначити функціональні вимоги до основних програмних модулів системи;
- виконати тестування програмного засобу у різних ринкових умовах за допомогою бектестування та стрес-тестування;
- оцінити ефективність розробленого методу та програмного засобу для зменшення фінансових ризиків;
- запропонувати рекомендації щодо впровадження розробленого програмного забезпечення у фінансові установи.

Об'єктом дослідження є процеси прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів.

Предметом дослідження є методи та засоби підвищення ефективності прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів, зокрема шляхом інтеграції алгоритмів машинного навчання та стохастичного моделювання.

Методи дослідження. У процесі дослідження використовувались: системний аналіз, лінійна алгебра та методи оптимізації, теорія машинного навчання, стохастичне моделювання, методи аналізу великих даних, сценарний аналіз, бектестування та стрес-тестування.

Наукова новизна одержаних результатів:

- вперше запропоновано метод прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів, який поєднує алгоритми машинного навчання зі стохастичним моделюванням, особливістю якого є врахування ринкової волатильності та невизначеності і, як наслідок, дає можливість підвищити точність прогнозів на 16% у порівнянні з традиційними статистичними моделями;

- удосконалено процес інтеграції ринкових даних у реальному часі в моделі прогнозування, що забезпечує динамічне коригування портфельних стратегій, де на відміну від існуючих статичних рішень, дозволяє зменшити фінансові ризики завдяки швидкому реагуванню на зміни ринкових умов;

- подальшого розвитку отримав метод сценарного аналізу ризиків, який включає бектестування та стрес-тестування моделей для оцінки стабільності в умовах нестабільних ринків і, як наслідок, дає можливість підвищити ефективність управління ризиками до 14%, що забезпечує більшу надійність фінансових стратегій у реальних ринкових сценаріях.

Практична цінність отриманих результатів. Практична цінність одержаних результатів полягає в тому, що на основі теоретичних положень, розроблених у магістерській кваліфікаційній роботі, запропоновано алгоритми та створено програмні засоби для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів. Розроблене програмне забезпечення дозволяє фінансовим установам та інвесторам здійснювати динамічне коригування портфельних стратегій на основі даних у реальному часі; ефективно оцінювати ринкові ризики завдяки інтеграції алгоритмів машинного навчання та стохастичного моделювання; проводити бектестування та стрес-тестування для оцінки стабільності моделей у нестабільних ринкових умовах; використовувати

сценарний аналіз для ідентифікації вразливих активів і розробки відповідних стратегій, таких як диверсифікація чи хеджування. Розроблені алгоритми та програмні засоби можуть бути впроваджені у фінансових компаніях для підвищення ефективності управління ризиками, мінімізації фінансових втрат та досягнення стабільності інвестицій.

Особистий внесок здобувача. У магістерській кваліфікаційній роботі усі результати дослідження здобуті автором даної роботи самостійно. У роботі [1], опублікованій самостійно, автору належить формування постановки задачі, мети роботи та деякі частини основного тексту.

Апробація матеріалів магістерської кваліфікаційної роботи. Основні положення магістерської кваліфікаційної роботи доповідалися та обговорювалися на Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих вчених, аспірантів та студентів "Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2024", (Одеса, 2024).

Публікації. Основні результати досліджень опубліковано в науковій праці у матеріалах конференції.

РОЗДІЛ 1

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ АНАЛІЗА

1.1 Порівняльна характеристика методів прогнозування ринкових тенденцій

Прогнозування ринкових тенденцій є важливим аспектом фінансового аналізу, яке дозволяє інвесторам та трейдерам оцінювати майбутні зміни на ринку та приймати обґрунтовані рішення щодо інвестицій. Сучасні методи прогнозування різняться за підходами, математичними основами та застосуванням у різних типах фінансових ринків. Надалі розглянемо основні методи прогнозування, їхні переваги, недоліки та області застосування. Так, існуючий фундаментальний аналіз базується на оцінці економічних показників компаній, фінансових результатів та макроекономічних факторів. Основна мета цього методу – визначити внутрішню вартість активу, порівнюючи його поточну ринкову ціну з теоретичною вартістю [2,3]. Фундаментальний аналіз використовується для прогнозування довгострокових ринкових тенденцій.

Цей метод дає змогу глибоко аналізувати стан компаній і макроекономічну ситуацію, що робить його цінним інструментом для довгострокових інвесторів. Він дозволяє враховувати широкий спектр факторів, які можуть вплинути на вартість активів. Однак, фундаментальний аналіз не враховує короткострокові ринкові коливання, що може знижувати його ефективність для трейдингу. Для проведення аналізу потрібні великі обсяги даних, а сам процес може бути трудомістким і складним. Тому, фундаментальний аналіз найбільш ефективний для довгострокового інвестування, зокрема для оцінки акцій, облігацій та інших активів з тривалим інвестиційним горизонтом.

Інший, технічний аналіз ґрунтується на аналізі історичних даних про ціни та обсяги торгівлі для прогнозування майбутніх ринкових тенденцій. Цей метод використовує графічні індикатори та моделі для визначення точок входу та виходу на ринок. Технічний аналіз дозволяє швидко оцінювати поточні ринкові

тенденції і використовувати їх для короткострокового трейдингу. Цей метод добре працює у волатильних ринкових умовах, де важливі швидкі рішення.

Однак, він не враховує фундаментальні чинники, які можуть мати значний вплив на ринкову вартість активів. Він найкраще працює на коротких часових інтервалах, тому може бути менш ефективним для довгострокових прогнозів. Тому, технічний аналіз широко застосовується у трейдингу, особливо у високочастотних операціях та для аналізу волатильних ринків, таких як валютні ринки та ринки криптовалют [2-4].

Стохастичні моделі використовують ймовірнісні методи для моделювання невизначеності та ризиків на ринку. Ці моделі дозволяють оцінювати волатильність активів та прогнозувати майбутні ціни, враховуючи випадкові ринкові коливання. Прикладом таких моделей є модель Блека-Шоулза для опціонів або симуляція Монте-Карло.

Отже, стохастичні моделі враховують невизначеність ринку і є потужним інструментом для оцінки ризиків. Вони використовуються для моделювання випадкових процесів, що робить їх корисними для прогнозування ринкових умов, де домінують непередбачувані події.

Однак, вони вимагають складних математичних розрахунків і можуть бути важкими для впровадження без спеціальних знань. Також, залежність від точності вхідних даних може призвести до неточних результатів, якщо використовуються некоректні дані. Тому стохастичні моделі найчастіше застосовуються в оцінці ризиків, ціноутворенні опціонів, а також у портфельному менеджменті для оптимізації структури інвестицій.

Ще існуючі методи машинного навчання передбачають використання алгоритмів штучного інтелекту для аналізу великих обсягів даних і знаходження складних закономірностей у ринкових тенденціях. Ці моделі навчаються на історичних даних і використовуються для прогнозування майбутніх змін на ринку. Вони найкраще виконують автоматизацію процесу прогнозування та здатність працювати з великими масивами даних дозволяє виявляти приховані

закономірності. Алгоритми машинного навчання можуть адаптуватися до ринкових умов та самостійно вдосконалювати прогнози з часом.

Однак, методи машинного навчання є складними в реалізації та вимагають значних обчислювальних ресурсів. Ще вони мають залежність від якості навчальних даних може призвести до неправильних прогнозів, якщо дані мають низьку якість або є нерелевантними. Тому, алгоритми машинного навчання широко використовуються у сфері алгоритмічного трейдингу, автоматизованих системах торгівлі, прогнозуванні великих ринкових даних.

Запропонований надалі в роботі метод на основі сценарного аналізу передбачає створення кількох ймовірних сценаріїв розвитку ринкових умов і оцінку наслідків кожного з них. Основними сценаріями можуть бути позитивний, негативний і застійний. Це дозволяє інвесторам підготуватися до різних можливих ринкових ситуацій [3,5].

Сценарний аналіз є гнучким інструментом, що дозволяє адаптуватися до різних ринкових умов. Він надає змогу оцінити ризики і передбачити наслідки для портфеля за кожного з можливих сценаріїв.

Однак, створення сценаріїв вимагає експертної оцінки, що може призвести до суб'єктивності у виборі варіантів розвитку ринку. Цей метод може бути менш точним через залежність від припущень, зроблених при створенні сценаріїв. Тому, сценарний аналіз широко використовується в управлінні ризиками, стратегічному плануванні та розробці інвестиційних стратегій.

Моделі часових рядів використовують статистичні методи для прогнозування ринкових тенденцій на основі попередніх даних. Такі моделі, як ARIMA або GARCH, що дозволяють аналізувати та прогнозувати зміни цін активів у часі. Вони ефективні для прогнозування короткострокових і середньострокових тенденцій, особливо коли існують чіткі закономірності в минулих даних. Моделі часових рядів дозволяють точно моделювати часові залежності та передбачати майбутні зміни ринку.

Однак, ці моделі не завжди враховують зовнішні фактори, які можуть суттєво впливати на ринок, такі як політичні чи економічні події. Також, для

ефективного використання цих моделей потрібна велика кількість історичних даних. Тому, моделі часових рядів часто використовуються для прогнозування на валютних ринках, ціноутворення акцій та оцінки економічних показників.

Таким чином, різноманітність методів прогнозування ринкових тенденцій надає широкі можливості для інвесторів та трейдерів. Вибір методу залежить від багатьох факторів, таких як обсяг доступних даних, часовий горизонт прогнозування та ринкова волатильність. Фундаментальний та технічний аналізи підходять для різних типів інвесторів, тоді як стохастичні моделі, машинне навчання та сценарний аналіз є потужними інструментами для прогнозування в умовах невизначеності та високого ризику. Кожен серед розглянутих методів має свої унікальні переваги та недоліки (табл. 1.1), що впливають на його застосування в різних ринкових умовах і на різних етапах прийняття рішень. Наприклад, фундаментальний аналіз підходить для довгострокових інвестицій і забезпечує детальну оцінку компаній або економічних показників, тоді як технічний аналіз є ефективним для короткострокових стратегій, зосереджених на вивченні історичних даних про ціни та обсяги торгів [6,7].

У свою чергу, стохастичні моделі дозволяють моделювати невизначеність та оцінювати ризики на основі ймовірнісних прогнозів, що робить їх цінними для фінансових інструментів, пов'язаних із волатильністю, як-от деривативи та опціони. Машинне навчання надає можливість автоматизації прогнозів і знаходження складних залежностей у великих масивах даних, що особливо корисно в алгоритмічному трейдингу та управлінні великими портфелями. Однак цей метод залежить від якісних даних і потребує значних обчислювальних ресурсів.

Сценарний аналіз виділяється серед інших методів своєю гнучкістю, оскільки дозволяє інвесторам підготуватися до різних ринкових умов. Цей підхід дозволяє аналізувати декілька можливих сценаріїв розвитку подій і забезпечує кращу готовність до кризових ситуацій на ринку. Недоліком цього методу є можлива суб'єктивність у виборі сценаріїв, яка може вплинути на точність прогнозів [6-8].

Таблиця 1.1 - Переваги та недоліки методів прогнозування ринкових тенденцій

Метод прогнозування	Переваги	Недоліки
Фундаментальний аналіз	- Дає глибоке розуміння стану компанії та економіки. - Підходить для довгострокового прогнозування.	- Не враховує короткострокові коливання ринку. - Складний та потребує великих обсягів даних.
Технічний аналіз	- Швидкий аналіз поточних ринкових тенденцій. - Добре підходить для трейдингу на коротких часових інтервалах.	- Не враховує фундаментальних факторів. - Ефективний лише у короткостроковому періоді.
Стохастичні моделі	- Враховує невизначеність та випадкові коливання ринку. - Підходить для оцінки ризиків.	- Вимагає складних математичних розрахунків. - Залежність від якості вхідних даних.
Машинне навчання	- Автоматизація прогнозування. - Здатність працювати з великими обсягами даних та знаходити складні закономірності.	- Залежність від якості навчальних даних. - Потребує значних обчислювальних ресурсів.
Сценарний аналіз	- Гнучкість в адаптації до різних ринкових ситуацій. - Дає змогу оцінити ризики та наслідки різних ринкових умов.	- Вимагає експертної оцінки для побудови сценаріїв. - Можлива суб'єктивність у виборі сценаріїв.
Тайм-серії (Time Series)	- Добре підходить для прогнозування тенденцій у часі. - Може використовуватись для коротко- та середньострокових прогнозів.	- Не завжди враховує зовнішні чинники. - Потребує значної кількості історичних даних.

Моделі часових рядів ефективні для аналізу історичних даних і прогнозування на короткостроковий період. Ці моделі здатні точно відобразити залежності у часі, але часто не враховують зовнішні фактори, що можуть різко змінити ринкову ситуацію. Їх застосування ефективне для ринків з наявністю сильних циклічних тенденцій або повторюваних шаблонів у зміні цін.

1.2. Порівняльна характеристика методів мінімізації фінансових ризиків

Мінімізація фінансових ризиків є однією з головних задач інвесторів та фінансових менеджерів. Ефективне управління ризиками дозволяє не лише зменшити втрати, але й підвищити стабільність та прибутковість інвестиційного портфеля. Існує кілька підходів до мінімізації ризиків, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Надалі розглянемо основні методи мінімізації фінансових ризиків, їх характеристику та сфери застосування (табл. 1.2).

Диверсифікація є одним із найпоширеніших методів зменшення фінансових ризиків, який полягає в інвестуванні в різні активи для зниження ризиків окремих інвестицій. Ідея диверсифікації полягає у тому, що різні активи мають різну кореляцію між собою, тому негативні зміни в одній інвестиції можуть бути компенсовані прибутками від інших.

До переваг цього методу відноситься зниження специфічних ризиків активів. Також, існує покращення стабільності портфеля за рахунок розподілу ризиків між різними активами [8-10].

До недоліків цього методу відноситься те, що диверсифікація не може повністю усунути ринковий ризик (системний ризик).

Надмірна диверсифікація може призвести до зниження загальної прибутковості портфеля. Тому, управління портфелем акцій, облігацій, товарних активів, інвестиції у різні галузі та ринки.

Таблиця 1.2 - Области застосування методів мінімізації фінансових ризиків

Метод	Опис	Области застосування
Диверсифікація	Інвестування в різні активи для зниження ризиків окремих інвестицій.	Управління портфелем акцій, облігацій, товарних активів.
Хеджування	Використання фінансових інструментів (ф'ючерси, опціони) для захисту від змін на ринку.	Управління валютними ризиками, товарними ринками, ринками цінних паперів.
Стратегія використання кредитного плеча	Збільшення потенційної прибутковості за допомогою позикових коштів з одночасним збільшенням ризиків.	Інвестиції у фондові ринки, нерухомість, товарні ринки.
Використання страхування	Страховання активів для захисту від ризиків, пов'язаних із непередбачуваними подіями.	Комерційні ризики, страхування фінансових операцій, страхування активів.
Лімітування ризиків	Встановлення граничних значень ризику для кожного типу інвестицій або операцій.	Управління портфелями інвестицій, внутрішньо-корпоративне управління ризиками.
Валютна кореляція	Використання кореляції між валютами для зниження валютних ризиків.	Управління валютними ризиками, міжнародні інвестиції, глобальний трейдинг.

Хеджування полягає у використанні фінансових інструментів, таких як ф'ючерси, опціони або свопи, для захисту від можливих негативних змін на ринку. Основна мета хеджування – компенсувати потенційні збитки від базових активів за допомогою прибутку від похідних інструментів.

До переваг цього методу відноситься зниження впливу волатильності на ринок. Ще існує можливість захиститися від несприятливих змін ринкових умов [8-10].

До недоліків цього методу відноситься те, що хеджування часто супроводжується додатковими витратами (наприклад, на купівлю опціонів). Також, можливе обмеження потенційного прибутку в разі зростання ринку. Тому, управління валютними ризиками, товарними ринками, ринками цінних паперів, деривативами.

Стратегія використання кредитного плеча (Leverage Management) також є досить важливим методом. Кредитне плече дозволяє інвестору збільшити потенційну прибутковість за рахунок позикових коштів. Проте, високий рівень плеча збільшує фінансовий ризик. Стратегія використання кредитного плеча передбачає контроль за рівнем позикових коштів та управління ризиками через коригування співвідношення між власним та позиковим капіталом.

До переваг цього методу відноситься можливість підвищити прибутковість інвестицій без залучення додаткових власних коштів. Також, є гнучкість у фінансових операціях.

До недоліків цього методу відноситься те, що високий рівень кредитного плеча підвищує ризики збитків при несприятливих ринкових змінах. Також, існує необхідність точного контролю за зобов'язаннями та виплатами за позиками. Тому, областю застосування є інвестиції у фондові ринки, нерухомість, товарні ринки, високо ризикові інвестиційні проекти.

Страховання є інструментом для захисту від ризиків, пов'язаних із непередбачуваними подіями. Інвестори та компанії можуть страхувати активи або операції, знижуючи ризики, пов'язані зі збитками від непередбачуваних подій (катастроф, банкрутств контрагентів тощо).

До переваг цього методу відноситься захист від великих фінансових втрат у разі настання страхових випадків. Також, є можливість зосередитися на розвитку бізнесу або інвестицій, зменшуючи турботи про непередбачувані ризики [8,10].

До недоліків цього методу відноситься те, що існують витрати на страхування можуть бути високими, не всі види ризиків можна ефективно застрахувати. Тому, областю застосування можуть бути комерційні ризики, нерухомість, страхування фінансових операцій, страхування активів.

Лімітування ризиків передбачає встановлення граничних значень для кожного типу інвестицій або операцій. Це дозволяє контролювати ризик шляхом обмеження обсягу капіталу, що інвестується в один актив або галузь. У разі досягнення встановлених меж ризику, інвестиційні рішення переглядаються або коригуються.

До переваг цього методу відноситься контроль за рівнем ризиків у кожній інвестиційній категорії, простота впровадження та ефективний інструмент для зниження великих втрат [8-10].

До недоліків цього методу відноситься те, що лімітування може обмежити потенційні можливості для отримання високих прибутків.

Також, даний метод може потребувати постійного перегляду ризикових лімітів залежно від ринкових умов. Тому, областю застосування є управління портфелями інвестицій, внутрішньо-корпоративне управління ризиками.

Валютна кореляція є інструментом для зменшення ризиків на валютних ринках. Інвестори можуть використовувати стратегії, що ґрунтуються на кореляції між валютами, щоб зменшити вплив негативних змін однієї валюти шляхом інвестицій у інші валюти з протилежними рухами.

До переваг цього методу відноситься зменшення валютних ризиків у глобальних інвестиціях та можливість отримати прибуток від зміни курсової вартості валюти.

До недоліків цього методу відноситься те, що валютна кореляція не завжди стабільна і може змінюватися з часом. Також, неврахування інших факторів може призвести до помилкових рішень. Тому, областю застосування цього методу є управління валютними ризиками, міжнародні інвестиції, глобальний трейдинг [9].

Таким чином, методи мінімізації фінансових ризиків надають інвесторам та фінансовим менеджерам широкий спектр інструментів для зниження ризиків та покращення ефективності інвестицій. Диверсифікація є універсальним інструментом для зниження специфічних ризиків, тоді як хеджування та страхування дозволяють захиститися від більш специфічних ризиків. Стратегія використання кредитного плеча може підвищити прибутковість, але супроводжується збільшенням фінансових ризиків. Використання кількох методів у комплексі дозволяє ефективніше управляти ризиками, адаптуючи стратегію залежно від ринкових умов.

1.3. Проблеми впровадження програмних засобів прогнозування ринкових тенденцій та управління фінансовими ризиками

Впровадження програмних засобів для прогнозування ринкових тенденцій та управління фінансовими ризиками є важливою складовою сучасних фінансових систем. Однак цей процес супроводжується низкою проблем та викликів, які можуть значно вплинути на ефективність таких рішень. Розглянемо основні проблеми, з якими стикаються організації при впровадженні таких систем (табл. 1.3).

Однією з основних проблем є отримання високоякісних і релевантних даних для прогнозування ринкових тенденцій та оцінки ризиків. Недостатня кількість даних, їх некоректність або затримки у доступі можуть суттєво вплинути на точність прогнозів і ефективність управління ризиками. Вона полягає у відсутності необхідних історичних даних для точних прогнозів, неповноті або нерелевантності даних через різні джерела або проблеми з інтеграцією великих обсягів даних у реальному часі. До її можливих рішень належить використання сучасних технологій збирання та обробки даних, таких як API для біржових даних, технології Big Data та машинне навчання для заповнення прогалів у даних. Тому, програмні засоби для прогнозування ринкових тенденцій та управління ризиками часто базуються на складних математичних моделях, таких як симуляція Монте-Карло, стохастичні процеси

або моделі часових рядів. Інтеграція та налаштування цих моделей може бути складним завданням для компаній, які не мають спеціалізованих знань у цій сфері [9-11].

Таблиця 1.3 - Проблеми та можливі рішення впровадження програмних засобів прогнозування ринкових тенденцій та управління фінансовими ризиками

Проблема	Опис проблеми	Можливі рішення
Якість і доступність даних	Відсутність необхідних даних або їх некоректність, проблеми інтеграції.	Використання API, технологій Big Data та машинного навчання для покращення даних.
Складність математичних моделей	Складність налаштування та інтеграції складних математичних моделей.	Автоматизація вибору моделей через ML, консалтинг квантових фінансистів.
Обчислювальні ресурси	Високі вимоги до обчислювальних ресурсів для моделювання та аналізу в реальному часі.	Використання хмарних обчислень та спеціалізованих серверів для підвищення продуктивності.
Інтеграція з існуючими системами	Проблеми з сумісністю нових систем з існуючими фінансовими системами.	Використання API для інтеграції, вибір стандартів обміну даними.
Оцінка ризиків та поведінки ринку	Невизначеність прогнозування через непередбачувані ринкові зміни.	Застосування сценарного аналізу, адаптація моделей до ринкових змін.
Регуляторні вимоги	Необхідність відповідності регуляторним вимогам та стандартам.	Моніторинг регуляторних змін, впровадження відповідних програмних рішень.
Економічна ефективність	Висока вартість впровадження та підтримки, економічна не вигідність для малих компаній.	Використання SaaS, аутсорсинг ризик-менеджменту, впровадження модульних рішень.

Проблема полягає у високих вимог до кваліфікації фахівців з розумінням математичних моделей, наявності помилок у реалізації моделей можуть призвести до неправильних прогнозів, невизначеності результатів при використанні ймовірнісних моделей. До її можливих рішень належить впровадження алгоритмів машинного навчання для автоматизації вибору і коригування моделей, найм фахівців з квантових фінансів або використання консалтингових послуг.

Прогнозування ринкових тенденцій, особливо з використанням складних моделей, вимагає великих обчислювальних ресурсів. Це особливо актуально для високочастотної торгівлі, коли необхідно проводити розрахунки в реальному часі для швидкого прийняття рішень. Проблема полягає у високій витраті на обчислювальні потужності для моделювання великих обсягів даних, невірної масштабованості при збільшенні обсягів інформації, обмеженої продуктивності систем у реальному часі. До її можливих рішень належить використання хмарних обчислень для масштабування систем, впровадження GPU або спеціалізованих обчислювальних серверів для прискорення обчислень.

Існує ще проблема сумісності програмних засобів для управління ризиками з іншими існуючими фінансовими системами, зокрема ERP-системами, CRM-системами або системами управління активами. Відсутність інтеграції може призвести до фрагментації інформації та зниження ефективності прийняття рішень. Проблема полягає у відсутності єдиних стандартів для інтеграції фінансових систем, труднощів, що виникають у поєднанні різних систем і платформ в єдине рішення, витрати на адаптацію існуючих систем до нових інструментів. До її можливих рішень належить використання API та програмного забезпечення з відкритим кодом для інтеграції систем, вибір інструментів із підтримкою стандартів обміну даними.

Також існує проблема правильного прогнозування ринкових тенденцій через невизначеність і динамічну поведінку ринків. Програмні системи можуть бути чутливими до змін у макроекономічних умовах, політичних факторах або глобальних кризах, що може призводити до неправильних оцінок ризиків. Тому,

в основному проблема полягає у неврахування непередбачуваних факторів, таких як політичні кризи або природні катаклізми, надмірної залежності від історичних даних, які не завжди відображають майбутні тенденції, неможливість передбачення "чорних лебедів" – раптових подій з великим впливом. До її можливих рішень належить використання сценарного аналізу, постійна адаптація моделей до нових ринкових умов, впровадження методів машинного навчання для виявлення нових патернів.

Фінансові ринки регулюються великою кількістю національних та міжнародних нормативних актів, які встановлюють жорсткі вимоги до управління ризиками. Впровадження програмних засобів повинно відповідати вимогам регуляторів, що може ускладнити процес адаптації та впровадження. Проблема полягає у недотримання законодавчих вимог щодо фінансових ризиків, зокрема Базель III, GDPR тощо, необхідності постійного оновлення програмних засобів відповідно до змін у регуляціях, можливі встановлення штрафів та санкції за недотримання регуляторних норм. До її можливих рішень належить постійний моніторинг регуляторних змін, використання програмних рішень, що відповідають вимогам відповідних нормативних актів, співпраця з юридичними відділами для контролю відповідності.

Впровадження програмних засобів для прогнозування ринкових тенденцій і управління ризиками може бути економічно не вигідним для малих і середніх підприємств через високу вартість розробки, впровадження та підтримки таких систем. Тому, проблема полягає у високій вартості ліцензійного програмного забезпечення та підтримки, необхідності залучення висококваліфікованих спеціалістів для налаштування та підтримки, великих витрати на навчання співробітників для роботи з новими системами. До її можливих рішень належить використання SaaS-рішень для мінімізації початкових витрат, аутсорсинг управління ризиками або впровадження модульних рішень для гнучкості.

Таким чином, процес впровадження програмних засобів для прогнозування ринкових тенденцій та управління фінансовими ризиками супроводжується численними викликами, такими як якість даних, складність

моделей, обчислювальні ресурси та відповідність регуляторним вимогам [9-11]. Для успішного впровадження необхідно забезпечити належну інтеграцію з існуючими системами, враховувати потреби у великих обсягах даних та підвищену обчислювальну потужність, а також регулярно адаптувати програмні засоби до змін у ринкових умовах.

1.4. Задачі дослідження

Магістерська робота повинна бути присвячена аналізу, розробці методів та програмних засобів для ефективності прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів. Дослідження необхідно скласти з чотирьох основних розділів, кожен з яких включає конкретні етапи та аспекти, що пов'язані з визначенням ефективності прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів, аналізом існуючих методів та реалізацією програмних модулів.

Основні аспекти дослідження повинні складати такі основні напрямки:

- обґрунтування вибору методів аналізу основних підходів до прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів;
- виконання порівняльної характеристики існуючих алгоритмів машинного навчання та стохастичного моделювання для фінансових ринків;
- дослідження моделей визначення фінансової волатильності та їх застосування у прогнозуванні;
- визначення основних проблем впровадження методів машинного навчання та стохастичного моделювання у системах управління фінансовими ризиками;
- запропонування нового методу прогнозування, що інтегрує алгоритми машинного навчання та стохастичне моделювання;
- розробка програмного засобу для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів;
- визначення функціональних вимог щодо основних програмних модулів системи;

- виконання тестування програмного засобу у різних ринкових умовах за допомогою бектестування та стрес-тестування;
- оцінка ефективності розробленого методу та програмного засобу для зменшення фінансових ризиків;
- пропонування рекомендацій щодо впровадження розробленого програмного забезпечення у фінансові установи.

1.5. Висновки

В першому розділі виконувалось обґрунтування вибору методу аналізу де розглядалась порівняльна характеристика методів прогнозування ринкових тенденцій. Для цього визначалось прогнозування ринкових тенденцій які були важливим аспектом фінансового аналізу. Це дозволяє інвесторам та трейдерам оцінювати майбутні зміни на ринку та приймати обґрунтовані рішення щодо інвестицій. Тому, сучасні методи прогнозування різняться за підходами, математичними основами та застосуванням у різних типах фінансових ринків. Для цього розглядались основні методи прогнозування, їхні переваги, недоліки та області застосування. При цьому, існуючий фундаментальний аналіз базувався на оцінці економічних показників компаній, фінансових результатів та макроекономічних факторів. В зв'язку з цим, основна мета розглянутих методів була визначити внутрішню вартість активу, порівнюючи його поточну ринкову ціну з теоретичною вартістю.

Також, були розглянуті впровадження програмних засобів для прогнозування ринкових тенденцій та управління фінансовими ризиками є важливою складовою сучасних фінансових систем. Зазначено, що цей процес супроводжується низкою проблем та викликів, які можуть значно вплинути на ефективність таких рішень як оцінка ризиків та поведінка ринку.

Таким чином, процес впровадження програмних засобів для прогнозування ринкових тенденцій та управління фінансовими ризиками супроводжується численними викликами, такими як якість даних, складність моделей, обчислювальні ресурси та відповідність регуляторним вимогам. Для

успішного впровадження необхідно забезпечити належну інтеграцію з існуючими системами, враховувати потреби у великих обсягах даних та підвищену обчислювальну потужність, а також регулярно адаптувати програмні засоби до змін у ринкових умовах.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОРТФЕЛЯ ЦІННИХ ПАПЕРІВ

2.1. Динамічне коригування та оптимізація портфеля цінних паперів

Управління криптовалютними ресурсами та інвестиціями у фінансові ринки цінних паперів є важливим аспектом сучасної фінансової інженерії. В умовах зростаючої волатильності ринків виникає потреба у впровадженні адаптивних підходів до управління інвестиційними портфелями. Одним із таких підходів є динамічне коригування та оптимізація портфеля цінних паперів, яке дозволяє знизити ризики та збільшити потенційні прибутки [12-14]. Цей підхід передбачає регулярне або навіть реальне коригування портфеля на основі прогнозів моделей ризиків, що є особливо актуальним у контексті управління криптовалютними активами.

Метод динамічного коригування портфеля базується на застосуванні математичних моделей, які дозволяють прогнозувати ризики та змінювати структуру портфеля у відповідь на ці прогнози. Основою таких моделей є використання методів стохастичного аналізу, що враховують зміну волатильності, кореляції між активами та інших статистичних параметрів. Найбільш відомими підходами є модель Блека-Шоулза для оцінки волатильності та модель VaR (Value at Risk), яка використовується для оцінки потенційних втрат у портфелі.

Реалізація динамічного коригування портфеля потребує застосування алгоритмічних методів та автоматизованих систем для моніторингу ринків у реальному часі. Ці системи можуть включати механізми машинного навчання для аналізу великих обсягів даних та прийняття рішень щодо коригування портфеля. Наприклад, модель адаптивного управління ризиками (Adaptive Risk Management) дозволяє автоматично змінювати співвідношення між ризиковими та безризиковими активами залежно від стану ринку, тим самим мінімізуючи втрати та максимізуючи прибуток.

До переваг та недоліків динамічного коригування портфеля (табл. 2.1) можна віднести наступні. Основною перевагою динамічного коригування є його

здатність швидко реагувати на зміни ринкової кон'юнктури, що є критичним для зниження ризиків у волатильних середовищах, таких як ринки криптовалют. Проте, цей метод має і певні недоліки, зокрема складність в реалізації та високі вимоги до обчислювальних ресурсів [11,13]. Крім того, надмірна частота коригувань може призвести до збільшення витрат на транзакції та зниження загальної ефективності портфеля.

Таблиця 2.1 - Переваги та недоліки динамічного коригування портфеля

Переваги	Недоліки
Швидка реакція на зміни ринкових умов	Високі вимоги до обчислювальних ресурсів
Зниження ризиків завдяки адаптації до волатильності	Складність реалізації та потреба в спеціалізованих знаннях
Підвищення прибутковості за рахунок оптимізації	Збільшення витрат на транзакції через часті коригування
Можливість автоматизації процесу управління	Ризик надмірного коригування, що може знизити загальну ефективність портфеля

Метод динамічного коригування та оптимізації портфеля цінних паперів може передбачати регулярний або навіть реальний час коригування інвестиційного портфеля на основі прогнозів моделей ризиків. Це дозволяє мінімізувати втрати і одночасно підвищити можливості для отримання прибутку за рахунок своєчасного інвестування в менш ризиковані активи та збалансованості активами.

Збалансованість портфеля з точки зору його формування різними активами є ключовим аспектом управління ризиками та підвищення прибутку. Основна ідея полягає у розподілі інвестицій серед різних класів активів, які мають різні характеристики ризику та прибутковості. Такий підхід дозволяє зменшити загальний ризик портфеля, зберігаючи при цьому потенціал для зростання

прибутку. Загальне дослідження збалансованості портфеля цінних паперів може впливати на підвищення прибутку через кілька ключових аспектів (рис. 2.1).

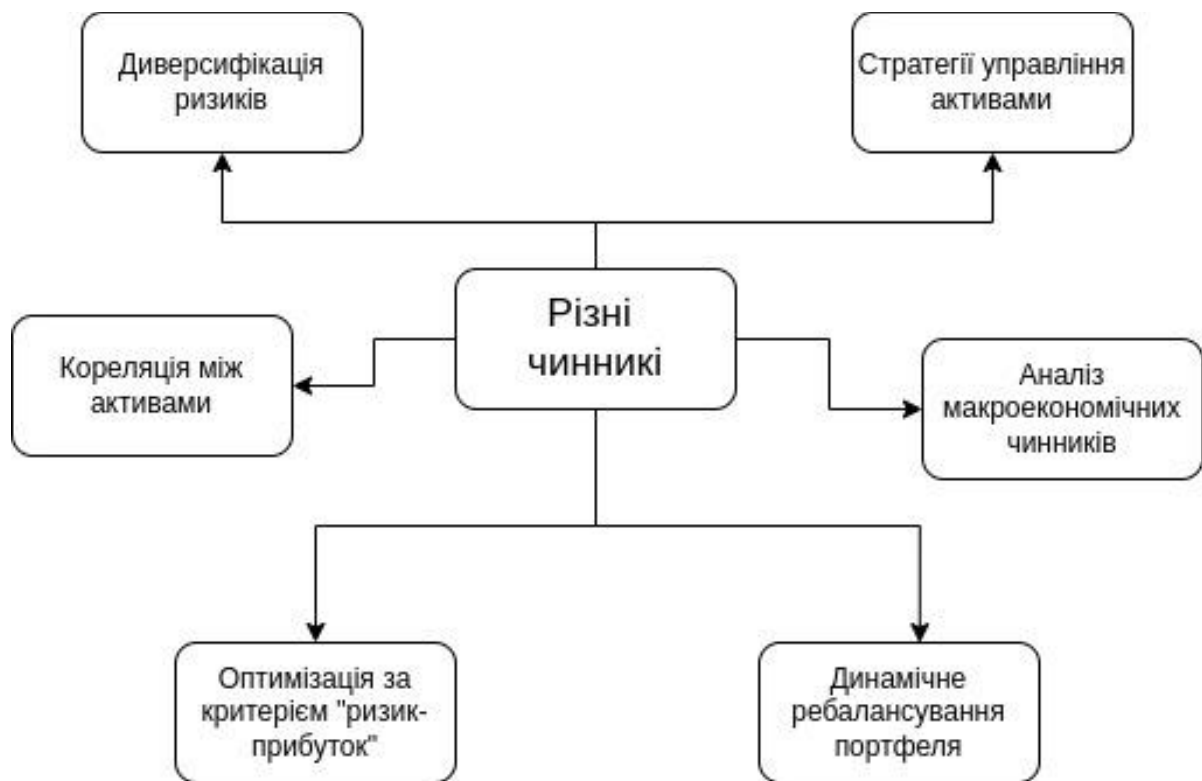


Рисунок 2.1 - Вплив різних чинників на складання збалансованого портфеля цінних паперів

Диверсифікація ризиків є одним з ключових принципів складання збалансованого портфеля цінних паперів. Вона передбачає розподіл інвестиційних активів серед різних категорій або типів активів з метою зниження впливу негативних подій на один актив чи ринок на загальний портфель. Інвестування в різні активи, такі як акції, облігації, нерухомість, дорогоцінні метали та інші, дозволяє зменшити вплив негативних змін у вартості одного активу на загальну вартість портфеля. Наприклад, якщо ринок акцій переживає спад, інвестиції в облігації або нерухомість можуть компенсувати ці втрати [12-14]. В контексті управління криптовалютними ресурсами та традиційними фінансовими інструментами, диверсифікація відіграє критичну роль у зменшенні ризиків і забезпеченні стабільного прибутку.

Диверсифікація базується на тому, що різні активи мають різний рівень ризику та прибутковості, а їхні ціни можуть рухатися в різних напрямках залежно від ринкових умов. Наприклад, під час економічного спаду акції можуть знижуватися в ціні, тоді як облігації можуть зростати через їхню привабливість як безпечного активу. Розподіл інвестицій між такими активами знижує загальний ризик портфеля, оскільки втрати в одній категорії можуть бути компенсовані прибутками в іншій.

При складанні збалансованого портфеля диверсифікація дозволяє досягти оптимального співвідношення між ризиком і прибутковістю. Це досягається шляхом включення до портфеля активів з різними рівнями ризику і кореляції. Чим меншою є кореляція між активами, тим більший ефект диверсифікації, що дозволяє знизити загальну волатильність портфеля без значного зниження очікуваної прибутковості. Наприклад, включення до портфеля як криптовалюти, так і традиційних акцій та облігацій може збалансувати ризики, пов'язані з волатильністю криптовалюти, завдяки стабільності облігацій та потенційній прибутковості акцій.

Припустимо, інвестор має портфель, що складається на 50% з акцій високотехнологічних компаній, на 30% з державних облігацій, і на 20% з криптовалюти. Така структура портфеля дозволяє знизити ризик завдяки меншій кореляції між активами: в разі падіння вартості акцій, портфель не зазнає катастрофічних втрат, оскільки облігації й криптовалюти можуть поводитись інакше в аналогічних ринкових умовах.

Таким чином, диверсифікація ризиків є фундаментальною стратегією для складання збалансованого портфеля цінних паперів, особливо в умовах високої волатильності ринків. Вона дозволяє оптимізувати співвідношення між ризиком і прибутковістю, що є критично важливим для довгострокового успіху інвестиційної стратегії. Включення до портфеля активів з різними рівнями ризику та кореляції сприяє створенню більш стійкого та стабільного портфеля, який може ефективно протистояти ринковим коливанням.

Важливою складовою формування збалансованого портфеля є врахування кореляції між активами. Активи з низькою або негативною кореляцією можуть діяти як "хедж" один для одного, знижуючи загальний ризик портфеля. Дослідження взаємозв'язків між активами може допомогти у створенні портфеля, де зменшення вартості одного активу частково компенсується зростанням іншого [13,15].

Тому, кореляція між активами є одним з найважливіших факторів, який впливає на складання збалансованого портфеля цінних паперів. Кореляція вимірює ступінь, до якого ціни двох або більше активів змінюються відносно одна одної. Розуміння кореляції між активами дозволяє інвесторам оптимізувати співвідношення ризику і прибутковості в портфелі, забезпечуючи більш стабільні результати в умовах мінливої ринкової кон'юнктури.

При цьому, існують різні типи кореляції. Позитивна кореляція полягає в тому, що активи мають позитивну кореляцію, якщо їхні ціни мають тенденцію змінюватися в одному напрямку. Наприклад, акції компаній однієї галузі можуть демонструвати позитивну кореляцію, оскільки на них впливають аналогічні ринкові фактори. Негативна кореляція полягає в тому, що активи мають негативну кореляцію, якщо їхні ціни змінюються в протилежних напрямках. Наприклад, акції і облігації часто демонструють негативну кореляцію, оскільки падіння ринку акцій може збільшити попит на більш безпечні облігації, підвищуючи їхню вартість. Нульова кореляція полягає в тому, що активи мають нульову кореляцію, якщо немає жодної визначеної залежності між їхніми цінами. Це може відбуватись, коли активи належать до різних класів або ринків, які не залежать один від одного.

Кореляція між активами має значний вплив на ризик і стабільність портфеля. Основна мета диверсифікації полягає у зменшенні загального ризику портфеля, зберігаючи при цьому прийнятний рівень прибутковості. Цього можна досягти шляхом включення в портфель активів з низькою або негативною кореляцією. Якщо портфель містить активи з низькою або негативною кореляцією, знижується ймовірність того, що всі активи будуть знижуватися в

ціні одночасно. Це зменшує загальний ризик портфеля, оскільки втрати одного активу можуть бути компенсовані зростанням іншого.

Хоча активи з низькою кореляцією можуть допомогти зменшити ризик, важливо також враховувати їхню прибутковість. Ідеальний портфель поєднує активи з різною кореляцією таким чином, щоб максимізувати очікувану прибутковість при заданому рівні ризику. Включення до портфеля різних типів активів (акції, облігації, криптовалюти, нерухомість) з різною кореляцією забезпечує стійкість до ринкових змін. Наприклад, під час економічного спаду криптовалюти можуть демонструвати незалежну динаміку порівняно з традиційними активами, такими як акції та облігації, що сприяє стабільності портфеля [13,16,17].

Припустимо, портфель складається з акцій технологічних компаній, державних облігацій та криптовалют. Акції технологічних компаній можуть мати позитивну кореляцію між собою, але негативну або низьку кореляцію з державними облігаціями. Криптовалюти, зі свого боку, можуть мати нульову або навіть негативну кореляцію з іншими активами. У такому портфелі, в разі падіння вартості акцій, збитки можуть бути частково компенсовані зростанням вартості облігацій або криптовалют.

Таким чином, кореляція між активами є ключовим чинником у процесі складання збалансованого портфеля цінних паперів. Розуміння та ефективне використання кореляції дозволяє зменшити ризик портфеля, підвищити його стійкість до ринкових змін і оптимізувати прибутковість. Диверсифікований портфель, який враховує кореляційні зв'язки між активами, забезпечує більш збалансований підхід до інвестування, що є важливим для досягнення довгострокових фінансових цілей.

Оптимізація портфеля за критерієм "ризик-прибуток" є одним із основних підходів до управління інвестиціями. Цей підхід дозволяє інвесторам визначити оптимальний баланс між очікуваною прибутковістю та ризиком, який вони готові взяти на себе. У процесі складання збалансованого портфеля цінних паперів оптимізація за критерієм "ризик-прибуток" допомагає мінімізувати

ризиків та максимізувати прибутки, забезпечуючи стабільність і надійність інвестицій [14,16].

Оптимізація портфеля за критерієм "ризик-прибуток" ґрунтується на математичних моделях, які визначають співвідношення між ризиком і очікуваною прибутковістю для кожного активу в портфелі. Найвідомішою моделлю є модель Марковіца (модель середньої вартості і дисперсії), яка пропонує обирати активи таким чином, щоб мінімізувати дисперсію (ризик) при заданому рівні очікуваної прибутковості. Використання сучасних моделей оптимізації портфеля, таких як модель Марковіца, дозволяє знаходити оптимальний баланс між ризиком та прибутковістю для заданого рівня ризику. Це досягається шляхом математичного аналізу історичних даних про дохідність та волатильність активів.

Процес оптимізації для визначення оцінки ризику та прибутковості відбувається наступним чином. На першому етапі проводиться оцінка очікуваної прибутковості та ризику (волатильності) для кожного активу в портфелі. Це включає аналіз історичних даних та прогнозування майбутньої динаміки активів.

Формування ефективного фронту відбувається за допомогою математичних методів формується так званий ефективний фронт (efficient frontier) — крива, що відображає оптимальні портфелі, які забезпечують максимальну прибутковість для кожного рівня ризику. Кожна точка на цій кривій представляє портфель з оптимальним співвідношенням "ризик-прибуток".

Вибір оптимального портфеля залежить від того, як інвестор обирає точку на ефективному фронті, яка відповідає його інвестиційним цілям та толерантності до ризику. Це може бути портфель з мінімальним ризиком при прийнятній прибутковості або портфель з максимальною прибутковістю при прийнятному рівні ризику.

Оптимізація за критерієм "ризик-прибуток" має значний вплив на структуру та ефективність збалансованого портфеля. Оптимізуючи портфель за цим критерієм, інвестори можуть зменшити загальний ризик, вибираючи активи з найнижчою кореляцією, які мають потенціал для стабільного зростання навіть

у складних ринкових умовах. Така оптимізація дозволяє максимізувати очікувану прибутковість портфеля, визначаючи найкращі інвестиційні можливості при даному рівні ризику. Це особливо важливо в умовах високої волатильності ринків, таких як криптовалюти.

Створення стійкого портфеля відбувається завдяки врахуванню співвідношення "ризик-прибуток", інвестор створює портфель, який є стійким до ринкових змін і може забезпечувати стабільний дохід у довгостроковій перспективі. Наприклад, розглянемо інвестора, який хоче оптимізувати свій портфель, включивши до нього криптовалюти, акції та облігації. Використовуючи модель Марковіца, інвестор оцінює ризик і прибутковість кожного активу та формує ефективний фронт [16,18]. На основі цього, інвестор обирає портфель, який мінімізує ризик при очікуваній прибутковості 10%. Цей портфель може включати більше облігацій та стабільні криптовалюти, такі як Bitcoin, щоб забезпечити баланс між прибутковістю та ризиком.

Таким чином, оптимізація за критерієм "ризик-прибуток" є ефективним інструментом для складання збалансованого портфеля цінних паперів. Вона дозволяє інвесторам знайти оптимальне співвідношення між ризиком і прибутковістю, створюючи портфель, який відповідає їхнім фінансовим цілям і рівню ризику, що вони готові прийняти. У результаті, інвестори можуть досягти стабільного та надійного зростання свого капіталу, навіть в умовах нестабільності ринків.

Динамічне ребалансування портфеля є важливим аспектом управління інвестиціями, що дозволяє підтримувати оптимальне співвідношення активів у портфелі відповідно до початкових інвестиційних цілей і рівня толерантності до ризику. Проводячи регулярне ребалансування портфеля, інвестор може коригувати пропорції різних активів, щоб підтримувати бажаний рівень ризику та прибутковості. Наприклад, якщо акції значно зросли в ціні, їхня частка в портфелі може перевищити бажаний рівень, що потребує їх продажу та реінвестування у менш ризиковані активи. Ребалансування полягає у періодичному коригуванні ваги активів у портфелі, щоб повернути їх до цільових

пропорцій після змін на ринку. Цей процес є ключовим для збереження збалансованості портфеля, зниження ризиків і максимізації прибутковості [18,20].

Динамічне ребалансування означає регулярне або реактивне коригування складу портфеля залежно від змін у вартості активів, ринкових умов або змін в інвестиційних стратегіях. Це може здійснюватися на основі певних критеріїв, таких як час (квартальне, щорічне ребалансування) або відхилення від цільової алокації активів (наприклад, коли вага активу перевищує певний поріг).

Вплив на збалансований портфель цінних паперів полягає в тому, що динамічне ребалансування дозволяє підтримувати початково заплановану алокацію активів, що важливо для дотримання визначеного рівня ризику і прибутковості. Якщо якийсь актив значно зріс у вартості, його вага у портфелі може перевищити бажану, що збільшує ризик портфеля. Ребалансування допомагає повернути вагу активів до цільових пропорцій.

Підтримання збалансованого портфеля через ребалансування знижує ризик від надмірної експозиції до окремих активів або секторів. Це особливо важливо в умовах волатильних ринків, таких як ринки криптовалют, де ціни можуть суттєво змінюватися за короткий час.

Регулярне ребалансування дозволяє фіксувати прибуток від активів, які зросли у вартості, і реінвестувати його в недооцінені активи, що може сприяти зростанню загальної прибутковості портфеля. Це також допомагає зберегти дисципліну інвестування, дозволяючи уникнути емоційного прийняття рішень.

Динамічне ребалансування захищає портфель від надмірного впливу ринкових коливань. Наприклад, якщо криптовалютний ринок зазнає значних втрат, ребалансування може призвести до зменшення частки криптовалют у портфелі і збільшення частки більш стабільних активів, таких як облігації. Припустимо, інвестор має портфель, що складається з 60% акцій і 40% облігацій. З часом через зростання вартості акцій їхня частка збільшується до 70%, а частка облігацій зменшується до 30%. Це зміщує ризик портфеля в бік більш ризикованих активів (акцій). Динамічне ребалансування повертає портфель до

цільового співвідношення 60/40, що знижує ризик і підтримує бажаний баланс між ризиком і прибутковістю.

Таким чином, динамічне ребалансування портфеля є важливим інструментом для підтримання збалансованості інвестиційного портфеля. Воно дозволяє зберегти оптимальну структуру активів, мінімізувати ризики та підтримувати дисципліну інвестування. Регулярне та зважене ребалансування допомагає інвесторам досягати довгострокових фінансових цілей, забезпечуючи стабільність та прибутковість портфеля, навіть в умовах мінливих ринків.

Аналіз макроекономічних чинників є важливим елементом процесу складання збалансованого портфеля цінних паперів. Макроекономічні показники, такі як економічне зростання, інфляція, процентні ставки, політична стабільність, та глобальні ринкові тенденції, можуть суттєво впливати на прибутковість і ризик окремих активів та ринків. Дослідження впливу макроекономічних факторів, таких як зміни процентних ставок, інфляція, політична нестабільність тощо, може впливати на вибір активів для збалансованого портфеля. Розуміння цих чинників дозволяє інвесторам краще передбачати зміни в економічному середовищі та коригувати портфель таким чином, щоб мінімізувати ризики та максимізувати прибутковість.

При цьому, основні макроекономічні чинники, такі як ВВП (валовий внутрішній продукт) є ключовим показником економічного здоров'я країни. Високий рівень економічного зростання зазвичай сприяє зростанню прибутковості акцій, оскільки компанії отримують більше можливостей для розвитку. Уповільнення економічного зростання, навпаки, може призвести до зниження прибутковості акцій і зростання попиту на безпечні активи, такі як облігації [18,19].

Інфляція впливає на купівельну спроможність грошей і може мати значний вплив на доходність різних активів. В умовах високої інфляції інвестори можуть віддавати перевагу активам, що захищають від інфляції, таким як золото або нерухомість, а також облігаціям з індексацією до інфляції.

Процентні ставки, що встановлені центральними банками, безпосередньо впливають на вартість позикових коштів і дохідність облігацій. Зростання процентних ставок зазвичай призводить до зниження вартості облігацій та інших активів з фіксованим доходом, але може позитивно впливати на прибутковість нових облігацій і сприяти зміцненню національної валюти. Політичні події, такі як вибори, зміни в уряді або міжнародні конфлікти, можуть впливати на фінансові ринки через зміну регуляторної політики або введення санкцій. Політична нестабільність зазвичай збільшує невизначеність і може призвести до зростання волатильності на ринках.

Глобалізація економіки означає, що події в одній частині світу можуть мати значний вплив на інші ринки. Наприклад, зміни в економіці США або Китаю можуть впливати на ціни акцій і облігацій у всьому світі, що робить необхідним врахування глобальних макроекономічних трендів при складанні портфеля [19].

Все це вищеперераховане впливає на макроекономічний аналіз на складання портфеля та вимагає коригування алокації активів. Це означає, що аналіз макроекономічних чинників дозволяє інвесторам приймати обґрунтовані рішення щодо розподілу активів у портфелі. Наприклад, в умовах очікуваного економічного зростання інвестор може збільшити частку акцій у портфелі, тоді як у періоди рецесії або високої інфляції — зменшити її на користь більш безпечних активів, таких як облігації або золото.

Таке розуміння макроекономічних тенденцій дозволяє ефективно використовувати стратегії хеджування для зменшення ризиків. Наприклад, в очікуванні підвищення процентних ставок інвестори можуть хеджувати свій портфель, знижуючи експозицію до облігацій з фіксованою ставкою або використовуючи фінансові інструменти, такі як опціони.

Тому, макроекономічний аналіз сприяє диверсифікації портфеля, включаючи активи з різних секторів економіки або регіонів, що допомагає знизити ризик. Наприклад, при очікуванні економічних труднощів в одній країні інвестор може збільшити частку активів з інших регіонів, щоб зменшити

потенційні втрати. Припустимо, інвестор аналізує економічні показники і прогнозує зростання інфляції в найближчі кілька років [22,24]. На основі цього аналізу він вирішує збільшити частку активів, що захищають від інфляції, таких як облігації з індексацією до інфляції або нерухомість, і зменшити частку акцій компаній, які можуть постраждати від високих виробничих витрат через інфляцію.

Таким чином, аналіз макроекономічних чинників є необхідним для складання збалансованого і стійкого до змін ринкових умов портфеля цінних паперів. Врахування таких факторів, як економічне зростання, інфляція, процентні ставки, політична стабільність та глобальні ринкові тенденції, дозволяє інвесторам приймати більш обґрунтовані рішення, ефективно управляти ризиками і оптимізувати прибутковість своїх інвестицій. Це забезпечує довгострокову стабільність і ефективність портфеля навіть в умовах мінливих економічних умов.

Стратегії управління активами відіграють ключову роль у процесі складання збалансованого портфеля цінних паперів. Вибір відповідної стратегії визначає підхід до інвестування, управління ризиками, диверсифікації та досягнення фінансових цілей. Дослідження може включати розробку інноваційних стратегій управління активами, таких як факторне інвестування, альфа-бета сегментація, або застосування алгоритмічних методів для управління портфелем. Ці стратегії можуть підвищити ефективність збалансованості та сприяти досягненню вищого рівня прибутковості. Тому, різні стратегії можуть передбачати активний або пасивний підхід до управління портфелем, а також враховувати специфічні потреби інвестора, його толерантність до ризику та очікувану прибутковість.

Для цього, існують основні стратегії управління активами такі як пасивне та активне управління. Пасивне управління - це стратегія, що передбачає мінімальне втручання в управління портфелем після його початкового складання. Пасивні інвестори зазвичай інвестують у довгострокові активи, такі як індексні фонди, які відображають динаміку певного ринку або сектору. Метою

пасивного управління є досягнення ринкової прибутковості з мінімальними витратами на управління і зниженням ризику, пов'язаного з активними торгівельними рішеннями.

Активне управління - це стратегія, що передбачає активне прийняття рішень щодо купівлі-продажу активів з метою отримання прибутку, який перевищує середньоринкову прибутковість. Активні менеджери регулярно аналізують ринки, проводять макроекономічний аналіз, ідентифікують перспективні активи і коригують структуру портфеля відповідно до ринкових умов. Такий підхід дозволяє потенційно досягати вищої прибутковості, але пов'язаний із вищими ризиками і витратами.

Ще існує стратегія з фіксованою алокацією, де інвестори, які використовують цю стратегію, визначають певні пропорції для різних класів активів (наприклад, 60% акцій і 40% облігацій) і підтримують ці пропорції через регулярне ребалансування. Такий підхід забезпечує стабільність портфеля і контроль за рівнем ризику, але може не дозволити скористатися можливостями на ринку для отримання вищої прибутковості.

При цьому, динамічне управління здодиться до постійного коригування алокації активів на основі змін у ринкових умовах [20-22]. Динамічне управління дозволяє швидко реагувати на ринкові тренди, захищаючи портфель від втрат і забезпечуючи прибутковість. Однак, цей підхід вимагає активного моніторингу ринку і може бути складним у реалізації.

Вплив стратегій управління активами на складання портфеля цінних паперів полягає в наступному. Вибір стратегії управління активами безпосередньо впливає на рівень ризику портфеля. Пасивні стратегії зазвичай мають нижчий рівень ризику, оскільки вони орієнтовані на довгострокову прибутковість і мінімальне втручання в портфель. Активні стратегії можуть включати більший ризик, оскільки вони передбачають часті зміни структури портфеля з метою досягнення вищої прибутковості.

Стратегії активного управління можуть потенційно забезпечити вищу прибутковість завдяки можливості інвестування в активи, що зростають, і

уникнення тих, що втрачають у вартості. Однак, вони також можуть призвести до втрат у разі невдалих рішень. Пасивні стратегії, навпаки, забезпечують стабільний, але, як правило, середньоринковий рівень прибутковості.

Пасивні стратегії мають менші витрати на управління, оскільки вони не передбачають частих змін у структурі портфеля [21-24]. Активні стратегії можуть бути дорогими через необхідність частих торгів, аналізу ринку та управління ризиками.

Динамічні та активні стратегії забезпечують вищу гнучкість і можливість швидкої адаптації до ринкових умов. Це може бути важливо в умовах високої волатильності ринку, наприклад, на ринках криптовалют, де ціни можуть суттєво змінюватися за короткий час. Наприклад, інвестор, який обирає стратегію з фіксованою алокацією, може встановити співвідношення 70% акцій і 30% облігацій і регулярно ребалансувати портфель, щоб підтримувати ці пропорції. Це забезпечує стабільність портфеля і контроль за ризиками, але може обмежити можливість отримання додаткового прибутку, який би міг бути досягнутий шляхом активного управління.

Таким чином, стратегії управління активами є основоположним аспектом складання збалансованого портфеля цінних паперів. Вибір стратегії впливає на рівень ризику, прибутковість, витрати на управління і гнучкість портфеля. Розуміння особливостей кожної стратегії дозволяє інвесторам адаптувати свій портфель до власних фінансових цілей, ринкових умов і рівня толерантності до ризику, що в кінцевому підсумку сприяє досягненню стабільного і ефективного інвестиційного результату.

Методи динамічного коригування та оптимізації портфеля цінних паперів є потужним інструментом для управління інвестиційними ризиками, особливо у контексті криптовалютних ринків. Впровадження таких підходів дозволяє інвесторам мінімізувати втрати та підвищити прибутковість, своєчасно реагуючи на зміни ринкових умов. Для ефективного використання цих методів рекомендується застосовувати автоматизовані системи, що базуються на сучасних технологіях обробки даних та прогнозування ризиків. Проте, необхідно

враховувати можливі недоліки, пов'язані з витратами на реалізацію та підтримку таких систем.

2.2. Розробка та особливості використання методів на основі сценаріїв

Сценарний аналіз є потужним інструментом, який використовується для моделювання можливих майбутніх станів ринку та їхнього впливу на інвестиційний портфель [21-23]. Цей підхід дозволяє інвесторам досліджувати різні можливі сценарії (рис. 2.2), що можуть виникнути на ринку, та оцінювати, як ці сценарії вплинуть на прибутковість і ризик їхніх інвестицій. Використання сценарного аналізу допомагає підготуватися до різних економічних ситуацій і вибрати оптимальні стратегії управління активами, що в кінцевому результаті сприяє підвищенню прибутку і зниженню ризиків.

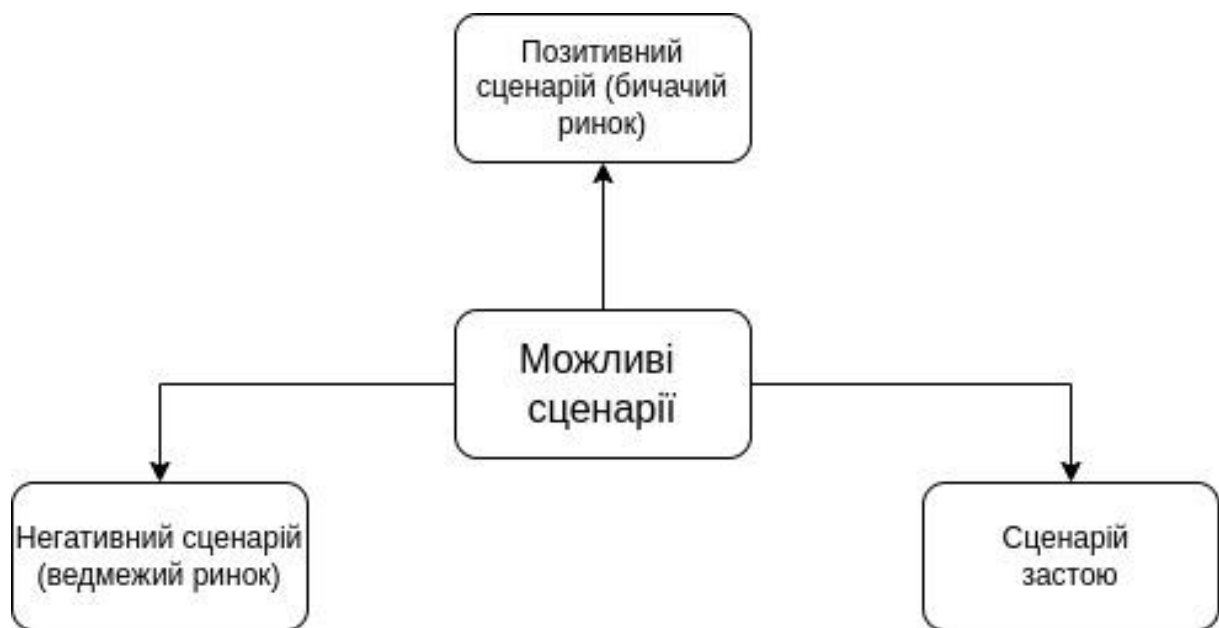


Рисунок 2.2 - Різні можливі сценарії моделювання можливих майбутніх станів ринку

Розглянемо сценарний аналіз, що передбачає створення декількох можливих майбутніх станів.

Позитивний сценарій, відомий як бичачий ринок, характеризується періодом стабільного і тривалого зростання цін на фінансові активи, зокрема

акції, облігації та інші інвестиційні інструменти. У такій ситуації інвестори налаштовані оптимістично, а економічні умови сприяють підвищенню вартості активів. Бичачий ринок може тривати кілька місяців або навіть років, і зазвичай супроводжується зростанням економіки, збільшенням прибутків компаній і зниженням рівня безробіття.

Основні характеристики бичачого ринку є зростання цін на активи. При цьому, вартість акцій та інших активів постійно зростає, що сприяє збільшенню прибутковості інвестицій. Інвестори в таких умовах готові вкладати більше коштів у ринок, сподіваючись на подальше зростання цін.

Оптимізм серед інвесторів полягає в тому, що психологічний аспект відіграє важливу роль у формуванні бичачого ринку. Оптимістичні очікування інвесторів підштовхують їх до активного купівлі активів, що додатково стимулює зростання ринку.

Під час бичачого ринку спостерігається економічне зростання, яке підтримується збільшенням споживання, інвестицій та покращенням ситуації на ринку праці. Економічне зростання підкріплює фінансові результати компаній, що підвищує їхню ринкову вартість. Зростання економіки зазвичай супроводжується збільшенням попиту на робочу силу, що призводить до зниження рівня безробіття. Це, у свою чергу, збільшує споживчі витрати, що позитивно впливає на прибутки компаній [19-21]. Часто під час бичачого ринку центральні банки підтримують низькі процентні ставки, що стимулює запозичення та інвестування. Це сприяє зростанню ринку акцій та інших активів.

Один з найдовших бичачих ринків в історії відбувся між 1982 і 2000 роками, коли фондовий ринок США зріс на тлі технологічної революції, економічного зростання і стабільних макроекономічних умов. Після Великої рецесії 2008 року ринки акцій почали відновлюватися, що призвело до тривалого періоду зростання, який тривав до початку пандемії COVID-19 у 2020 році. Цей бичачий ринок був підтриманий низькими процентними ставками, програмами кількісного пом'якшення і зростанням прибутків компаній.

У період бичачого ринку інвестори зазвичай спостерігають значне зростання вартості своїх портфельів. Це може спонукати їх до більш активного інвестування, зокрема в ризиковіші активи, щоб скористатися можливостями для отримання прибутку. Зростання цін на активи зазвичай супроводжується підвищенням ліквідності, оскільки інвестори охоче купують і продають активи на ринку. Однак, бичачий ринок також може спричинити надмірний оптимізм серед інвесторів, що іноді призводить до формування фінансових "бульбашок", коли ціни на активи сильно перевищують їхню реальну вартість. Така ситуація може закінчитися різким спадом, коли бульбашка лопне.

Таким чином, бичачий ринок є сприятливим сценарієм для інвесторів, який супроводжується зростанням вартості активів, оптимізмом серед інвесторів та економічним зростанням. Він надає можливості для отримання значного прибутку, але також вимагає обережності, щоб уникнути ризиків, пов'язаних з надмірним оптимізмом і можливим утворенням фінансових бульбашок. Інвесторам важливо залишатися дисциплінованими і використовувати інструменти, такі як сценарний аналіз, для підготовки до різних можливих змін ринку.

Негативний сценарій, відомий як ведмежий ринок, характеризується тривалим періодом зниження цін на фінансові активи, зокрема акції, облігації та інші інвестиційні інструменти. Ведмежий ринок зазвичай супроводжується економічним спадом, зниженням прибутків компаній, збільшенням безробіття та зниженням споживчого попиту. Інвестори в такій ситуації налаштовані песимістично, що призводить до масових розпродажів активів і подальшого зниження їхньої вартості.

Ведмежий ринок характеризується значним і тривалим зниженням вартості активів. Акції, облігації та інші фінансові інструменти втрачають свою вартість, що призводить до значних збитків для інвесторів. Психологічний фактор відіграє важливу роль у формуванні ведмежого ринку. Інвестори втрачають довіру до ринку, що спонукає їх до масових розпродажів активів і посилення зниження цін [22-24].

Ведмежий ринок часто супроводжується або є наслідком економічного спаду, рецесії або навіть депресії. У такій ситуації спостерігається зниження виробництва, зменшення споживчих витрат і зростання безробіття, що ще більше погіршує фінансову ситуацію. У періоди ведмежого ринку компанії стикаються з труднощами, що призводить до скорочення робочих місць, зниження доходів населення і, як наслідок, зниження споживчого попиту.

Ведмежий ринок часто супроводжується високою волатильністю, коли ціни на активи різко змінюються протягом коротких періодів часу. Це створює додаткові ризики для інвесторів, які можуть зазнавати значних втрат через різкі коливання ринків. Центральні банки можуть підвищувати процентні ставки, щоб стримати інфляцію або стабілізувати національну валюту, що робить запозичення дорожчим і пригнічує економічну активність. Крім того, в умовах економічної кризи ліквідність ринку може знижуватись, ускладнюючи можливість продажу активів без значних втрат.

Один із найвідоміших ведмежих ринків в історії, який почався з краху фондового ринку США у 1929 році. Цей період характеризувався масовими банкрутствами, високим рівнем безробіття і значним зниженням вартості акцій, яке тривало протягом кількох років. Глобальна фінансова криза, що почалася з краху ринку нерухомості в США, призвела до суттєвого зниження вартості активів по всьому світу. Це спричинило ведмежий ринок, який супроводжувався значними втратами на ринках акцій і облігацій.

Під час ведмежого ринку інвестори зазнають значних збитків через зниження вартості активів у своїх портфелях. Це може призвести до зменшення вартості інвестицій і втрати капіталу.

На ведмежому ринку ліквідність може суттєво знизитись, що ускладнює можливість швидкого продажу активів без значних втрат. Ведмежий ринок збільшує ризик банкрутства компаній, особливо тих, що мають високе боргове навантаження або працюють у високо ризикових галузях. Це може призвести до втрати інвестицій в акції таких компаній. Ведмежий ринок створює психологічний тиск на інвесторів, викликаючи паніку та страх. Це може

призвести до необдуманих рішень, таких як масові розпродажі активів, що ще більше посилює падіння ринку.

Одним із способів захисту від ведмежого ринку є диверсифікація портфеля, що передбачає інвестування в різні класи активів, які можуть мати негативну або низьку кореляцію з ринком акцій, такі як облігації, золото або інші захисні активи. Використання фінансових інструментів, таких як опціони або ф'ючерси, дозволяє інвесторам хеджувати свої ризики, зменшуючи вплив зниження цін на портфель [23,25]. У періоди ведмежого ринку інвестори можуть збільшити частку захисних активів, таких як облігації урядів, золото або стабільні валюти, які, як правило, зберігають або навіть підвищують свою вартість у часи економічної нестабільності.

Таким чином, ведмежий ринок є негативним сценарієм, який характеризується тривалим зниженням вартості активів, економічним спадом та зростанням ризиків для інвесторів. У таких умовах важливо мати стратегії для захисту портфеля від значних втрат, включаючи диверсифікацію, хеджування і перехід до захисних активів. Розуміння механізмів ведмежого ринку і вжиття заходів для зменшення ризиків можуть допомогти інвесторам зберегти свій капітал і підготуватися до майбутнього відновлення ринку.

Сценарій застою, також відомий як сценарій економічного застою або стагнації, характеризується тривалим періодом економічної стагнації, коли економічне зростання є слабким або відсутнім, а фінансові ринки демонструють мінімальні зміни або навіть застій у вартості активів. Такий сценарій відрізняється від ведмежого ринку тим, що не супроводжується значним спадом або кризою, але і не передбачає активного зростання, як у випадку з бичачим ринком [23,25].

У сценарії застою економіка демонструє повільне або навіть нульове зростання. Валовий внутрішній продукт (ВВП) може залишатися стабільним або зростати дуже повільно, що вказує на загальну слабкість економічної активності. Ринки цінних паперів можуть демонструвати незначні коливання вартості активів або навіть стабільність, коли ціни на акції, облігації та інші інструменти

залишаються на тому ж рівні протягом тривалого часу. У періоди застою інфляція, як правило, залишається на низькому рівні, оскільки споживчий попит залишається стабільним або слабким. У деяких випадках може спостерігатися дефляція (зниження загального рівня цін), що ще більше посилює економічну стагнацію.

Економічний застій часто супроводжується високим рівнем безробіття або стабільно низькою зайнятістю, оскільки компанії не розширюють свою діяльність і не створюють нові робочі місця. В умовах застою інвестори можуть бути незацікавлені в активному інвестуванні через низькі очікування щодо зростання прибутковості. Це призводить до зниження рівня інвестицій в економіку і подальшого посилення застою.

Через невизначеність щодо майбутніх економічних перспектив інвестори та компанії можуть зберігати обережність, утримуючись від великих інвестицій або розширення виробництва.

Після краху ринку нерухомості та акцій на початку 1990-х років, Японія зіткнулася з тривалим періодом економічного застою, коли економіка практично не зростала, а ринки акцій і нерухомості залишалися стагнаційними. Деякі європейські країни після фінансової кризи 2008 року пережили тривалий період низького економічного зростання і високого рівня безробіття, що можна розглядати як приклад економічного застою.

В умовах застою інвестори можуть спостерігати низьку або нульову прибутковість своїх портфелів, оскільки ціни на активи залишаються стабільними або зростають дуже повільно. Це може призвести до розчарування інвесторів, особливо тих, хто очікує швидкого зростання. Через низькі очікування щодо прибутковості інвестори можуть бути менш схильні до активних інвестицій, що може призвести до подальшого погіршення економічної ситуації. У сценарії застою інвестори можуть більше покладатися на захисні активи, такі як облігації, золото або дивідендні акції, які можуть забезпечити стабільний, хоч і невисокий, дохід у періоди низької економічної активності. Тому, в умовах застою інвестори можуть більше зосереджуватися на збереженні

свого капіталу, а не на його примноженні, що призводить до більш консервативних стратегій інвестування.

Для цього, інвестори можуть збільшити рівень диверсифікації своїх портфелів, включаючи активи з різних класів та ринків, які можуть краще витримувати періоди економічного застою. Акції компаній, що стабільно виплачують дивіденди, можуть бути привабливими в умовах застою, оскільки вони забезпечують регулярний дохід навіть при відсутності зростання вартості акцій. Використання захисних стратегій, таких як інвестиції в облігації або нерухомість, може допомогти знизити ризики і забезпечити стабільність портфеля. Інвестори можуть готуватися до можливих змін на ринку, зберігаючи ліквідність у портфелі, щоб мати можливість швидко реагувати на нові можливості, коли економічна ситуація почне змінюватися.

Таким чином, сценарій застою є періодом слабого або відсутнього економічного зростання, коли ринки залишаються стабільними, а інвестори стикаються з низькою прибутковістю. У таких умовах важливо застосовувати консервативні стратегії інвестування, фокусуючись на збереженні капіталу, диверсифікації і використанні захисних активів. Розуміння цього сценарію дозволяє інвесторам підготуватися до тривалих періодів економічної нестабільності та зберегти свої інвестиції.

Один з основних методів управління ризиками полягає у диверсифікації портфеля. Інвестор може включити активи з низькою або негативною кореляцією, щоб зменшити загальний ризик. Наприклад, в умовах очікуваної рецесії можна збільшити частку облігацій урядів або золота, які зазвичай зберігають свою вартість або навіть зростають у такі періоди. Використання інструментів хеджування, таких як опціони або ф'ючерси, може допомогти захистити портфель від потенційних втрат. Наприклад, якщо інвестор очікує зниження ринку акцій, він може купити пут-опціони на індекс акцій, що дозволить йому зафіксувати право продати активи за заздалегідь визначеною ціною і тим самим обмежити втрати.

У негативному сценарії інвестор може збільшити частку захисних активів, таких як облігації з індексацією до інфляції, стабільні валютні активи або інструменти грошового ринку. Ці активи мають менший ризик і можуть забезпечити стабільний дохід навіть під час спаду на ринку.

В умовах невизначеності інвестор може залишити частину свого портфеля в грошових коштах або високоліквідних інструментах, що дозволяє швидко реагувати на зміну ринкових умов і використати можливості для купівлі активів за зниженою ціною під час ведмежого ринку.

Припустимо, інвестор розробляє сценарій, в якому центральні банки різко підвищують процентні ставки для боротьби з інфляцією. На основі цього сценарію він оцінює, що:

- облігації з фіксованою ставкою будуть вразливі до зниження вартості через зростання ставок;
- акції технологічних компаній можуть зазнати значних втрат через зростання вартості запозичень і зниження споживчого попиту;
- золото може зберігати або навіть збільшувати свою вартість як захисний актив в умовах економічної нестабільності.

В результаті, інвестор може вирішити зменшити частку облігацій з фіксованою ставкою і акцій технологічних компаній у своєму портфелі, збільшивши частку золота та облігацій з індексацією до інфляції [23-26]. Він також може використати ф'ючерси на процентні ставки для хеджування своїх позицій у облігаціях.

Таким чином, сценарний аналіз дозволяє інвесторам краще підготуватися до можливих негативних сценаріїв на ринку. Ідентифікуючи вразливі активи і застосовуючи відповідні стратегії, такі як диверсифікація, хеджування і перехід до захисних активів, інвестор може зменшити ризики і захистити свій портфель від значних втрат. Це забезпечує стабільність інвестицій і підвищує шанси на досягнення фінансових цілей навіть в умовах несприятливих ринкових умов.

Оцінка різних сценаріїв є ключовим інструментом для інвесторів, що дозволяє їм визначити, які активи мають найкращі перспективи в умовах

конкретного сценарію, і відповідно скоригувати алокацію активів у портфелі. Цей процес складається з кількох основних етапів, які допомагають інвестору приймати обґрунтовані рішення щодо структури свого портфеля.

2.3. Запропонований метод використання сценарного аналізу

В роботі запропоновано метод який полягає у використанні сценарного аналізу, який є ефективним інструментом для моделювання різних можливих станів ринку, включаючи негативні сценарії, такі як ведмежий ринок або економічна рецесія. Цей метод дозволяє інвесторам оцінити, як конкретні активи в їхньому портфелі можуть реагувати на певні економічні та ринкові умови. Визначивши найбільш вразливі активи, інвестор може вжити заходів для захисту свого портфеля, зменшуючи частку ризикових активів або застосовуючи стратегії хеджування. Даний метод полягає в наступному.

На початку створюються можливі сценарії розвитку подій в залежності від різних станів ринку які можуть бути (табл. 2.1). Потім, для кожного з розглянутих сценаріїв у подальшому проводиться оцінка ймовірного впливу на різні класи активів, такі як акції, облігації, криптовалюти та інші інвестиційні інструменти.

Таблиця 2.1 - Опис основних етапів розробки сценаріїв

Етап	Опис
Розробка сценаріїв	Створення можливих сценаріїв ринкового розвитку (зростання, рецесія, інфляція тощо).
Аналіз впливу на активи	Оцінка впливу кожного сценарію на класи активів (акції, облігації, золото, нерухомість).
Ідентифікація перспективних активів	Визначення активів з найкращими перспективами в кожному сценарії.
Корекція портфеля	Зміна структури портфеля: збільшення перспективних активів, зменшення ризикових.

Це дозволяє інвестору побачити, як його конкретний портфель може поводитися в різних умовах, та підготуватися до можливих негативних наслідків. В загальному випадку, сценарний аналіз дозволяє інвестору визначити, які активи можуть бути найбільш вразливими у випадку негативного сценарію, та скоригувати структуру портфеля, зменшуючи частку цих активів або використовуючи стратегії хеджування.

При цьому, інвестор повинен виконати прогноз декілька ймовірних сценаріїв, які можуть включати макроекономічні чинники, такі як зростання або зниження ВВП, зміни процентних ставок, інфляцію, валютні курси, геополітичні ризики та інші фактори. Для кожного сценарію інвестор визначає, які зміни на ринку можуть вплинути на ціни активів.

Потім, для кожного сценарію інвестор аналізує, як ці зміни можуть вплинути на різні активи в портфелі. Наприклад, у випадку сценарію підвищення процентних ставок інвестор може очікувати зниження вартості облігацій з фіксованою ставкою і акцій компаній, що сильно залежать від боргового фінансування.

На основі оцінки впливу інвестор визначає, які активи в його портфелі можуть зазнати найбільших втрат у конкретному сценарії. Ці активи вважаються найбільш вразливими і можуть включати акції певних галузей, облігації з високою чутливістю до процентних ставок, або активи з високим рівнем кредитного ризику.

Після ідентифікації вразливих активів інвестор може скоригувати структуру свого портфеля. Це може включати зменшення частки ризикових активів або повну відмову від них на користь більш стабільних активів, таких як облігації урядів або золото.

Важливим в процесі використання аналізу різних можливих станів ринку є визначення оцінок сценаріїв та корекції різних видів активів. Розглянемо етапи оцінки сценаріїв та корекції різних видів активів більш ретельно, що показані на рис. 2.3.

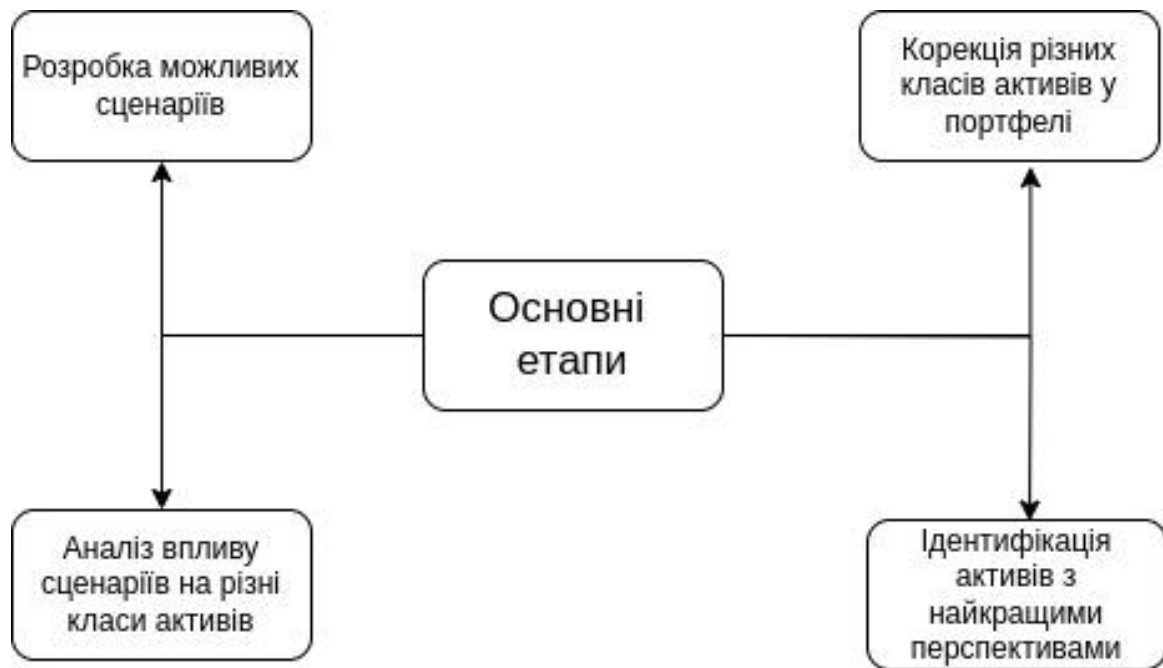


Рисунок 2.3 - Основні етапи процесу використання аналізу різних можливих станів ринку

До основних етапів процесу використання аналізу різних можливих станів ринку належали наступні кроки.

1. Розробка можливих сценаріїв, де є розробка кількох можливих сценаріїв розвитку ринку. Сценарії можуть включати різні макроекономічні чинники, такі як зміни в економічному зростанні, інфляції, процентних ставках, валютних курсах, а також геополітичні події. Наприклад, інвестор може розглядати сценарії економічного зростання, рецесії, інфляційного тиску або стабільності.

2. Аналіз впливу сценаріїв на різні класи активів, що виконуються після розробки сценаріїв інвестор повинен оцінити, як кожен із цих сценаріїв вплине на різні класи активів у його портфелі. Це включає вивчення історичних даних, використання фінансових моделей та прогнозування потенційних змін у вартості активів. Наприклад, під час сценарію економічного зростання можна очікувати, що акції компаній у циклічних секторах будуть зростати, тоді як облігації з фіксованою ставкою можуть втрачати вартість через можливе підвищення процентних ставок.

3. Ідентифікація активів з найкращими перспективами відбувається на основі аналізу інвестор може визначити, які активи мають найкращі перспективи в умовах кожного конкретного сценарію. Наприклад, у сценарії економічного зростання найбільш перспективними можуть бути циклічні акції (наприклад, акції компаній споживчого сектору, індустріального сектору, технологічних компаній). Так, у сценарії високої інфляції перспективними можуть бути активи, захищені від інфляції (наприклад, нерухомість, облігації з індексацією до інфляції, золото). В іншому сценарії рецесії найкращі перспективи можуть мати захисні активи (наприклад, облігації урядів, золото).

4. Корекція різних класів активів у портфелі, що відбувається після визначення найбільш перспективних активів інвестор може коригувати структуру свого портфеля. Це може включати наступне:

- збільшення частки перспективних активів, якщо інвестор очікує економічного зростання, він може збільшити частку акцій компаній у циклічних секторах, таких як технології або споживчі товари;
- зменшення експозиції до ризикових активів, у випадку очікуваної рецесії інвестор може зменшити частку акцій і збільшити частку захисних активів, таких як облігації урядів або золото.

В майбутньому, інвестор може додати нові класи активів або ринки до свого портфеля для зменшення ризиків і забезпечення більшої стабільності. Припустимо, інвестор прогнозує можливе підвищення інфляції в наступні кілька років і створює сценарій, в якому інфляція буде зростати на рівні 4-5% щорічно. На основі цього сценарію інвестор робить такі висновки:

- акції компаній з високими дивідендами можуть постраждати через зниження реальної вартості дивідендів;
- облігації з фіксованою ставкою також можуть втратити вартість через зростання процентних ставок;
- золото та нерухомість можуть показати хороші результати, оскільки вони традиційно вважаються захистом від інфляції.

На основі цих висновків інвестор вирішує зменшити частку облігацій і акцій з високими дивідендами у своєму портфелі та збільшити частку золота і нерухомості. Це дозволить інвестору захистити свій капітал і навіть отримати прибуток у разі реалізації інфляційного сценарію.

Таким чином, сценарний аналіз є ефективним інструментом для моделювання різних можливих станів ринку, включаючи негативні сценарії, такі як ведмежий ринок або економічна рецесія. Цей метод дозволяє інвесторам оцінити, як конкретні активи в їхньому портфелі можуть реагувати на певні економічні та ринкові умови. Визначивши найбільш вразливі активи, інвестор може вжити заходів для захисту свого портфеля, зменшуючи частку ризикових активів або застосовуючи стратегії хеджування.

2.4. Висновки

В другому розділі розглядались методи оптимізації портфеля цінних паперів де зазначено, що в умовах зростаючої волатильності ринків виникає потреба у впровадженні адаптивних підходів до управління інвестиційними портфелями. Одним із таких підходів є динамічне коригування та оптимізація портфеля цінних паперів, яке дозволяє знизити ризики та збільшити потенційні прибутки. Цей підхід передбачає регулярне або навіть реальне коригування портфеля на основі прогнозів моделей ризиків, що є особливо актуальним у контексті управління криптовалютними активами.

Також, розглядалась розробка та особливості використання методів на основі сценаріїв серед яких були визначені позитивний сценарій (бичачий ринок), негативний сценарій (ведмежий ринок) та сценарій застою. Такий розгляд сценарного аналізу дозволяв інвесторам краще підготуватися до можливих негативних сценаріїв на ринку та ідентифікувати вразливі активи до яких відносились такі стратегії як диверсифікація та хеджування. Розглянуті механізми дозволяли захистити активи, де інвестор може зменшити ризики і запобігти від значних втрат свій портфель. При цьому, забезпечується

стабільність інвестицій і підвищуються шанси на досягнення фінансових цілей навіть в умовах несприятливих ринкових умов.

Саме сценарний аналіз, який є ефективним інструментом для моделювання різних можливих станів ринку, включаючи негативні сценарії, такі як ведмежий ринок або економічна рецесія використовувався як запропонований метод, де виконувались прогнози розвитку подій в залежності від різних станів ринку. Надалі, в запропонованому методі для кожного з розглянутих сценаріїв проводиться оцінка ймовірного впливу на різні класи активів, такі як акції, облігації, криптовалюти та інші інвестиційні інструменти. Це дозволяло інвестору побачити, як його конкретний портфель може поводитися в різних умовах, та підготуватися до можливих негативних наслідків. Таким чином, сценарний аналіз дозволяв інвестору визначити, які активи можуть бути найбільш вразливими у випадку негативного сценарію, та скоригувати структуру портфеля, зменшуючи частку цих активів або використовуючи стратегії хеджування.

РОЗДІЛ 3.

РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ

3.1. Функціональні призначення основних модулів програмного засобу

Розробка основних модулів програмного засобу (рис. 3.1) базується на інтеграції машинного навчання та стохастичного моделювання для підвищення точності прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках. Розглянемо особливості роботи основних модулів більш ретельно.

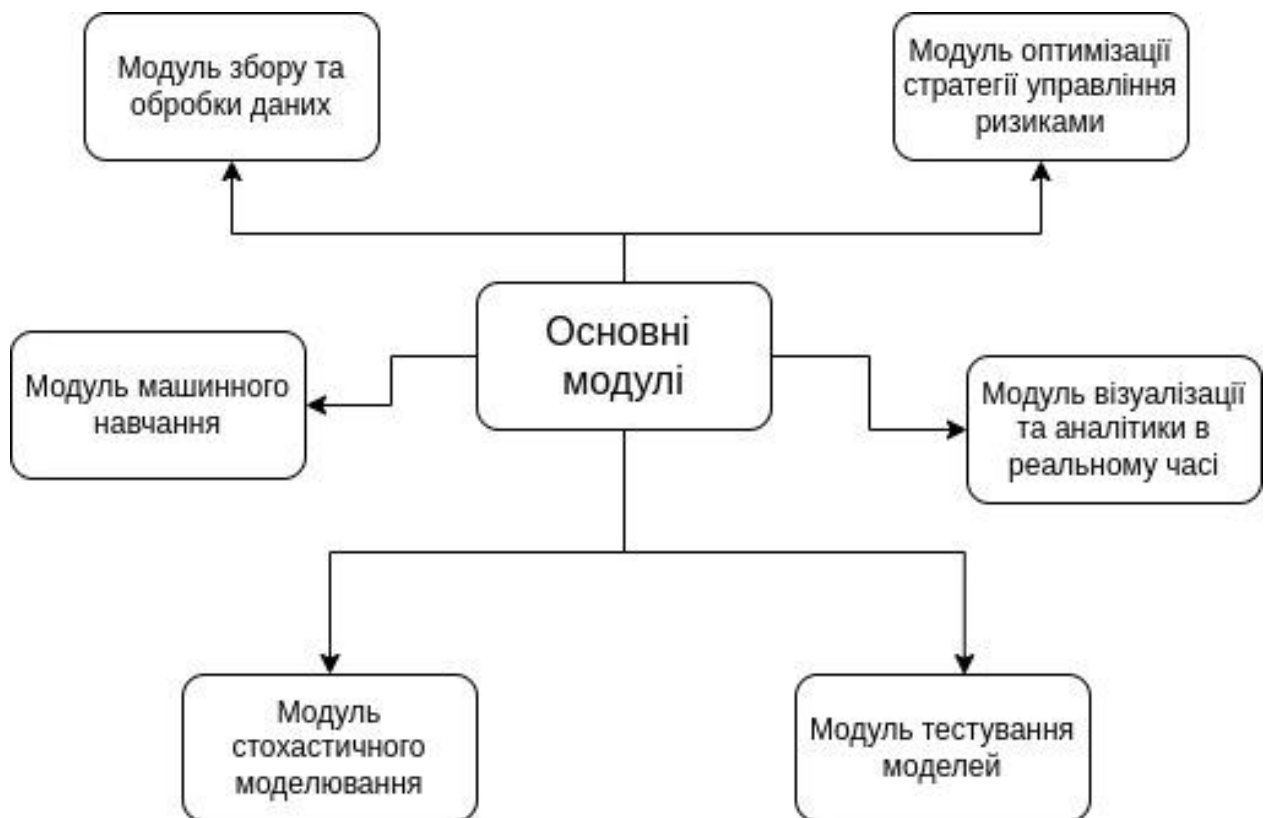


Рисунок 3.1 - Основні модулі програмного засобу

Модуль збору та обробки даних є одним із ключових компонентів програмного забезпечення, призначеного для аналізу та прогнозування фінансових ринків. Він забезпечує безперебійне постачання якісних даних для подальших етапів обчислень, таких як моделювання, прогнозування і управління ризиками. Коректна робота цього модуля є критично важливою для надійності та точності результатів всього програмного засобу (табл. 3.1).

Даний модуль забезпечує збір великої кількості даних з різних джерел, включаючи державні фінансові бази даних, біржі та зовнішні аналітичні платформи. Дані можуть включати інформацію про ціни на акції, обсяги торгів, валютні курси, макроекономічні показники тощо. Збір даних в цьому модулі може виконуватися в режимі реального часу або періодично в залежності від поставлених цілей.

Таблиця 3.1 - Функціональне призначення основних модулів програмного засобу

Назва модуля	Функціональне призначення
Модуль збору та обробки даних	Збір історичних ринкових даних, їх обробка та підготовка для моделювання
Модуль машинного навчання	Прогнозування ринкових тенденцій на основі історичних даних за допомогою ML
Модуль стохастичного моделювання	Оцінка ризиків на основі стохастичного моделювання ринку
Модуль тестування моделей	Перевірка моделей через тестування та стрес-тестування
Модуль візуалізації та аналітики в реальному часі	Моніторинг ринкових даних і візуалізація аналітики в реальному часі
Модуль оптимізації стратегії управління ризиками	Оптимізація управління ризиками на основі симуляцій та прогнозів

Зібрані дані зазвичай містять шум, неповну або помилкову інформацію. Тому, для забезпечення надійності результатів модуль здійснює попередню обробку, яка включає такі етапи:

- фільтрація шуму, де виконується видалення аномальних значень, що можуть впливати на результат моделювання, таких як випадкові цінові коливання, не пов'язані з ринковими умовами;

- заповнення пропусків, де виконуються алгоритми інтерполяції або статистичні методи використовуються для заповнення пропусків у даних, особливо коли бракує певних цінових значень або індикаторів;

- нормалізація даних, де виконується приведення даних до єдиного масштабу для підвищення точності математичних моделей. Це є важливим етапом підготовки даних для машинного навчання.

- інтеграція та злиття даних, так як у процесі збору дані можуть надходити з різних джерел і бути представленими в різних форматах. Даний модуль виконує інтеграцію цих даних, об'єднуючи інформацію з різних джерел в єдину структуру. Це дозволяє отримати повну картину ринкових умов і забезпечує високу якість підготовлених для аналізу даних.

Часто необхідно агрегувати дані за певними часовими інтервалами (наприклад, денні, тижневі або місячні дані). Тому, модуль збору та обробки даних підтримує різноманітні методи агрегації, що дозволяє адаптувати моделі до різних часових рамок. Крім того, на етапі трансформації може застосовуватися створення нових змінних на основі існуючих даних, що полегшує моделювання.

Основною перевагою даного модуля є можливість працювати з великими обсягами різноманітних даних, забезпечуючи їхню якісну підготовку для подальшого аналізу. Проте викликами можуть бути:

- якість даних, де модуль повинен бути здатним обробляти дані з різним ступенем якості, і при цьому забезпечувати стабільність результатів;

- часові затримки, де своєчасність збору даних є критично важливою, особливо для алгоритмів, що працюють у реальному часі.

Таким чином, модуль збору та обробки даних є фундаментальним елементом системи, що забезпечує надійність та точність фінансових моделей. Його робота полягає у збиранні, попередній обробці, інтеграції та трансформації даних для забезпечення їхньої готовності до подальшого використання в інших модулях. Надійність роботи цього модуля безпосередньо впливає на якість прогнозів та ефективність управління ризиками на фінансових ринках.

Модуль машинного навчання (ML) є одним із центральних елементів програмного забезпечення, призначеного для прогнозування фінансових ринків та управління ризиками. Цей модуль використовує сучасні алгоритми та техніки машинного навчання для обробки великої кількості даних, виявлення прихованих закономірностей та прогнозування майбутніх ринкових тенденцій. Модуль ML є ключовим інструментом для підвищення точності прогнозування та прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень.

Основою модуля ML є різноманітні алгоритми машинного навчання, такі як:

- лінійні моделі (лінійна регресія, логістична регресія);
- алгоритми класифікації (опорні вектори, дерева рішень);
- нейронні мережі для виявлення складних взаємозв'язків між змінними;
- алгоритми кластеризації для групування подібних фінансових інструментів або сегментів ринку.

Вибір алгоритму залежить від завдання, яке вирішується: класифікація активів, прогнозування цін або оцінка волатильності. Налаштування гіперпараметрів алгоритмів проводиться шляхом пошуку в сітці та перехресної перевірки для досягнення оптимальних результатів.

Навчання моделей є одним із ключових процесів у модулі ML. Для цього використовуються історичні ринкові дані, підготовлені модулем збору та обробки даних. Модель навчається на основі цих даних з метою виявлення патернів, які можуть бути корисними для прогнозування майбутніх цін на фінансові інструменти або ринкових індикаторів.

Процес навчання може бути як супервізованим, де модель вивчає зв'язок між змінними та мітками (наприклад, прогнозування ціни акції), так і несупервізованим, де модель самостійно знаходить схожості між даними (наприклад, кластеризація активів).

Оцінка та валідація моделей проходить в декілька етапів. Так, після навчання модель проходить етап оцінки за допомогою тестових наборів даних.

Для валідації використовуються методи, такі як перехресна перевірка (cross-validation), яка дозволяє перевіряти стійкість моделі та запобігати переобученню.

Для оцінки якості моделей застосовуються різні метрики, наприклад:

- помилка прогнозування (Mean Absolute Error, Mean Squared Error) для регресійних моделей;
- точність, повнота, F1-міра для класифікаційних моделей;
- ROC-крива для оцінки моделей з двійковими виходами.

Цей етап дозволяє перевірити, наскільки модель здатна точно передбачати ринкові події в реальних умовах.

Модуль ML також включає процедури оптимізації моделей. Для цього застосовуються різні підходи, зокрема:

- пошук у сітці (Grid Search) для знаходження найкращих параметрів моделі;
- адаптивні алгоритми навчання для автоматичного регулювання параметрів моделі в процесі навчання;
- бустинг і бэггінг як методи комбінування моделей для підвищення їхньої точності.

Така оптимізація моделей дозволяє підвищити їхню надійність та адаптивність до змінних ринкових умов.

Адаптація до реальних умов полягає в тому, що модуль ML здатний адаптуватися до постійно змінних ринкових умов шляхом періодичного навчання на нових даних. Це дозволяє моделі бути гнучкою та актуальною навіть в умовах високої волатильності ринку.

Також модуль підтримує роботу в режимі реального часу, що дозволяє застосовувати його до торгівлі за алгоритмами, які вимагають оперативних рішень на основі нових даних.

До переваг у використанні даного модуля відноситься:

- висока точність прогнозів за рахунок використання складних моделей машинного навчання;

- адаптивність до змін на ринку, завдяки можливості навчання на нових даних;
- автоматизація процесів прийняття рішень, що дозволяє уникати людських помилок.

Однак, під час роботи модуля існує ризик перенавчання моделі, якщо вона занадто точно підлаштовується під історичні дані і погано справляється з новими ринковими умовами.

Вимоги до даних полягають в тому, що для забезпечення точності прогнозів необхідно мати великі масиви якісних історичних даних.

Час навчання складних моделей може вимагати значних обчислювальних ресурсів і часу, особливо при роботі з великими обсягами даних.

Таким чином, модуль машинного навчання є критичним компонентом системи прогнозування на фінансових ринках, який дозволяє підвищити точність передбачень завдяки використанню сучасних алгоритмів машинного навчання. Модуль здатен обробляти великі масиви даних, виявляти приховані закономірності та прогнозувати ринкові тенденції з високою точністю. Основними перевагами є автоматизація прийняття рішень, висока адаптивність та точність моделей, що дозволяє інвесторам краще управляти ризиками та збільшувати прибутковість своїх портфелів.

Модуль стохастичного моделювання є важливим елементом програмного забезпечення, що використовується для моделювання невизначеності на фінансових ринках. Цей модуль застосовує стохастичні методи для врахування випадкових факторів і змінних, що впливають на ринкові умови, такі як волатильність, ризики та ймовірності різних сценаріїв. Метою стохастичного моделювання є підвищення точності прогнозів і поліпшення управління ризиками на основі ймовірнісних моделей.

Основною задачею модуля є використання стохастичних процесів для моделювання волатильності активів і ринкових індикаторів. Одним із найпоширеніших методів є модель геометричного броунівського руху (GBM), яка використовується для опису динаміки цін на акції з урахуванням випадкових

коливань. Модуль також може використовувати більш складні стохастичні диференціальні рівняння для моделювання процесів із нелінійними змінами, таких як модель Хестона для моделювання волатильності з випадковими флуктуаціями.

Стохастичне моделювання дозволяє моделювати декілька можливих сценаріїв розвитку ринкових умов. Це досягається за рахунок генерування випадкових траєкторій розвитку цін активів або інших ринкових показників. Кожен сценарій відображає певний набір початкових умов та випадкових змінних, що впливають на результат.

Важливим компонентом є використання методу Монте-Карло, який дозволяє моделювати широкий діапазон сценаріїв і оцінювати ймовірності різних результатів. Це є ефективним підходом для аналізу ризиків та їхнього впливу на інвестиційні стратегії.

Стохастичні моделі широко використовуються для моделювання динаміки процентних ставок, що є важливим фактором для оцінки облігацій та інших фінансових інструментів з фіксованою дохідністю. Модуль використовує моделі типу Васічека або Кокса-Інгерсолла-Роса (CIR), які описують еволюцію процентних ставок з урахуванням як детермінованих, так і випадкових факторів. Це дозволяє проводити точні оцінки вартості облігацій, а також моделювати ймовірні сценарії зміни процентних ставок і їх вплив на прибутковість портфелів.

Для оцінки вартості фінансових деривативів (опціонів, ф'ючерсів) модуль стохастичного моделювання використовує такі моделі, як модель Блека-Шоулза. Вона дозволяє оцінювати ймовірності досягнення певних цінових рівнів для базових активів і, відповідно, вартість деривативів на основі цих ймовірностей. Такі стохастичні моделі також дозволяють оцінити ризики, пов'язані з волатильністю базових активів, і прогнозувати майбутні зміни у вартості деривативів.

Один із основних компонентів роботи модуля — це аналіз ризиків, пов'язаних з різними сценаріями ринкових умов. Стохастичне моделювання

дозволяє оцінити ймовірність реалізації несприятливих сценаріїв та їхнього впливу на портфель активів. Для цього застосовуються методи, такі як Value at Risk (VaR) та Expected Shortfall (ES). За допомогою симуляцій інвестор може отримати кількісну оцінку ризиків і підготувати стратегії управління ризиками, що дозволяють знизити втрати в умовах високої волатильності або ринкових спадів.

До переваг у використанні даного модуля відноситься:

- точніший облік невизначеності, де стохастичні моделі дозволяють враховувати випадкові фактори, що значно підвищує точність прогнозування в умовах невизначеності;
- оцінка широкого діапазону сценаріїв, де використання методу Монте-Карло дозволяє моделювати та оцінювати широкий спектр можливих результатів, що є критично важливим для аналізу ризиків;
- адаптивність до зміни ринкових умов: Модуль може легко адаптуватися до нових ринкових умов, оскільки він генерує сценарії на основі поточних даних і випадкових коливань.

Разом з тим, існують наступні недоліки:

- високі обчислювальні витрати, де стохастичні моделі, особливо ті, що базуються на методі Монте-Карло, потребують значних обчислювальних ресурсів для обробки великої кількості сценаріїв;
- складність інтерпретації результатів, де через високий рівень невизначеності інтерпретація результатів стохастичного моделювання може бути складною, особливо для інвесторів, які не мають досвіду роботи з ймовірнісними моделями;
- залежність від якості вхідних даних, де точність прогнозів залежить від якості історичних даних, і помилки в даних можуть призвести до неправильних висновків.

Таким чином, модуль стохастичного моделювання є важливим компонентом системи для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках. Використання стохастичних процесів дозволяє моделювати

волатильність, оцінювати ймовірність різних ринкових сценаріїв та генерувати прогнози з урахуванням невизначеності. Основними перевагами модуля є точність прогнозування в умовах невизначеності та можливість оцінки широкого спектру сценаріїв. Виклики включають високі обчислювальні вимоги та складність інтерпретації результатів, але їх можна подолати шляхом оптимізації алгоритмів та покращення якості вхідних даних.

Модуль тестування моделей є також важливим елементом програмного забезпечення для фінансового аналізу та прогнозування, який забезпечує оцінку якості, надійності та стійкості побудованих прогнозних моделей. Цей модуль дозволяє проводити різні типи тестування моделей для виявлення їхньої ефективності та можливих ризиків у реальних ринкових умовах. Тестування моделей є критично важливим етапом, оскільки від цього залежить точність прогнозів і здатність моделей ефективно працювати в умовах зміни ринкових факторів.

Одним із основних етапів тестування є розділення вихідних даних на тренувальні та тестові набори. Модель навчається на тренувальному наборі, після чого її продуктивність оцінюється на тестовому наборі, який не був використаний під час навчання. Цей підхід дозволяє перевірити, наскільки добре модель здатна узагальнювати знання та робити прогнози на нових, невідомих їй даних, що є важливим показником її стійкості до реальних умов.

Перехресна перевірка є ще однією ключовою методикою, яку використовує модуль тестування для оцінки моделей. У класичній процедурі k -кратної перехресної перевірки дані розділяються на k підмножин (folds), і модель послідовно навчається на $k-1$ підмножинах, перевіряючись на одній. Такий підхід дозволяє усунути можливі перекоси в результатах тестування, оскільки кожна частина даних використовувалася як тестова тільки один раз. Ця техніка є надзвичайно важливою для отримання узагальнених результатів і запобігання проблемі переобучення (overfitting), коли модель надто добре підлаштовується під тренувальні дані, але не здатна працювати на нових даних.

Однією з важливих особливостей модуля є можливість тестування моделей на реальних ринкових даних, зібраних у різні періоди часу. Це дозволяє оцінити, наскільки ефективною є модель у прогнозуванні під час різних економічних умов, таких як підйоми, рецесії або коливання волатильності. Таке тестування є особливо важливим для оцінки стійкості моделей до ринкових шоків і екстремальних ситуацій. Моделі, що добре справляються із завданням під час таких тестувань, можуть бути надійними інструментами для інвесторів та аналітиків.

Стрес-тестування дозволяє перевіряти моделі в умовах екстремальних ринкових сценаріїв. Модуль генерує сценарії, що імітують найгірші можливі умови для фінансових ринків, такі як значне падіння вартості активів, різкі зміни процентних ставок або валютних курсів, і оцінює, як моделі поведуться в таких ситуаціях. Такі стрес-тести допомагають виявити вразливості моделей, що можуть не проявлятися під час стандартного тестування на історичних даних, і дозволяють скоригувати параметри або структуру моделей для підвищення їхньої стійкості.

Після завершення тестування моделі, модуль тестування обчислює ряд ключових показників ефективності для оцінки результатів. Серед основних метрик можна виділити:

- помилка прогнозування (Mean Absolute Error, Mean Squared Error) для регресійних моделей;
- точність, повнота та F1-міра для класифікаційних моделей;
- ROC-крива та AUC (Area Under Curve) для бінарних моделей класифікації.

Ці метрики дозволяють кількісно оцінити, наскільки точно модель прогнозує результати, і на основі цього прийняти рішення щодо її готовності до застосування.

Одним із ключових завдань модуля є виявлення проблем перенавчання (overfitting) та недонавчання (underfitting). Перенавчання виникає, коли модель надмірно підлаштовується під тренувальні дані, що знижує її продуктивність на

нових даних. Недонавчання, навпаки, свідчить про те, що модель не може достатньо добре вивчити залежності у даних. Тому, модуль тестування дозволяє виявити ці проблеми на етапі оцінки моделі і застосувати коригувальні дії, такі як регулювання гіперпараметрів, додавання більшого обсягу даних або зміна архітектури моделі.

До переваг у використанні даного модуля відноситься:

- забезпечення якості моделей, де тестування дозволяє виявляти слабкі сторони моделей на ранньому етапі, що дає можливість їх удосконалення перед використанням у реальних умовах;

- оцінка стійкості моделей, де стрес-тести та тестування на реальних даних допомагають оцінити, наскільки модель є стійкою до ринкових коливань та екстремальних умов;

- запобігання переобученню, де перехресна перевірка та аналіз продуктивності на різних наборах даних знижують ризик переобучення, що є важливим для довгострокової точності моделей.

Разом з тим, існують наступні недоліки:

- трудомісткість тестування, де тестування складних моделей, особливо з використанням великих обсягів даних, може бути ресурсомістким і потребує значного часу для повної оцінки моделей;

- інтерпретація результатів, де аналіз показників ефективності моделей може вимагати додаткових зусиль для правильної інтерпретації результатів, особливо при наявності складних ринкових сценаріїв.

Таким чином, модуль тестування моделей відіграє вирішальну роль у забезпеченні якості, стійкості та надійності фінансових моделей перед їхнім впровадженням у реальних умовах. Використовуючи такі методи, як перехресна перевірка, тестування на реальних ринкових даних та стрес-тестування, цей модуль дозволяє виявити потенційні вразливості та покращити моделі для підвищення точності прогнозування. Крім того, аналіз показників ефективності дозволяє приймати зважені рішення щодо готовності моделі до використання на

фінансових ринках, що є критично важливим для прийняття інвестиційних рішень та управління ризиками.

Модуль візуалізації та аналітики в реальному часі є важливим компонентом програмного забезпечення для фінансового аналізу, який забезпечує оперативне відображення ринкових даних, аналітичних показників та результатів моделювання. Його основна мета — забезпечити користувачів (трейдерів, фінансових аналітиків, менеджерів з управління ризиками) зручними інструментами для моніторингу та прийняття рішень на основі актуальної інформації. Цей модуль інтегрує візуалізацію ринкових показників та результати прогнозних моделей для кращого розуміння ринкової ситуації в режимі реального часу.

Модуль візуалізації збирає і відображає дані з різних джерел у режимі реального часу, включаючи інформацію про поточні ціни на фінансові активи, обсяги торгів, процентні ставки та інші ключові індикатори. Дані відображаються у вигляді графіків, діаграм та таблиць, що дозволяє користувачам бачити поточні ринкові тенденції та приймати обґрунтовані рішення. Завдяки можливості налаштування частоти оновлення даних, користувачі можуть вибирати найбільш підходящий інтервал для оновлення інформації залежно від своїх потреб (секундні, хвилинні або годинні оновлення).

Однією з основних функцій модуля є інтерактивність. Користувачі можуть взаємодіяти з даними через динамічні графіки та таблиці, виконуючи аналіз у реальному часі. Наприклад, можна вибирати певні часові інтервали для аналізу або досліджувати поведінку окремих активів за допомогою інструментів масштабування та фільтрації. Інтерактивна візуалізація також дозволяє користувачам отримувати миттєві аналітичні підказки та додаткову інформацію при наведенні на конкретні дані, що спрощує аналіз великих обсягів інформації.

Крім відображення поточних ринкових даних, модуль також відображає результати прогнозів, побудованих іншими модулями, зокрема машинного навчання та стохастичного моделювання. Це включає прогнози цін на активи, ймовірності різних ринкових сценаріїв та оцінки ризиків.

Прогнозні моделі можуть бути представлені у вигляді графіків з інтервалами довіри, що показують можливі варіації цін в залежності від різних сценаріїв. Це дозволяє користувачам оцінювати рівень невизначеності та ймовірність реалізації певного сценарію.

Модуль візуалізації дозволяє користувачам легко порівнювати поточні ринкові показники з історичними даними. Наприклад, користувачі можуть накладати графіки поточних та історичних цін активів, що дозволяє ідентифікувати патерни або аномалії в ринковій поведінці.

Можливість ретроспективного аналізу та порівняння з історичними ринковими умовами є важливим інструментом для прийняття інвестиційних рішень, оскільки дозволяє зрозуміти, як ринок реагував на подібні умови в минулому.

Модуль візуалізації надає користувачам можливість налаштування інтерфейсу під власні потреби. Користувачі можуть обирати, які ринкові показники відображати на екрані, змінювати типи графіків та формати відображення даних, що дозволяє адаптувати систему під індивідуальні потреби кожного користувача.

Також є можливість налаштовувати сигнали або сповіщення, які попереджають користувача про важливі події на ринку (наприклад, досягнення певних цінових рівнів або зміну волатильності).

Модуль візуалізації інтегрований з аналітичними модулями системи, що дозволяє відображати складні аналітичні дані у візуально доступній формі. Це включає відображення результатів стохастичного моделювання, машинного навчання, оцінок ризику та сценарного аналізу.

Користувачі можуть бачити як базові показники, так і результати аналізу ризиків, побудовані на симуляціях, таких як метод Монте-Карло або оцінка Value at Risk (VaR), що дозволяє швидко оцінювати стан ринку та приймати відповідні рішення.

До переваг у використанні даного модуля відноситься:

- оперативність, де модуль дозволяє приймати рішення в реальному часі, що є критично важливим у швидкозмінних умовах фінансового ринку;
- інтерактивність, де завдяки інтерактивній візуалізації користувачі можуть більш глибоко аналізувати дані та миттєво реагувати на зміни;
- динамічність, де є можливість відображення прогнозів та аналітичних показників в реальному часі значно підвищує ефективність управління інвестиціями та ризиками.

До недоліків у використанні даного модуля відноситься:

- високі вимоги до продуктивності, де обробка великих обсягів даних у реальному часі вимагає потужних обчислювальних ресурсів і швидкої передачі даних;
- складність інтерпретації, де при великій кількості інформації та швидкій зміні ринкових умов користувачам може бути складно миттєво інтерпретувати всі показники, що потребує добре організованого інтерфейсу.
- залежність від якості даних, де відображення неточних або затриманих даних може призвести до помилкових рішень, що вимагає постійного контролю за якістю вхідної інформації.

Таким чином, розглянутий модуль візуалізації та аналітики в реальному часі є важливим інструментом для моніторингу ринкових умов і прийняття рішень у фінансовій сфері. Завдяки інтерактивній візуалізації даних, можливості аналізу прогнозів та аналітичних показників у реальному часі, цей модуль надає користувачам актуальну інформацію для управління інвестиціями та ризиками. Гнучкість налаштувань та інтеграція з іншими аналітичними модулями забезпечує високу ефективність роботи системи навіть у швидкозмінних ринкових умовах.

Модуль оптимізації стратегії управління ризиками є критично важливою складовою програмного забезпечення для фінансового аналізу, що дозволяє знизити ризики інвесторів та покращити стабільність фінансових результатів. Цей модуль використовує різноманітні методи математичного моделювання, стохастичні підходи та алгоритми оптимізації для створення ефективних

стратегій управління ризиками. Завдяки йому інвестори можуть мінімізувати втрати в умовах несприятливих ринкових сценаріїв та підвищити загальну ефективність портфеля.

Модуль оптимізації використовує результати сценарного та стохастичного моделювання для оцінки потенційних ризиків, що виникають в умовах різних ринкових сценаріїв. Це включає оцінку ризиків, пов'язаних зі змінами цін на активи, волатильністю ринку, процентними ставками та іншими факторами.

Одним із ключових інструментів, що використовуються в модулі, є метод Монте-Карло, який генерує велику кількість ринкових сценаріїв для моделювання можливих змін ринкових умов і дозволяє оцінити ймовірність різних результатів.

Основним завданням модуля є оцінка показників ризику, таких як Value at Risk (VaR) та Expected Shortfall (ES), що дозволяють визначити максимальні очікувані втрати при різних ринкових сценаріях. Ці показники використовуються для кількісної оцінки ризику, що дозволяє інвестору отримати чітке уявлення про рівень ризику портфеля.

VaR оцінює максимальний розмір втрат за певний період з визначеною ймовірністю, тоді як Expected Shortfall розраховує середній розмір втрат у випадку, якщо ці втрати перевищують рівень VaR. Ці метрики дозволяють краще оцінити екстремальні ризики, з якими може зіткнутися інвестор.

Модуль оптимізації використовує різні алгоритми для пошуку найкращих рішень щодо управління ризиками. Це може включати:

- лінійне та нелінійне програмування, що дозволяє знаходити оптимальні стратегії з урахуванням обмежень на ризики та прибутковість;
- генетичні алгоритми для пошуку глобальних оптимумів у складних умовах, де традиційні методи можуть не справлятися з багатовимірними даними;
- методи динамічної оптимізації, які враховують можливість зміни ринкових умов у часі і дозволяють адаптувати стратегію управління ризиками в режимі реального часу.

Ці алгоритми дозволяють знаходити оптимальні точки балансу між рівнем ризику і очікуваною прибутковістю, що забезпечує ефективне управління портфелем.

Модуль оптимізації управління ризиками має функцію автоматичного коригування портфеля. В умовах зміни ринкових умов або при перевищенні допустимих рівнів ризику, модуль автоматично змінює структуру портфеля, зменшуючи експозицію до ризикових активів і збільшуючи частку захисних активів (наприклад, облігацій або золота).

Такий підхід дозволяє оперативно реагувати на ринкові шоки та підтримувати оптимальну структуру активів, що відповідає встановленому рівню ризику.

Модуль оптимізації періодично оцінює поточні ринкові умови та ризики портфеля, забезпечуючи динамічне ребалансування. Це дозволяє підтримувати портфель в оптимальному стані навіть при різких змінах ринкових умов, таких як підвищення волатильності, зниження цін активів або зміни процентних ставок.

Ребалансування проводиться на основі поточних аналітичних даних, що дозволяє запобігти значним втратам і зберегти досягнуті результати при зміні ринкової кон'юнктури.

Модуль оптимізації управління ризиками є адаптивним і може бути налаштованим для роботи в умовах різної волатильності, мінливих ринкових середовищах та економічних умовах. Завдяки інтеграції з іншими модулями системи (моделями машинного навчання та стохастичного моделювання) модуль постійно оновлює оцінку ризиків і може змінювати стратегії управління ризиками в реальному часі. Адаптивність модуля дозволяє інвесторам використовувати його як для короткострокових, так і для довгострокових стратегій, ефективно захищаючи портфель від непередбачених змін.

До переваг у використанні даного модуля відноситься:

- ефективне управління ризиками, де модуль дозволяє точно оцінювати та контролювати ризики, забезпечуючи мінімізацію втрат у разі несприятливих ринкових умов;

- оптимізація портфеля, де завдяки автоматизованому коригуванню та адаптивному підходу модуль забезпечує постійну оптимізацію структури портфеля;

- зниження впливу людського фактору, де автоматизоване управління ризиками зменшує можливість помилок, пов'язаних з емоційними або необґрунтованими рішеннями інвесторів.

До недоліків у використанні даного модуля відноситься:

- високі вимоги до даних, де точність роботи модуля залежить від якості даних та ефективності інших модулів (моделі машинного навчання, стохастичні моделі);

- складність оптимізації, де оптимізація багатовимірних ринкових параметрів із урахуванням численних ризикових факторів може вимагати значних обчислювальних ресурсів і часу;

- невизначеність ринкових умов, де хоча модуль є адаптивним, різкі непередбачені зміни на ринку можуть спричинити нестабільність у прогнозах.

Тому, модуль оптимізації стратегії управління ризиками забезпечує ефективне управління фінансовими ризиками завдяки використанню складних алгоритмів оптимізації, оцінці ризиків на основі ймовірнісних сценаріїв та автоматизованому коригуванню портфелів. Інтеграція з іншими модулями системи дозволяє динамічно адаптувати стратегії до змін ринкових умов, що підвищує стійкість інвестиційного портфеля та забезпечує максимальну ефективність управління ризиками.

Таким чином, програмний засіб, що описаний у дипломній роботі, складається з кількох ключових модулів, кожен з яких виконує специфічні завдання з прогнозування, управління ризиками та візуалізації даних. Інтеграція машинного навчання, стохастичного моделювання та моделювання Монте-

Карло дозволяє значно покращити точність прогнозів і надійність стратегії управління ризиками на фінансових ринках.

3.2. Розробка модуля оптимізації стратегії управління ризиками

Модуль оптимізації стратегії управління ризиками відіграє центральну роль у процесі мінімізації фінансових втрат і забезпечення стійкості портфеля в умовах мінливого ринку. Основним завданням цього модуля є автоматичне коригування інвестиційного портфеля з метою зниження рівня ризику, забезпечення стабільності прибутковості та адаптації до ринкових умов. У цьому контексті модуль ґрунтується на кількох основних принципах, що забезпечують ефективне управління ризиками.

Основою роботи модуля є проведення багатофакторного аналізу ризиків, що враховує широкий спектр ринкових чинників, таких як волатильність активів, макроекономічні індикатори, процентні ставки, а також специфічні ризики, пов'язані з окремими фінансовими інструментами. Цей принцип передбачає систематичний збір та аналіз даних, що дозволяє модулю точно оцінювати поточний рівень ризиків у реальному часі та прогнозувати можливі ризики в майбутньому.

Модуль використовує динамічні алгоритми оптимізації, які дозволяють коригувати структуру портфеля у відповідь на зміни ринкових умов. Зокрема, модуль здійснює регулярне або подієве ребалансування портфеля, щоб підтримувати оптимальне співвідношення між ризиком і прибутковістю. Такий підхід забезпечує постійну адаптацію інвестиційної стратегії до нових економічних і ринкових умов, мінімізуючи потенційні втрати.

Ще одним важливим принципом роботи модуля є оптимізація портфеля на основі критерію "ризик-прибуток". Цей підхід передбачає побудову такої стратегії, яка максимізує прибутковість за прийнятного рівня ризику або

мінімізує ризики за заданої цільової прибутковості. Модуль використовує такі метрики, як Value at Risk (VaR) та Expected Shortfall (ES), для оцінки можливих втрат і пошуку оптимального балансу між рівнем ризику та очікуваним доходом.

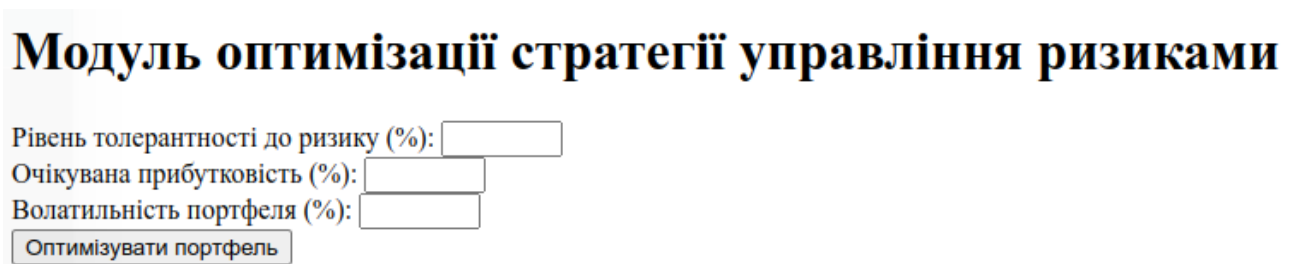
Під час роботи модуля стохастичні методи є фундаментом для моделювання невизначеності та ризиків у фінансових ринках. Даний модуль застосовує стохастичні диференціальні рівняння для моделювання волатильності активів і змін процентних ставок. Важливою частиною процесу є симуляції методом Монте-Карло, що дозволяють оцінювати ймовірність різних сценаріїв розвитку ринкових подій. Це дає змогу передбачити можливі ринкові шоки та заздалегідь підготувати портфель до таких ситуацій.

Також, модуль оптимізації стратегії управління ризиками базується на автоматизації процесу прийняття рішень. За допомогою математичних моделей і алгоритмів оптимізації він автоматично коригує структуру портфеля, зменшуючи частку активів із високим рівнем ризику і збільшуючи частку захисних активів, таких як облігації або золото. Автоматизація дозволяє уникнути впливу людського фактора, зокрема емоційного впливу на прийняття інвестиційних рішень під час ринкових коливань.

Даний модуль побудований таким чином, щоб забезпечити максимальну гнучкість і адаптивність до ринкових змін. Він постійно аналізує нові ринкові дані, інтегруючи їх у процес оптимізації, що дозволяє швидко реагувати на зовнішні чинники. Гнучкість модуля полягає у здатності інтегрувати нові активи, моделі або змінювати стратегії залежно від змін ринкових умов або ризикових профілів інвестора. Тому, одним із ключових принципів роботи модуля є прогнозування ризиків на основі сценарного аналізу. Модуль генерує кілька ймовірних сценаріїв розвитку ринкових умов, включаючи позитивні, негативні та застійні сценарії, і прогнозує можливі наслідки для портфеля у кожному випадку. Це дає змогу підготувати стратегії управління ризиками, що дозволяють мінімізувати вплив несприятливих ринкових умов. Розглянемо програмну реалізацію цього модуля. Програмний код цього модуля знаходиться у додатку В.

Програмний код фронтенду модуля оптимізації стратегії управління ризиками з використанням таких мов програмування як javascript, html, css створено для введення даних. Фронтенд модуля надає базову форму для введення даних про портфель, відображає результати оптимізації та виконує деякі обчислення.

При цьому, базова HTML форма дозволяє користувачам вводити ключові параметри, такі як толерантність до ризику, очікувана прибутковість та волатильність (рис. 3.4).



Модуль оптимізації стратегії управління ризиками

Рівень толерантності до ризику (%):

Очікувана прибутковість (%):

Волатильність портфеля (%):

Рисунок 3.4 - Скріншот форми вводу для модуля оптимізації стратегії управління ризиками

Після введення даних та натискання кнопки "Оптимізувати портфель" надсилає форму для обробки. Веб сторінка введення даних стилізована для зручності користувачів, де використовується адаптивний дизайн, кнопки з інтерактивними ефектами, а також налаштовані поля введення для простоти взаємодії.

Основна функція з обробки даних для оптимізації реалізована в JavaScript, де отримані значення з форми використовуються для обчислення оптимізованого ризику. Функція `calculateOptimizedRisk()` виконує прості обчислення на основі співвідношення між толерантністю до ризику, волатильністю та очікуваною прибутковістю. Результат відображався на сторінці. Також, для форми можна додати реальну логіку оптимізації з використанням алгоритмів (лінійного програмування, генетичних алгоритмів).

Далі розглянемо додавання функції для підключення до серверної частини, де будуть виконуватися складні обчислення. В додатку В наведено

програмний код бекенд-модуля для оптимізації стратегії управління ризиками, реалізованого на мові програмування Java з використанням Spring Boot для побудови REST API. Цей програмний код моделює процес обчислення оптимізованого ризику на сервері.

Щоб створити проект Spring Boot бекенду користувались додатком Spring Initializr (що знаходиться за адресою <https://start.spring.io/>) та інтегрованими засобами розробки, такими як IntelliJ IDEA або Eclipse.

Для цього, обирали Java як мову програмування та додавали наступні залежності:

- Spring Web для створення REST API;
- Spring Boot DevTools;
- стандартні файли проекту;
- файл pom.xml (для Maven dependencies).

При цьому, використовували наступні вхідні параметри даного модуля:

- RiskParameters, для моделі для даних, отриманих від клієнта (толерантність до ризику, очікувана прибутковість, волатильність);
- RiskOptimizationService, для сервісного класу, який виконував основну логіку оптимізації ризику;
- RiskOptimizationController, для REST-контролеру, що обробляє POST-запити на /api/optimize/risk і повертає результат оптимізації.

У подальшому, використовували такі алгоритми оптимізації, як лінійне програмування або стохастичні моделі, додавався функціонал для роботи з базами даних для зберігання інформації про користувачів або їх портфелі, виконували обробку можливих помилок та валідацію даних.

Таким чином, модуль оптимізації стратегії управління ризиками базується на ряді принципів, які забезпечують його ефективну роботу: багатофакторний аналіз ризиків, динамічна оптимізація, максимізація прибутковості при прийнятному рівні ризику, інтеграція стохастичних методів, автоматизація процесів прийняття рішень, гнучкість і адаптивність, а також прогнозування ризиків за допомогою сценарного аналізу. Ці принципи

забезпечують надійне управління фінансовими ризиками, сприяючи підвищенню стійкості інвестиційного портфеля і мінімізації потенційних втрат у мінливих ринкових умовах.

3.3. Висновки

В третьому розділі виконувалась розробка та впровадження програмних модулів, що супроводжувалось визначенням функціонального призначення основних модулів програмного засобу до яких відносились модуль збору та обробки даних, модуль машинного навчання, модуль стохастичного моделювання, модуль тестування моделей, модуль візуалізації та аналітики в реальному часі, модуль оптимізації стратегії управління ризиками. Для кожного модуля були надані загальні характеристики роботи.

Для модуля оптимізації стратегії управління ризиками основним завданням було автоматичне коригування інвестиційного портфеля з метою зниження рівня ризику, забезпечення стабільності прибутковості та адаптації до ринкових умов. У цьому контексті модуль ґрунтується на кількох основних принципах, що забезпечують ефективне управління ризиками. Основою роботи цього модуля було проведення багатофакторного аналізу ризиків, що враховував широкий спектр ринкових чинників, таких як волатильність активів, макроекономічні індикатори, процентні ставки, а також специфічні ризики, пов'язані з окремими фінансовими інструментами. Цей принцип передбачав систематичний збір та аналіз даних, що дозволяє модулю точно оцінювати поточний рівень ризиків у реальному часі та прогнозувати можливі ризики в майбутньому.

РОЗДІЛ 4.

ТЕСТУВАННЯ МОДУЛІВ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ

4.1. Основні етапи тестування модулів програмного засобу

Тестування модулів програмного засобу включає оцінку їхньої точності, стійкості до ринкових змін, інтеграції між модулями та продуктивності при роботі з великими обсягами даних. Важливо ретельно перевірити кожен модуль, щоб забезпечити стабільну та ефективну роботу системи в умовах мінливого фінансового ринку (табл. 4.1).

Модуль збору та обробки даних є фундаментальним елементом програмного засобу, оскільки від його ефективності залежить якість вхідних даних, що використовуються іншими модулями для аналізу та моделювання. Процес тестування цього модуля має на меті забезпечити коректність збору, обробки та інтеграції різних джерел даних, а також їхню підготовку для подальшого використання у системі. Розглянемо основні тест-кейси для даного модуля.

Тест-кейс 1. Тестування підключення до джерел даних.

Мета: перевірити здатність модуля отримувати дані з різних джерел, включаючи фінансові біржі, бази даних та зовнішні API.

Методика: тестування інтеграції з кожним джерелом, оцінка швидкості передачі даних, тестування правильності отриманих даних у форматах JSON, XML або CSV.

Очікуваний результат: модуль повинен коректно підключатися до всіх джерел, забезпечуючи безперебійну передачу даних без затримок.

Тест-кейс 2. Тестування обробки відсутніх або помилкових даних.

Мета: перевірити, як модуль обробляє неповні, відсутні або помилкові дані.

Методика: створення штучних наборів даних із пропусками або помилковими значеннями, перевірка, чи правильно модуль заповнює пропуски, видаляє аномальні значення або сигналізує про помилки.

Очікуваний результат: модуль повинен коректно обробляти всі помилкові дані, використовуючи алгоритми заповнення пропусків та фільтрацію шуму.

Таблиця 4.1 - Основні етапи тестування програмних модулів

Модулі	Основні етапи тестування
Модуль збору та обробки даних	Перевірка джерел даних, обробка помилкових даних, нормалізація, продуктивність
Модуль машинного навчання	Навчання моделей, точність прогнозів, перехресна перевірка, продуктивність
Модуль стохастичного моделювання	Перевірка стохастичних моделей, симуляції, оцінка ризиків, продуктивність
Модуль тестування моделей	Розподіл даних, перехресна перевірка, стрес-тести, метрики ефективності
Модуль візуалізації та аналітики в реальному часі	Відображення даних, інтерактивність, прогнозування, зручність інтерфейсу
Модуль оптимізації стратегії управління ризиками	Алгоритми оптимізації, коригування портфеля, динамічне ребалансування

Тест-кейс 3. Тестування нормалізації даних.

Мета: перевірити здатність модуля нормалізувати дані для подальшого використання іншими модулями.

Методика: використання вхідних даних з різними одиницями вимірювання та форматами, перевірка, чи правильно модуль перетворює та нормалізує їх до єдиної шкали.

Очікуваний результат: всі дані мають бути приведені до відповідного формату та єдиного діапазону для коректної обробки на наступних етапах.

Тест-кейс 4. Тестування агрегації даних.

Мета: перевірити здатність модуля об'єднувати дані за певними часовими або іншими параметрами для подальшого аналізу.

Методика: перевірка правильності агрегації даних за різними часовими інтервалами (денні, тижневі, місячні дані) та тестування різних методів агрегації (середнє, медіана, сумування).

Очікуваний результат: модуль має коректно виконувати агрегацію, об'єднуючи дані згідно з встановленими параметрами.

Тест-кейс 5. Тестування інтеграції даних з різних джерел.

Мета: оцінити здатність модуля інтегрувати дані з кількох джерел у єдину структуру.

Методика: використання даних з різних джерел (наприклад, біржеві дані та макроекономічні показники), перевірка правильності об'єднання цих даних та усунення можливих конфліктів у форматах чи часових інтервалах.

Очікуваний результат: дані повинні бути об'єднані в єдину структуру без конфліктів або втрати важливої інформації.

Тест-кейс 6. Тестування продуктивності модуля.

Мета: оцінити, наскільки ефективно модуль справляється з великими обсягами даних та наскільки швидко він виконує операції збору та обробки.

Методика: тестування модуля на великих масивах даних, оцінка часу обробки та використання обчислювальних ресурсів, зокрема тестування на стійкість до навантаження та стабільність роботи.

Очікуваний результат: модуль повинен ефективно обробляти великі обсяги даних без значних затримок або падіння продуктивності.

Тест-кейс 7. Тестування на коректність та точність результатів обробки.

Мета: переконатися, що всі дані після збору та обробки відповідають вимогам щодо точності та коректності.

Методика: проведення порівняння результатів обробки модулем із початковими даними, перевірка наявності помилок або невідповідностей.

Очікуваний результат: всі дані після обробки повинні бути точними, коректними та готовими до використання в наступних модулях.

Таким чином, тестування модуля збору та обробки даних включає в себе різні етапи, які спрямовані на перевірку коректності підключення до джерел

даних, обробки помилкових або відсутніх даних, нормалізації, агрегації та продуктивності роботи з великими обсягами інформації. Ретельне тестування цього модуля є критично важливим для забезпечення якості даних, що впливає на результати інших етапів роботи програмного засобу.

Модуль машинного навчання є ключовим компонентом програмного забезпечення, призначеного для прогнозування фінансових ринків та управління ризиками. Ефективність цього модуля залежить від точності навчання моделей, здатності правильно узагальнювати отримані дані та ефективно використовувати обчислювальні ресурси. Тестування модуля машинного навчання включає перевірку коректності навчання моделей, їхньої узагальнювальної здатності, точності прогнозування та ефективності обчислень. Розглянемо основні тест-кейси для даного модуля.

Тест-кейс 1. Тестування навчання моделей.

Мета: перевірити правильність процесу навчання моделей на тренувальних даних і здатність моделей вивчати залежності між змінними.

Методика: навчання моделей на різних наборах даних (лінійні, нелінійні, часові ряди) та оцінка здатності моделей коректно вивчати патерни. Порівняння отриманих результатів із теоретично очікуваними.

Очікуваний результат: моделі повинні навчатися коректно, ефективно знаходити взаємозв'язки в даних та забезпечувати адекватні прогнози.

Тест-кейс 2. Тестування точності прогнозування.

Мета: Оцінити точність моделей машинного навчання на основі тестових наборів даних.

Методика: моделі повинні пройти тестування на незалежному наборі даних, який не використовувався під час навчання. Для цього застосовуються метрики оцінки точності, такі як Mean Squared Error (MSE), Mean Absolute Error (MAE), точність (accuracy), повнота (recall) та F1-міра для різних типів моделей.

Очікуваний результат: моделі повинні забезпечувати високу точність прогнозування при роботі з тестовими даними, що свідчить про їхню здатність до узагальнення.

Тест-кейс 3. Тестування на перехресну перевірку (cross-validation).

Мета: перевірити стійкість моделей до зміни тренувальних наборів і здатність узагальнювати дані.

Методика: використання методу k-кратної перехресної перевірки (k-fold cross-validation), коли дані розділяються на k підмножин, і модель навчається на k-1 підмножинах з тестуванням на одній підмножині. Цей процес повторюється k разів для забезпечення повного покриття всього набору даних.

Очікуваний результат: модель повинна демонструвати стабільні результати під час перехресної перевірки, що свідчить про її здатність ефективно узагальнювати дані і уникати проблеми переобучення.

Тест-кейс 4. Тестування на перенавчання (overfitting) та недонавчання (underfitting).

Мета: виявити, чи не підлаштовується модель надто сильно під тренувальні дані (переобучення) або чи не є модель занадто простою, щоб коректно вивчати залежності в даних (недообучення).

Методика: проведення порівняння результатів навчання моделей на тренувальних та тестових наборах даних. При переобученні модель демонструє високу точність на тренувальних даних і низьку точність на тестових. При недообученні точність на обох наборах даних є низькою.

Очікуваний результат: модель повинна знаходити баланс між складністю і здатністю до узагальнення, що дозволяє уникнути переобучення та недообучення.

Тест-кейс 5. Тестування гіперпараметрів моделей.

Мета: перевірити, як вибір гіперпараметрів впливає на результати моделювання та точність прогнозів.

Методика: використання методу пошуку в сітці (Grid Search) для оптимізації гіперпараметрів моделей, таких як кількість шарів і нейронів у нейронних мережах, регуляризаційні параметри або кількість дерев у лісах

рішень. Після налаштування параметрів моделі проходять повторне тестування для оцінки впливу зміни параметрів на точність.

Очікуваний результат: моделі з оптимізованими гіперпараметрами повинні показувати покращену продуктивність без переобучення.

Тест-кейс 6. Тестування ефективності обчислень.

Мета: оцінити швидкість роботи моделей і використання обчислювальних ресурсів при роботі з великими обсягами даних.

Методика: запуск процесу навчання моделей на великих наборах даних, оцінка часу навчання, використання пам'яті та процесорних ресурсів. Перевірка того, наскільки ефективно модель використовує ресурси при паралельному обчисленні або при роботі з розподіленими обчисленнями.

Очікуваний результат: моделі повинні демонструвати високу продуктивність при роботі з великими обсягами даних, забезпечуючи оптимальне використання обчислювальних ресурсів.

Тест-кейс 7. Тестування на стійкість до змін даних.

Мета: перевірити здатність моделей коректно адаптуватися до змін у вхідних даних, таких як нові типи ринкових умов або поява нових активів.

Методика: тестування моделей на нових або непередбачуваних даних, які не були включені в оригінальні тренувальні набори, для оцінки їхньої здатності адаптуватися до змін. Можна використовувати техніки онлайн-навчання для перевірки адаптивності моделей у реальному часі.

Очікуваний результат: моделі повинні бути здатні ефективно адаптуватися до нових даних та змін ринкових умов.

Таким чином, тестування модуля машинного навчання включає комплексну перевірку навчання моделей, їхньої здатності узагальнювати дані та уникати переобучення. Важливими аспектами є оцінка точності прогнозів, тестування на перехресну перевірку, оптимізація гіперпараметрів і аналіз ефективності обчислень. Ці етапи дозволяють забезпечити надійність та продуктивність моделей для використання в реальних ринкових умовах, що є

критично важливим для досягнення високої точності прогнозування та управління ризиками.

Модуль стохастичного моделювання є критично важливим для фінансових систем, оскільки він дозволяє моделювати випадкові процеси та оцінювати ризики на основі ймовірнісних сценаріїв. Цей модуль застосовується для моделювання волатильності ринків, прогнозування цін активів та оцінки фінансових деривативів. Тестування модуля стохастичного моделювання має на меті перевірити коректність математичних моделей, точність симуляцій та ефективність оцінки ризиків за різними ринковими сценаріями. Розглянемо основні тест-кейси для даного модуля.

Тест-кейс 1. Тестування правильності стохастичних моделей.

Мета: перевірити, чи правильно реалізовані стохастичні процеси, такі як геометричний броунівський рух (GBM), модель Хестона для волатильності або моделі для процентних ставок, наприклад, модель Васічека.

Методика: створення штучних наборів даних з відомими параметрами стохастичних моделей. Використання цих даних для тестування коректності побудови моделі та порівняння результатів моделювання з аналітичними розв'язками або теоретично очікуваними значеннями.

Очікуваний результат: стохастичні моделі повинні точно відповідати своїм теоретичним описам та генерувати очікувані випадкові траєкторії або цінові шляхи.

Тест-кейс 2. Тестування симуляцій методом Монте-Карло.

Мета: перевірити здатність модуля генерувати ймовірнісні сценарії для різних ринкових умов за допомогою симуляцій методом Монте-Карло.

Методика: проведення великої кількості симуляцій для моделювання майбутніх сценаріїв розвитку ринкових активів. Оцінка збіжності результатів симуляцій із теоретично очікуваними розподілами та ймовірностями.

Очікуваний результат: модуль повинен генерувати коректні ймовірнісні сценарії з використанням методу Монте-Карло, при цьому результати повинні збігатися з розподілами, передбаченими стохастичними моделями.

Тест-кейс 3. Тестування моделювання волатильності.

Мета: перевірити, як модуль моделює волатильність цін активів у ринкових умовах, що змінюються.

Методика: використання історичних даних про волатильність фінансових інструментів для побудови стохастичних моделей волатильності (наприклад, моделі GARCH або Хестона). Порівняння прогнозованих значень волатильності з реальними ринковими даними.

Очікуваний результат: модель волатильності повинна точно відображати історичні ринкові умови та коректно передбачати волатильність у майбутніх періодах.

Тест-кейс 4. Тестування моделювання процентних ставок.

Мета: перевірити здатність модуля моделювати динаміку процентних ставок на основі стохастичних диференціальних рівнянь (наприклад, модель Васічека або модель CIR).

Методика: генерація сценаріїв зміни процентних ставок за допомогою стохастичних моделей та їх порівняння з історичними даними. Оцінка того, наскільки точно модуль прогнозує короткострокові та довгострокові зміни процентних ставок.

Очікуваний результат: моделі повинні точно відображати динаміку процентних ставок та забезпечувати реалістичні прогнози для різних ринкових сценаріїв.

Тест-кейс 5. Тестування оцінки вартості та ризиків деривативів.

Мета: перевірити, чи правильно модуль оцінює вартість фінансових деривативів (наприклад, опціонів) з використанням стохастичних моделей і методів оцінки ризиків.

Методика: моделювання вартості опціонів із використанням моделі Блека-Шоулза та порівняння з аналітичними значеннями для базових активів. Проведення симуляцій для оцінки ризиків за допомогою VaR (Value at Risk) та ES (Expected Shortfall).

Очікуваний результат: модуль повинен точно оцінювати вартість деривативів і прогнозувати ризики відповідно до математичних моделей.

Тест-кейс 6. Тестування на стійкість та продуктивність.

Мета: перевірити, наскільки швидко і стабільно модуль виконує стохастичні симуляції та оцінки при великих обсягах даних і великій кількості сценаріїв.

Методика: Проведення тестів продуктивності на симуляціях із тисячами або мільйонами сценаріїв. Оцінка часу виконання, використання пам'яті та обчислювальних ресурсів.

Очікуваний результат: Модуль повинен демонструвати високу продуктивність та стабільність при виконанні великомасштабних симуляцій.

Тест-кейс 7. Тестування коректності оцінки ризиків.

Мета: оцінити, чи правильно модуль використовує результати стохастичного моделювання для оцінки ризиків, таких як Value at Risk (VaR) та Expected Shortfall (ES).

Методика: проведення симуляцій для оцінки ризиків на основі різних сценаріїв зміни цін активів або волатильності. Порівняння результатів із теоретичними значеннями та результатами інших перевірених моделей ризиків.

Очікуваний результат: Модуль повинен точно оцінювати фінансові ризики відповідно до розрахованих ймовірностей та сценаріїв.

Таким чином, тестування модуля стохастичного моделювання включає перевірку точності реалізації стохастичних процесів, здатності модуля генерувати ймовірнісні сценарії, моделювати волатильність та процентні ставки, а також оцінювати вартість і ризики деривативів. Особлива увага приділяється продуктивності модуля при великій кількості симуляцій та стійкості до зміни ринкових умов. Тестування цього модуля є важливим для забезпечення точності прогнозів і надійності управління ризиками на фінансових ринках.

Модуль тестування моделей є також критично важливим компонентом програмного забезпечення, який забезпечує оцінку ефективності інших моделей, перевіряючи їхню точність, узагальнювальні здатності та стійкість до змінних

ринкових умов. Головною метою цього модуля є перевірка того, наскільки моделі здатні забезпечувати точні прогнози і як вони реагують на різні ринкові сценарії. Тестування цього модуля зосереджене на його здатності адекватно оцінювати продуктивність моделей на основі реальних і синтетичних даних. Розглянемо основні тест-кейси для даного модуля.

Тест-кейс 1. Тестування на коректність розподілу даних.

Мета: перевірити здатність модуля коректно розподіляти дані на тренувальні та тестові набори, забезпечуючи таким чином можливість незалежного тестування моделей.

Методика: використання різних наборів даних, які модуль повинен розподіляти на тренувальні та тестові частини у відповідності до заданих відсоткових пропорцій (наприклад, 80% для тренування і 20% для тестування). Перевірка коректності цього розподілу та уникнення змішування даних між цими наборами.

Очікуваний результат: дані повинні бути коректно розподілені без змішування між тренувальними та тестовими наборами.

Тест-кейс 2. Тестування перехресної перевірки (cross-validation).

Мета: перевірити здатність модуля реалізувати перехресну перевірку моделей для забезпечення стійкості результатів.

Методика: використання методу k-кратної перехресної перевірки (k-fold cross-validation), де дані розділяються на k частин, і кожна частина послідовно використовується як тестова, тоді як інші частини — для навчання. Це дає можливість оцінити продуктивність моделі на всьому наборі даних і уникнути переобучення.

Очікуваний результат: модуль повинен демонструвати стабільні результати після проведення k-кратної перехресної перевірки, забезпечуючи узагальнені висновки про ефективність моделей.

Тест-кейс 3. Тестування на реальних ринкових даних.

Мета: перевірити здатність модуля точно оцінювати продуктивність моделей на основі реальних ринкових даних.

Методика: використання історичних ринкових даних для навчання моделей і перевірка їхньої точності на нових, реальних даних. Це дозволяє оцінити, наскільки добре модель узагальнює свої прогнози на основі нових умов, які не зустрічалися під час навчання.

Очікуваний результат: модуль повинен точно оцінювати продуктивність моделей, відображаючи результати, які корелюють з реальними ринковими показниками.

Тест-кейс 4. Стрес-тестування моделей.

Мета: перевірити здатність модуля оцінювати стійкість моделей в умовах екстремальних ринкових ситуацій або раптових змін.

Методика: генерація синтетичних наборів даних, що імітують різкі ринкові шоки або кризи (наприклад, різке падіння цін, значне збільшення волатильності). Проведення стрес-тестів на цих даних для оцінки реакції моделей на екстремальні сценарії.

Очікуваний результат: модуль повинен демонструвати коректні результати стрес-тестування, показуючи, як моделі реагують на ринкові кризи та наскільки вони стійкі до таких умов.

Тест-кейс 5. Тестування метрик ефективності моделей.

Мета: перевірити коректність обчислення ключових метрик продуктивності моделей.

Методика: використання стандартних метрик для оцінки точності моделей, таких як Mean Absolute Error (MAE), Mean Squared Error (MSE) для регресійних моделей або точність (accuracy), повнота (recall), F1-міра для класифікаційних моделей. Проведення розрахунків для кожної метрики та порівняння результатів з теоретичними значеннями.

Очікуваний результат: модуль повинен правильно обчислювати всі метрики ефективності та надавати коректні дані для оцінки моделей.

Тест-кейс 6. Тестування виявлення проблем перенавчання (overfitting) та недонавчання (underfitting).

Мета: виявити проблеми переобучення (overfitting) або недообучення (underfitting) в моделях.

Методика: проведення порівняння результатів на тренувальних та тестових даних для виявлення надмірної підгонки моделей до тренувальних даних (переобучення) або недостатньої здатності моделей коректно вивчати патерни в даних (недообучення). Можна використовувати графіки навчання або оцінювати різницю між помилками на тренувальних і тестових наборах.

Очікуваний результат: модуль повинен коректно виявляти випадки переобучення та недообучення та надавати відповідні рекомендації для корекції моделей.

Тест-кейс 7. Тестування на продуктивність та ефективність.

Мета: оцінити продуктивність модуля тестування моделей при роботі з великими наборами даних і складними моделями.

Методика: проведення тестів на великих обсягах даних та оцінка швидкості виконання тестування моделей, використання обчислювальних ресурсів, ефективність роботи при паралельних обчисленнях або роботі в розподілених системах.

Очікуваний результат: модуль повинен демонструвати високу продуктивність при тестуванні великих наборів даних та забезпечувати швидке тестування без затримок або падіння ефективності.

Таким чином, тестування модуля тестування моделей є багатокомпонентним процесом, який включає перевірку на коректність розподілу даних, оцінку продуктивності моделей за допомогою перехресної перевірки, проведення стрес-тестів, аналіз метрик ефективності та виявлення проблем переобучення і недообучення. Модуль повинен забезпечувати точну оцінку ефективності моделей як у звичайних, так і в екстремальних ринкових умовах, що є важливим для забезпечення надійності фінансових прогнозів і управління ризиками.

Модуль візуалізації та аналітики в реальному часі є одним із найважливіших елементів сучасних програмних засобів для фінансового аналізу,

оскільки він забезпечує користувачам можливість оперативного моніторингу ринкових показників та прогнозів. Модуль відображає дані в інтерактивному вигляді, дозволяючи аналітикам швидко приймати рішення на основі актуальних ринкових умов. Тестування цього модуля має на меті перевірити коректність візуалізації, інтерактивності інтерфейсу та здатності модуля працювати з великими обсягами даних у режимі реального часу. Розглянемо основні тест-кейси для даного модуля.

Тест-кейс 1. Тестування відображення ринкових даних у реальному часі.

Мета: перевірити здатність модуля коректно відображати поточні ринкові дані з мінімальними затримками в оновленні інформації.

Методика: створення симуляційних сценаріїв, де ринкові дані постійно оновлюються. Оцінка того, наскільки швидко модуль реагує на зміни даних і чи коректно відображає оновлену інформацію на графіках і діаграмах.

Очікуваний результат: модуль повинен забезпечувати миттєве відображення оновлених ринкових даних без значних затримок, забезпечуючи безперервний моніторинг ринку в режимі реального часу.

Тест-кейс 2. Тестування інтерактивності користувацького інтерфейсу.

Мета: оцінити інтерактивність візуальних компонентів і зручність їх використання для проведення аналізу.

Методика: використання інтерактивних функцій, таких як масштабування графіків, вибір часових інтервалів, фільтрація даних та перегляд додаткової інформації про активи при наведенні курсора. Оцінка того, наскільки швидко і зручно користувачі можуть взаємодіяти з даними.

Очікуваний результат: користувацький інтерфейс повинен забезпечувати плавну та інтуїтивно зрозумілу взаємодію з даними, без затримок у відображенні результатів дій користувача.

Тест-кейс 3. Тестування відображення прогнозних даних та аналітичних показників.

Мета: перевірити коректність відображення прогнозних даних та результатів аналітичних моделей у режимі реального часу.

Методика: проведення симуляційних сценаріїв з прогнозуванням майбутніх ринкових умов за допомогою моделей машинного навчання або стохастичного моделювання. Оцінка коректності відображення прогнозних даних на графіках, зокрема інтервалів довіри та ймовірнісних сценаріїв.

Очікуваний результат: модуль повинен забезпечувати точне відображення прогнозних даних, включаючи інтервали довіри та ймовірності реалізації різних сценаріїв, з можливістю користувача швидко інтерпретувати результати.

Тест-кейс 3. Тестування обробки великих обсягів даних.

Мета: оцінити здатність модуля працювати з великими масивами даних без втрати продуктивності.

Методика: Проведення тестування із завантаженням великих наборів історичних даних або симуляційних сценаріїв для візуалізації. Оцінка продуктивності модуля, часу завантаження та швидкості відображення даних у різних форматах (графіки, таблиці, діаграми).

Очікуваний результат: модуль повинен демонструвати високу продуктивність навіть при роботі з великими обсягами даних, забезпечуючи швидке відображення інформації без затримок або зависань.

Тест-кейс 4. Тестування точності відображення історичних даних та порівняння з поточними.

Мета: перевірити здатність модуля коректно відображати історичні дані та дозволяти порівняння їх із поточними показниками ринку.

Методика: відображення історичних ринкових даних разом із поточними значеннями. Оцінка коректності відображення часових інтервалів та відповідності даних між минулими і поточними періодами.

Очікуваний результат: історичні дані повинні бути точно відображені і коректно співвідноситися з поточними ринковими показниками, що дозволяє користувачам проводити аналіз та ідентифікувати тенденції.

Тест-кейс 5. Тестування індивідуальних налаштувань користувача.

Мета: перевірити можливість налаштування інтерфейсу відповідно до потреб користувача.

Методика: надання користувачам можливості кастомізувати інтерфейс (наприклад, вибір типів графіків, налаштування оновлень даних, вибір показників для відображення). Перевірка збереження цих налаштувань та їх впливу на продуктивність і зручність роботи з модулем.

Очікуваний результат: модуль повинен забезпечувати гнучкі налаштування для користувача без втрати продуктивності або функціональності.

Тест-кейс 6. Тестування зручності використання інтерфейсу.

Мета: оцінити, наскільки інтуїтивно зрозумілим є інтерфейс для користувачів із різним рівнем підготовки.

Методика: проведення тестів з користувачами різного рівня кваліфікації (початківці, досвідчені аналітики) для оцінки зручності інтерфейсу, навігації та доступності функцій візуалізації. Оцінка зворотного зв'язку від користувачів щодо взаємодії з інтерфейсом.

Очікуваний результат: інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим та зручним для користувачів будь-якого рівня кваліфікації, забезпечуючи ефективне виконання аналітичних задач.

Тест-кейс 7. Тестування стійкості та відмовостійкості.

Мета: перевірити, наскільки стабільно працює модуль у реальному часі, зокрема при високому навантаженні або несправностях системи.

Методика: проведення стрес-тестів для перевірки стійкості модуля під час обробки великих обсягів даних або частих оновлень інформації в реальному часі. Імітація непередбачених подій (збоїв у з'єднанні або оновлення даних) для перевірки здатності системи відновлювати роботу без втрати даних.

Очікуваний результат: модуль повинен демонструвати високу стійкість до навантажень і відмовостійкість, забезпечуючи безперервне відображення даних та їхню актуальність.

Таким чином, тестування модуля візуалізації та аналітики в реальному часі включає перевірку коректності відображення даних, інтерактивності інтерфейсу,

здатності працювати з великими обсягами інформації, а також оцінку продуктивності й стабільності під навантаженням. Важливими аспектами є тестування точності прогнозів та можливість кастомізації інтерфейсу для забезпечення максимального комфорту користувачів. Модуль повинен забезпечувати швидке та безперебійне відображення ринкових даних, що дозволяє аналітикам оперативно приймати рішення на основі актуальної інформації.

Модуль оптимізації стратегії управління ризиками є ключовим компонентом програмного забезпечення для фінансового аналізу та прийняття рішень. Його основна функція полягає в тому, щоб допомагати користувачам мінімізувати фінансові ризики, балансуючи між рівнем ризику і прибутковістю шляхом автоматичного коригування структури портфеля. Тестування цього модуля спрямоване на оцінку точності виконання оптимізаційних алгоритмів, здатності коректно реагувати на зміни ринкових умов та ефективності управління ризиками. Розглянемо основні тест-кейси для даного модуля.

Тест-кейс 1. Тестування алгоритмів оптимізації.

Мета: перевірити коректність роботи алгоритмів, які використовуються для оптимізації управління ризиками.

Методика: оцінка різних оптимізаційних алгоритмів, таких як лінійне і нелінійне програмування, генетичні алгоритми та методи динамічної оптимізації. Проведення тестування на синтетичних наборах даних для перевірки точності та ефективності оптимізації.

Очікуваний результат: алгоритми повинні знаходити оптимальні стратегії управління ризиками, які забезпечують мінімізацію фінансових втрат при заданих умовах ринку.

Тест-кейс 2. Тестування автоматичного коригування структури портфеля.

Мета: перевірити здатність модуля автоматично змінювати структуру портфеля при зміні ринкових умов або при досягненні критичних рівнів ризику.

Методика: створення симуляційних сценаріїв з різкими змінами ринкових умов (наприклад, падіння або зростання цін на активи) і перевірка, як модуль коригує портфель для мінімізації ризиків. Оцінка здатності знижувати експозицію до ризикових активів і підвищувати частку стабільних активів (наприклад, облігацій або золота).

Очікуваний результат: модуль повинен оперативно коригувати структуру портфеля, зменшуючи ризики і забезпечуючи стійкість портфеля до змін ринкових умов.

Тест-кейс 3. Тестування динамічного ребалансування портфеля.

Мета: перевірити, чи здатен модуль проводити динамічне ребалансування портфеля в умовах зміни ринкових умов і показників ризику.

Методика: оцінка роботи модуля при зміні ринкової волатильності, рівнів ризику та прибутковості активів. Перевірка, як модуль відстежує показники ризику в реальному часі та проводить регулярне або подієве ребалансування для підтримки оптимальної структури портфеля.

Очікуваний результат: модуль повинен забезпечувати автоматичне ребалансування портфеля при досягненні заданих параметрів ризику, підтримуючи його оптимальну структуру.

Тест-кейс 4. Тестування адаптації до ринкових змін.

Мета: перевірити здатність модуля швидко адаптуватися до змін ринкових умов і перераховувати оптимальні стратегії управління ризиками в режимі реального часу.

Методика: імітація ринкових змін, таких як раптові зміни процентних ставок, зростання волатильності або зміна цін на активи. Оцінка часу реакції модуля на ці зміни і коректності нових оптимізованих рішень.

Очікуваний результат: модуль повинен коректно адаптуватися до змін ринку, забезпечуючи постійне оновлення стратегії управління ризиками та мінімізацію втрат.

Тест-кейс 5. Тестування на стійкість до різних ринкових сценаріїв.

Мета: перевірити здатність модуля оцінювати ризики і коригувати стратегії управління у різних ринкових сценаріях, включаючи як позитивні, так і негативні ринкові умови.

Методика: проведення тестування за допомогою сценарного аналізу з імітацією різних ринкових умов, таких як бичачий ринок (зростання цін), ведмежий ринок (падіння цін) та сценарії застою. Оцінка того, наскільки модуль правильно оцінює ймовірні ризики і змінює структуру портфеля відповідно до кожного сценарію.

Очікуваний результат: модуль повинен точно оцінювати ризики в різних ринкових умовах та ефективно адаптувати стратегії управління портфелем для максимального зменшення можливих втрат.

Тест-кейс 6. Тестування розрахунку показників ризику (VaR та ES).

Мета: оцінити здатність модуля коректно розраховувати показники ризику, такі як Value at Risk (VaR) та Expected Shortfall (ES).

Методика: використання симуляцій для оцінки можливих втрат портфеля за різних ринкових умов і порівняння розрахунків VaR та ES із теоретичними значеннями та результатами інших моделей оцінки ризиків.

Очікуваний результат: модуль повинен точно розраховувати показники VaR та ES, забезпечуючи реалістичні оцінки ризиків для кожного активу або портфеля.

Тест-кейс 7. Тестування продуктивності та відмовостійкості.

Мета: перевірити, наскільки стабільно та швидко модуль працює під час проведення оптимізації та ребалансування портфеля в режимі реального часу.

Методика: проведення тестів на великих наборах даних, імітація частих змін ринкових умов і перевірка здатності модуля виконувати оптимізацію без затримок. Оцінка стабільності модуля при високих навантаженнях та його здатності відновлювати роботу після можливих збоїв.

Очікуваний результат: модуль повинен демонструвати високу продуктивність, швидко реагувати на зміни ринку та забезпечувати стійкість до відмов під час оптимізації ризиків.

Таким чином, тестування модуля оптимізації стратегії управління ризиками включає перевірку коректності роботи алгоритмів оптимізації, здатності до автоматичного коригування портфеля, адаптації до змін ринкових умов та проведення динамічного ребалансування. Модуль також має забезпечувати точний розрахунок показників ризику, таких як VaR та ES, і працювати стабільно під навантаженням. Ретельне тестування модуля є ключовим для забезпечення надійного управління фінансовими ризиками та підвищення стійкості інвестиційного портфеля до несприятливих ринкових сценаріїв.

4.2. Тестування модулів оптимізації стратегії управління ризиками

Модуль оптимізації стратегії управління ризиками є ключовим елементом фінансових систем, що забезпечують мінімізацію втрат та ефективне управління інвестиційними портфелями в умовах невизначеності. Тестування цього модуля відіграє важливу роль у забезпеченні його надійності, точності та відповідності очікуваним результатам. Основні принципи тестування включають оцінку коректності функціонування алгоритмів, адаптивності до ринкових змін, а також аналіз стійкості та продуктивності системи.

Модуль оптимізації ризиків ґрунтується на математичних моделях, що визначають залежність між рівнем ризику і прибутковістю. Тестування полягає у перевірці того, наскільки алгоритми реалізації відповідають теоретичним основам фінансової математики. Для цього використовуються тестові дані та моделі для порівняння результатів, зокрема різні типи функцій оптимізації, такі як лінійне або нелінійне програмування.

Основною метою є виявлення відхилень у результатах роботи алгоритмів від аналітичних рішень, що дозволяє своєчасно виявляти помилки або неточності в реалізації моделей.

Таблиця 4.2 Основні принципи тестування модуля оптимізації стратегії управління ризиками

Принцип тестування	Основні положення
Відповідність алгоритмів теоретичним моделям	Перевірка відповідності алгоритмів оптимізації фінансовим моделям. Тестові дані використовуються для порівняння результатів.
Точність розрахунку показників ризику	Перевірка точності розрахунків VaR та ES, з використанням симуляцій для різних ринкових умов.
Оцінка адаптивності до ринкових умов	Симуляції ринкових сценаріїв (бичачий, ведмежий ринки) для оцінки адаптивності модуля до змін.
Інтеграційне тестування	Перевірка взаємодії модуля з іншими компонентами системи для забезпечення узгодженості.
Стійкість до великих обсягів даних	Оцінка здатності модуля обробляти великі обсяги даних без втрати продуктивності.
Автоматизація та швидкодія	Оцінка часу реакції модуля на зміни ринкових умов та забезпечення негайного коригування портфеля.
Відмовостійкість	Тестування системи на відмовостійкість, симуляція збоїв і оцінка здатності до відновлення без втрати даних.

Одним із ключових аспектів тестування є перевірка точності розрахунку показників ризику, таких як Value at Risk (VaR) та Expected Shortfall (ES). Ці показники відіграють важливу роль у прогнозуванні потенційних втрат, і тому їхнє тестування повинно забезпечити точність обчислень. При цьому застосовується симуляційне тестування для перевірки, чи відповідають розрахункові значення теоретичним прогнозам та чи є обґрунтованими припущення щодо можливих коливань на ринку.

Тому, важливою метою є оцінка адекватності ризиків для різних сценаріїв розвитку ринку, що дозволяє використовувати модуль у широкому спектрі ринкових ситуацій.

Надалі, тестування модуля оптимізації повинно включати симуляції різних ринкових сценаріїв, таких як бичачий ринок, ведмежий ринок та

стагнація, для оцінки здатності модулю адаптуватися до змін ринку. Цей принцип забезпечує перевірку алгоритмів на здатність швидко реагувати на зміни цін активів, процентних ставок та рівня волатильності. Тестування включає моделювання раптових ринкових коливань та аналіз реакції системи на такі зміни.

Основною метою є підтвердження того, що модуль коректно адаптується до змін і забезпечує відповідні стратегії для мінімізації ризиків. Тому, важливим аспектом є тестування взаємодії модуля з іншими компонентами системи, такими як модулі збору даних, аналітики та візуалізації. Цей принцип базується на забезпеченні безперебійної передачі інформації між модулями та узгодженості їхньої роботи. Інтеграційне тестування дозволяє оцінити повну функціональність системи в реальних умовах та гарантує, що всі модулі працюють синхронно і забезпечують відповідні результати.

Також, основною метою роботи програмного коду є перевірка стабільної роботи всієї системи, коли модуль оптимізації працює у комплексі з іншими компонентами. Оскільки фінансові системи зазвичай працюють із великими наборами даних, важливо перевірити здатність модуля обробляти великі обсяги інформації без втрати продуктивності або точності. Таке тестування полягає у виконанні операцій оптимізації під час великих навантажень і оцінці здатності модуля працювати в режимі реального часу, зокрема в умовах значного обсягу ринкових даних. Тому, метою є забезпечення стабільної продуктивності модуля навіть при роботі з високонавантаженими потоками інформації.

Сучасні модулі оптимізації стратегії управління ризиками повинні також забезпечувати швидке й автоматизоване виконання операцій у відповідь на зміну ринкових умов. Таке тестування включає оцінку часу реакції системи на зміну параметрів та швидкодію оптимізаційних процесів. Важливо, щоб модуль забезпечував негайне коригування структури портфеля при досягненні критичних рівнів ризику. При цьому, важливими є перевірка, чи здатен модуль виконувати оптимізацію в реальному часі та реагувати на ринкові зміни без значних затримок.

Відмовостійкість системи стає одним із ключових параметрів роботи модуля. При цьому, таке тестування модуля включає симуляції різних типів збоїв або непередбачуваних подій, таких як перебої в доступі до даних або збої в роботі мережі. Система повинна демонструвати здатність швидко відновлювати роботу без втрати даних або зниження якості управління ризиками. Для цього існує перевірка стійкості модуля до різних типів збоїв і його здатності відновлювати роботу в умовах збоїв.

Таким чином, основні принципи тестування модуля оптимізації стратегії управління ризиками ґрунтуються на перевірці відповідності алгоритмів теоретичним моделям, точності розрахунку показників ризику, адаптивності до ринкових умов, інтеграційної сумісності, стійкості до великих обсягів даних, швидкодії та відмовостійкості. Ці принципи дозволяють забезпечити надійну роботу модуля та його здатність ефективно керувати ризиками в умовах нестабільних ринкових ситуацій.

4.3. Висновки

В четвертому розділі виконувалось тестування програмного засобу, де визначались основні етапи тестування. Для цього були розглянуті основні тест-кейси для модуля збору та обробки даних, який є фундаментальним елементом програмного засобу, оскільки від його ефективності залежить якість вхідних даних, що використовуються іншими модулями для аналізу та моделювання. Процес тестування цього модуля мав на меті забезпечити коректність збору, обробки та інтеграції різних джерел даних, а також їхню підготовку для подальшого використання у системі.

Розглянуті інші модулі включали перевірку коректності роботи алгоритмів оптимізації, здатності до автоматичного коригування портфеля, адаптації до змін ринкових умов та проведення динамічного ребалансування, забезпечували точний розрахунок показників ризику, таких як VaR та ES, і працювали стабільно під навантаженням.

Тестування модулів оптимізації стратегії управління ризиками забезпечували мінімізацію втрат та ефективне управління інвестиційними портфелями в умовах невизначеності. Тестування цих модулів відіграє важливу роль у забезпеченні його надійності, точності та відповідності очікуваним результатам. Основними принципами тестування модулів оптимізації стратегії управління ризиками включали оцінку коректності функціонування алгоритмів, адаптивності до ринкових змін, а також аналіз стійкості та продуктивності системи.

РОЗДІЛ 5.

ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки

Метою проведення комерційного і технологічного аудиту дослідження за темою «Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів» є оцінювання науково-технічного рівня та рівня комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності.

Оцінювання науково-технічного рівня розробки та її комерційного потенціалу рекомендується здійснювати із застосуванням 5-ти бальної системи оцінювання за 12-ма критеріями, наведеними в табл. 5.1 [33].

Таблиця 5.1 – Рекомендовані критерії оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки та бальна оцінка

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено працездатність продукту в
Ринкові переваги (недоліки)					
2	Багато аналогів на	Мало аналогів на малому	Кілька аналогів на великому	Один аналог на великому	Продукт не має аналогів на
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни
4	Технічні та споживчі властивості продукту	Технічні та споживчі властивості продукту	Технічні та споживчі властивості продукту на	Технічні та споживчі властивості продукту	Технічні та споживчі властивості продукту
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційни	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в

Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має	Ринок малий, але має	Середній ринок з позитивною	Великий стабільний	Великий ринок з позитивною
7	Активна конкуренція великих	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні.	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військовому	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовують
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання науково-технічного рівня та комерційного потенціалу науково-технічної розробки потрібно звести до таблиці.

Таблиця 5.2 – Результати оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки експертами

Критерії	Експерт (ПІБ, посада)		
	1	2	3
	Бали:		
1. Технічна здійсненність концепції	5	5	5
2. Ринкові переваги (наявність аналогів)	4	3	4
3. Ринкові переваги (ціна продукту)	4	4	3
4. Ринкові переваги (технічні властивості)	4	3	3
5. Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	4	4	3
6. Ринкові перспективи (розмір ринку)	4	4	4
7. Ринкові перспективи (конкуренція)	4	3	4
8. Практична здійсненність (наявність фахівців)	3	3	3
9. Практична здійсненність (наявність фінансів)	4	4	4
10. Практична здійсненність (необхідність нових матеріалів)	3	3	3
11. Практична здійсненність (термін реалізації)	3	3	4
12. Практична здійсненність (розробка документів)	3	3	3
Сума балів	45	42	43
Середньоарифметична сума балів $СБ_c$	43,3		

За результатами розрахунків, наведених в таблиці 5.2, зробимо висновок щодо науково-технічного рівня і рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому використаємо рекомендації, наведені в табл. 5.3 [33].

Таблиця 5.3 – Науково-технічні рівні та комерційні потенціали розробки

Середньоарифметична сума балів $СБ_c$, розрахована на основі висновків	Науково-технічний рівень та комерційний потенціал розробки
41...48	Високий
31...40	Вище середнього
21...30	Середній
11...20	Нижче середнього
0...10	Низький

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та

управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів» становить 43,3 бали, що, відповідно до таблиці 5.3, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки високий).

5.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної роботи на тему «Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів», під час планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідної роботи групуємо за відповідними статтями.

5.2.1 Витрати на оплату праці

До статті «Витрати на оплату праці» належать витрати на виплату основної та додаткової заробітної плати керівникам відділів, лабораторій, секторів і груп, науковим, інженерно-технічним працівникам, конструкторам, технологам, креслярам, копіювальникам, лаборантам, робітникам, студентам, аспірантам та іншим працівникам, безпосередньо зайнятим виконанням конкретної теми, обчисленої за посадовими окладами, відрядними розцінками, тарифними ставками згідно з чинними в організаціях системами оплати праці.

Основна заробітна плата дослідників

Витрати на основну заробітну плату дослідників (Z_o) розраховуємо у відповідності до посадових окладів працівників, за формулою [33]:

$$Z_o = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} \cdot t_i}{T_p}, \quad (5.1)$$

де k – кількість посад дослідників залучених до процесу досліджень;

M_{ni} – місячний посадовий оклад конкретного дослідника, грн;

t_i – число днів роботи конкретного дослідника, дні;

T_p – середнє число робочих днів в місяці, $T_p=22$ дні.

$$Z_o = 21000,00 \cdot 91 / 22 = 86863,64 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.4 – Витрати на заробітну плату дослідників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн
Керівник проекту	21000	954,55	91	86863,64
Інженер-розробник програмного забезпечення	19000	863,64	91	78590,91
Консультант в сфері машинного навчання	15000	681,82	30	20454,55
Консультант в сфері інвестицій	18000	818,18	30	24545,45
Всього				210454,55

Основна заробітна плата робітників

Витрати на основну заробітну плату робітників ($З_p$) за відповідними найменуваннями робіт НДР розраховуємо за формулою:

$$З_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (5.2)$$

де C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год;

t_i – час роботи робітника при виконанні визначеної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду C_i можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (5.3)$$

де M_M – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи, або мінімальної місячної заробітної плати (в залежності від діючого законодавства), приймемо $M_M=8000,00$ грн;

K_i – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду (табл. Б.2, додаток Б) [33];

K_c – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих

об'єднань і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати.

T_p – середнє число робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 22$ дні;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

$$C_1 = 8000,00 \cdot 1,10 \cdot 1,65 / (22 \cdot 8) = 82,50 \text{ грн.}$$

$$З_{p1} = 82,50 \cdot 1,00 = 82,50 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.5 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника, грн
Підготовка робочого місця дослідника	1	2	1,1	82,50	82,50
Інсталяція програмного забезпечення	4	5	1,7	127,50	510,00
Всього					592,50

Додаткова заробітна плата дослідників та робітників

Додаткову заробітну плату розраховуємо як 10 ... 12% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$З_{\text{дод}} = (З_o + З_p) \cdot \frac{H_{\text{дод}}}{100\%}, \quad (5.4)$$

де $H_{\text{дод}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати. Прийmemo 11%.

$$З_{\text{дод}} = (210454,55 + 592,50) \cdot 11 / 100\% = 23215,18 \text{ грн.}$$

5.2.2 Відрахування на соціальні заходи

Нарахування на заробітну плату дослідників та робітників розраховуємо як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників і робітників за формулою:

$$З_n = (З_o + З_p + З_{\text{дод}}) \cdot \frac{H_{\text{зн}}}{100\%} \quad (5.5)$$

де $H_{\text{зн}}$ – норма нарахування на заробітну плату. Приймаємо 22%.

$$З_n = (210454,55 + 592,50 + 23215,18) \cdot 22 / 100\% = 51537,69 \text{ грн.}$$

5.2.3 Сировина та матеріали

До статті «Сировина та матеріали» належать витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, інструменти, пристрої та інші засоби і предмети праці, які придбані у сторонніх підприємств, установ і організацій та витрачені на проведення досліджень.

Витрати на матеріали (M), у вартісному вираженні розраховуються окремо по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n B_j \cdot C_{ej}, \quad (5.6)$$

де H_j – норма витрат матеріалу j -го найменування, кг;

n – кількість видів матеріалів;

C_j – вартість матеріалу j -го найменування, грн/кг;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$);

B_j – маса відходів j -го найменування, кг;

C_{ej} – вартість відходів j -го найменування, грн/кг.

$$M_1 = 1 \cdot 195,00 \cdot 1,1 - 0,000 \cdot 0,00 = 214,5 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.6 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за од	Норма витрат, од	Величина відходів, кг	Ціна відходів, грн/кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Офісний папір	195	1	0	0	214,5
Канцелярське приладдя (набір офісного працівника)	155	3	0	0	511,5
Flesh-пам'ять	150	3	0	0	495
Всього					1221

5.2.4 Розрахунок витрат на комплектуючі

Витрати на комплектуючі (K_6), які використовують при проведенні НДР на тему «Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів» відсутні.

5.2.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на виготовлення та придбання спецустаткування необхідного для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, виготовлення, транспортування, монтаж та встановлення.

Витрати на «Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт» в роботі на тему «Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів» відсутні.

5.2.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на розробку та придбання спеціальних програмних засобів і програмного забезпечення, (програм, алгоритмів, баз даних) необхідних для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, формування та встановлення.

Балансову вартість програмного забезпечення розраховуємо за формулою:

$$B_{npz} = \sum_{i=1}^k C_{inpg} \cdot C_{npz.i} \cdot K_i, \quad (5.7)$$

де C_{inpg} – ціна придбання одиниці програмного засобу даного виду, грн;

$C_{npz.i}$ – кількість одиниць програмного забезпечення відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного засобу тощо, ($K_i = 1, 10 \dots 1, 12$);

k – кількість найменувань програмних засобів.

$$B_{\text{прз}} = 8000 \cdot 1 \cdot 1,12 = 8960 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 5.7 – Витрати на придбання програмних засобів по кожному виду

Найменування програмного засобу	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
IntelliJ Idea	1	8000	8960
Всього			8960

5.2.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо, розраховуємо з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{\text{обл}} = \frac{Ц_{\text{б}}}{T_{\text{с}}} \cdot \frac{t_{\text{вик}}}{12}, \quad (5.8)$$

де $Ц_{\text{б}}$ – балансова вартість обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, які використовувались для проведення досліджень, грн;

$t_{\text{вик}}$ – термін використання обладнання, програмних засобів, приміщень під час досліджень, місяців;

$T_{\text{с}}$ – строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

$$A_{\text{обл}} = (50000,00 \cdot 4) / (4 \cdot 12) = 4166,67 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.8 – Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн

Ноутбук	50 000	4	4	4166,67
Монітор	9 000	4	4	750,00
Робоче місце дослідника	210000	5	4	14000,00
Оргтехніка	7000	4	4	583,33
IntelliJ IDEA	8960	1	4	2986,67
Всього				22486,67

5.2.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей

Витрати на силову електроенергію (B_e) розраховуємо за формулою:

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{eni}}{\eta_i}, \quad (5.9)$$

де W_{yi} – встановлена потужність обладнання на визначеному етапі розробки, кВт;

t_i – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

C_e – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн; (вартість електроенергії визначається за даними енергопостачальної компанії), прийmemo $C_e = 11,0$ грн;

K_{eni} – коефіцієнт, що враховує використання потужності, $K_{eni} < 1$;

η_i – коефіцієнт корисної дії обладнання, $\eta_i < 1$.

$$B_e = 0,4 \cdot 1456,0 \cdot 11,0 \cdot 0,95 / 0,97 = 6274,31 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.9 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість роботи, год	Сума, грн
Ноутбук	0,4	1456	6274,31
Монітор MSI	0,024	1456	376,46
Робоче місце дослідника	0,15	1456	2352,87
Оргтехніка	0,45	100	484,79
Всього			9488,43

5.2.9 Службові відрядження

До статті «Службові відрядження» дослідної роботи належать витрати на відрядження штатних працівників, працівників організацій, які працюють за договорами цивільно-правового характеру, аспірантів, зайнятих розробленням досліджень, відрядження, пов'язані з проведенням випробувань машин та приладів, а також витрати на відрядження на наукові з'їзди, конференції, наради, пов'язані з виконанням конкретних досліджень.

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуємо як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cv} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cv}}{100\%}, \quad (5.10)$$

де H_{cv} – норма нарахування за статтею «Службові відрядження», прийmemo $H_{cv} = 20\%$.

$$B_{cv} = (210454,55 + 592,50) \cdot 20 / 100\% = 42209,41 \text{ грн.}$$

5.2.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації

Витрати за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації» розраховуємо як 30...45% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cn} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cn}}{100\%}, \quad (5.11)$$

де H_{cn} – норма нарахування за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації», прийmemo $H_{cn} = 35\%$.

$$B_{cn} = (210454,55 + 592,50) \cdot 35 / 100\% = 73866,47 \text{ грн.}$$

5.2.11 Інші витрати

До статті «Інші витрати» належать витрати, які не знайшли відображення у зазначених статтях витрат і можуть бути віднесені безпосередньо на собівартість досліджень за прямими ознаками.

Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуємо як 50...100% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$I_{\epsilon} = (3_o + 3_p) \cdot \frac{H_{ie}}{100\%}, \quad (5.12)$$

де H_{ie} – норма нарахування за статтею «Інші витрати», прийmemo $H_{ie} = 70\%$.

$$I_{\epsilon} = (210454,55 + 592,50) \cdot 70 / 100\% = 147732,93 \text{ грн.}$$

5.2.12 Накладні (загальновиробничі) витрати

До статті «Накладні (загальновиробничі) витрати» належать: витрати, пов'язані з управлінням організацією; витрати на винахідництво та раціоналізацію; витрати на підготовку (перепідготовку) та навчання кадрів; витрати, пов'язані з набором робочої сили; витрати на оплату послуг банків; витрати, пов'язані з освоєнням виробництва продукції; витрати на науково-технічну інформацію та рекламу та ін.

Витрати за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати» розраховуємо як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{нзв} = (3_o + 3_p) \cdot \frac{H_{нзв}}{100\%}, \quad (5.13)$$

де $H_{нзв}$ – норма нарахування за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати», прийmemo $H_{нзв} = 120\%$.

$$B_{нзв} = (210454,55 + 592,50) \cdot 120 / 100\% = 253\,256,45 \text{ грн.}$$

Витрати на проведення науково-дослідної роботи розраховуємо як суму всіх попередніх статей витрат за формулою:

$$B_{заг} = 3_o + 3_p + 3_{доо} + 3_n + M + K_{\epsilon} + B_{спец} + B_{прз} + A_{обл} + B_e + B_{св} + B_{сп} + I_{\epsilon} + B_{нзв}. \quad (5.14)$$

$$B_{заг} = 939621,26 \text{ грн.}$$

Загальні витрати $3B$ на завершення науково-дослідної (науково-технічної) роботи та оформлення її результатів розраховується за формулою:

$$3B = \frac{B_{заг}}{\eta}, \quad (5.15)$$

де η - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково-дослідної роботи, прийmemo $\eta = 0,7$.

$$3B = 939621,26 / 0,7 = 1342316,09 \text{ грн.}$$

5.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором

В ринкових умовах узагальнюючим позитивним результатом, що його може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження результатів цієї чи іншої науково-технічної розробки, є збільшення у потенційного інвестора величини чистого прибутку.

Результати дослідження передбачають комерціалізацію протягом 3-х років реалізації на ринку.

В цьому випадку майбутній економічний ефект буде формуватися на основі таких даних:

ΔN – збільшення кількості споживачів продукту, у періоди часу, що аналізуються, від покращення його певних характеристик;

1-й рік – 3000 підприємств;

2-й рік – 2000 підприємств;

3-й рік – 1700 підприємств.

N – кількість споживачів які використовували аналогічний продукт у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, прийmemo 20000 підприємств;

C_0 – вартість програмного продукту у році до впровадження результатів розробки, прийmemo 4000,00 грн;

$\pm \Delta C_0$ – зміна вартості програмного продукту від впровадження результатів науково-технічної розробки, прийmemo (500,00) грн.

Можливе збільшення чистого прибутку у потенційного інвестора $\Delta \Pi_i$ для кожного із 3-х років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, розраховуємо за формулою [33]:

$$\Delta\Pi_i = (\pm\Delta\Pi_o \cdot N + \Pi_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\vartheta}{100}\right), \quad (5.16)$$

де λ – коефіцієнт, який враховує сплату потенційним інвестором податку на додану вартість. У 2024 році ставка податку на додану вартість складає 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$;

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність інноваційного продукту. Прийmemo $\rho = 25\%$;

ϑ – ставка податку на прибуток, який має сплачувати потенційний інвестор, у 2024 році $\vartheta = 18\%$;

Збільшення чистого прибутку 1-го року:

$$\Delta\Pi_1 = (500,00 \cdot 20000,00 + 4500 \cdot 3000) \cdot 0,83 \cdot 0,25 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 4012977,5 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 2-го року:

$$\Delta\Pi_2 = (500,00 \cdot 20000,00 + 4500 \cdot (3000 + 2000)) \cdot 0,83 \cdot 0,25 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 5549862,5 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 3-го року:

$$\Delta\Pi_3 = (500,00 \cdot 20000,00 + 4500 \cdot (3000 + 2000 + 1700)) \cdot 0,83 \cdot 0,25 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 6856214,75 \text{ грн.}$$

Приведена вартість збільшення всіх чистих прибутків $\Pi\Pi$, що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки:

$$\Pi\Pi = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t}, \quad (5.17)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн;

T – період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні, $\tau=0,3$;

t – період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання потенційним інвестором додаткових чистих прибутків у цьому році.

$$ПП = 4012977,5 / (1+0,3)^1 + 5549862,5 / (1+0,3)^2 + 6856214,75 / (1+0,3)^3 = 9491564,85 \text{ грн.}$$

Величина початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки:

$$PV = k_{инв} \cdot 3B, \quad (5.18)$$

де $k_{инв}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію, приймаємо $k_{инв}=2$;

$3B$ – загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, приймаємо 1342316,09 грн.

$$PV = k_{инв} \cdot 3B = 2 \cdot 1342316,09 = 2684632,185.$$

Абсолютний економічний ефект $E_{абс}$ для потенційного інвестора від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки становитиме:

$$E_{абс} = ПП - PV \quad (5.19)$$

де $ПП$ – приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, 9491564,85 грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 2684632,185 грн.

$$E_{абс} = ПП - PV = 9491564,85 - 2684632,185 = 6806932,67 \text{ грн.}$$

Внутрішня економічна дохідність інвестицій E_g , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$E_g = \sqrt[T_{жс}]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1, \quad (5.20)$$

де $E_{абс}$ – абсолютний економічний ефект вкладених інвестицій, 6806932,67грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 2684632,185грн;

$T_{жс}$ – життєвий цикл науково-технічної розробки, тобто час від початку її розробки до закінчення отримання позитивних результатів від її впровадження, 3 роки.

$$E_g = \sqrt[T_{жс}]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1 = (1 + 6806932,67 / 2684632,185)^{1/3} = 0,52.$$

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій $\tau_{мін}$:

$$\tau_{мін} = d + f, \quad (5.21)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2023 році в Україні $d = 0,11$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій, прийmemo 0,25.

$\tau_{мін} = 0,11 + 0,25 = 0,36 < 0,52$ свідчить про те, що внутрішня економічна дохідність інвестицій E_g , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки вища мінімальної внутрішньої дохідності. Тобто інвестувати в науково-дослідну роботу за темою «Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів» доцільно.

Період окупності інвестицій $T_{ок}$ які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_{\epsilon}}, \quad (5.22)$$

де E_{ϵ} – внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$$T_{ок} = 1 / 0,52 = 1,91 \text{ року.}$$

$T_{ок} < 3$ -х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

5.4. Висновки

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів» становить 43,3 бали, що, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки високий).

Також термін окупності становить 1,91 р., що менше 3-х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

Отже можна зробити висновок про доцільність проведення науково-дослідної роботи за темою «Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів».

ВИСНОВКИ

В роботі виконувалось обґрунтування вибору методу аналізу де розглядалась порівняльна характеристика методів прогнозування ринкових тенденцій. Для цього визначалось прогнозування ринкових тенденцій які були важливим аспектом фінансового аналізу. Це дозволяє інвесторам та трейдерам оцінювати майбутні зміни на ринку та приймати обґрунтовані рішення щодо інвестицій. Тому, сучасні методи прогнозування різняться за підходами, математичними основами та застосуванням у різних типах фінансових ринків. Для цього розглядались основні методи прогнозування, їхні переваги, недоліки та області застосування. При цьому, існуючий фундаментальний аналіз базувався на оцінці економічних показників компаній, фінансових результатів та макроекономічних факторів. В зв'язку з цим, основна мета розглянутих методів була визначити внутрішню вартість активу, порівнюючи його поточну ринкову ціну з теоретичною вартістю.

Також, були розглянуті впровадження програмних засобів для прогнозування ринкових тенденцій та управління фінансовими ризиками є важливою складовою сучасних фінансових систем. Зазначено, що цей процес супроводжується низкою проблем та викликів, які можуть значно вплинути на ефективність таких рішень як оцінка ризиків та поведінка ринку.

Таким чином, процес впровадження програмних засобів для прогнозування ринкових тенденцій та управління фінансовими ризиками супроводжується численними викликами, такими як якість даних, складність моделей, обчислювальні ресурси та відповідність регуляторним вимогам. Для успішного впровадження необхідно забезпечити належну інтеграцію з існуючими системами, враховувати потреби у великих обсягах даних та підвищену обчислювальну потужність, а також регулярно адаптувати програмні засоби до змін у ринкових умовах.

Також, в роботі розглядались методи оптимізації портфеля цінних паперів де зазначено, що в умовах зростаючої волатильності ринків виникає потреба у впровадженні адаптивних підходів до управління інвестиційними

портфелями. Одним із таких підходів є динамічне коригування та оптимізація портфеля цінних паперів, яке дозволяє знизити ризики та збільшити потенційні прибутки. Цей підхід передбачає регулярне або навіть реальне коригування портфеля на основі прогнозів моделей ризиків, що є особливо актуальним у контексті управління криптовалютними активами.

Також, розглядалась розробка та особливості використання методів на основі сценаріїв серед яких були визначені позитивний сценарій (бичачий ринок), негативний сценарій (ведмежий ринок) та сценарій застою. Такий розгляд сценарного аналізу дозволяв інвесторам краще підготуватися до можливих негативних сценаріїв на ринку та ідентифікувати вразливі активи до яких відносились такі стратегії як диверсифікація та хеджування. Розглянуті механізми дозволяли захистити активи, де інвестор може зменшити ризики і запобігти від значних втрат свій портфель. При цьому, забезпечується стабільність інвестицій і підвищуються шанси на досягнення фінансових цілей навіть в умовах несприятливих ринкових умов.

Саме сценарний аналіз, який є ефективним інструментом для моделювання різних можливих станів ринку, включаючи негативні сценарії, такі як ведмежий ринок або економічна рецесія використовувався як запропонований метод, де виконувались прогнози розвитку подій в залежності від різних станів ринку. Надалі, в запропонованому методі для кожного з розглянутих сценаріїв проводиться оцінка ймовірного впливу на різні класи активів, такі як акції, облігації, криптовалюти та інші інвестиційні інструменти. Це дозволяло інвестору побачити, як його конкретний портфель може поводитися в різних умовах, та підготуватися до можливих негативних наслідків. Таким чином, сценарний аналіз дозволяв інвестору визначити, які активи можуть бути найбільш вразливими у випадку негативного сценарію, та скоригувати структуру портфеля, зменшуючи частку цих активів або використовуючи стратегії хеджування.

Для розробки та впровадження програмних модулів виконувалось визначення функціонального призначення основних модулів до яких

відносились модуль збору та обробки даних, модуль машинного навчання, модуль стохастичного моделювання, модуль тестування моделей, модуль візуалізації та аналітики в реальному часі, модуль оптимізації стратегії управління ризиками. Для кожного модуля були надані загальні характеристики роботи.

Для модуля оптимізації стратегії управління ризиками основним завданням було автоматичне коригування інвестиційного портфеля з метою зниження рівня ризику, забезпечення стабільності прибутковості та адаптації до ринкових умов. У цьому контексті модуль ґрунтується на кількох основних принципах, що забезпечують ефективне управління ризиками. Основою роботи цього модуля було проведення багатофакторного аналізу ризиків, що враховував широкий спектр ринкових чинників, таких як волатильність активів, макроекономічні індикатори, процентні ставки, а також специфічні ризики, пов'язані з окремими фінансовими інструментами. Цей принцип передбачав систематичний збір та аналіз даних, що дозволяє модулю точно оцінювати поточний рівень ризиків у реальному часі та прогнозувати можливі ризики в майбутньому.

Виконання тестування програмного засобу проводилось з визначенням їх основних етапів. Для цього були розглянуті основні тест-кейси для модуля збору та обробки даних, який є фундаментальним елементом програмного засобу, оскільки від його ефективності залежить якість вхідних даних, що використовуються іншими модулями для аналізу та моделювання. Процес тестування цього модуля мав на меті забезпечити коректність збору, обробки та інтеграції різних джерел даних, а також їхню підготовку для подальшого використання у системі.

Розглянуті інші модулі включали перевірку коректності роботи алгоритмів оптимізації, здатності до автоматичного коригування портфеля, адаптації до змін ринкових умов та проведення динамічного ребалансування, забезпечували точний розрахунок показників ризику, таких як VaR та ES, і працювали стабільно під навантаженням.

Таке тестування модулів оптимізації стратегії управління ризиками забезпечували мінімізацію втрат та ефективне управління інвестиційними портфелями в умовах невизначеності. Тому, тестування цих модулів відіграло важливу роль у забезпеченні його надійності, точності та відповідності очікуваним результатам. Основними принципами тестування модулів оптимізації стратегії управління ризиками включали оцінку коректності функціонування алгоритмів, адаптивності до ринкових змін, а також аналіз стійкості та продуктивності системи.

Список використаної літератури

1. Volkov Vadym, Khoshaba Oleksandr. Development of a method and software for forecasting and risk management in the financial markets of securities /Матеріали IV конференції Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. "Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2024". Одеса, 26-27 вересня 2024 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2024 р. - с.200-203.
2. Лактіонова О. А. Управління фінансовими ризиками: навчальний посібник. /О.А. Лактіонова.- Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2020. 256 с.
3. Шклярук С. Г. Управління фінансовими ризиками: навч. посіб. /С. Г. Шклярук. — Київ : ДП «Вид. дім «Персонал», 2019. — 494 с.
4. Долінський Л. Фінансовий ризик-менеджмента: навчально-методичний посібник. /Л. Долінський. - Київ : Національний університет «Києво-Могилянська академія», 2022. - 132 с.
5. Матеріали семінару НБУ «Впровадження вимог Положення про організацію системи управління ризиками в банках України та банківських групах (для банків)». [Електроний ресурс]. — Режим доступу: URL: https://old.bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=79051024&cat_id=7786348
6. Методичні рекомендації з управління ризиками в платіжних системах, 2021. [Електроний ресурс]. — Режим доступу: URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/metodichni-rekomendatsiyi-z-upravlinnya-rizikami-v-platijnih-sistemah>
7. Вітлінський В. В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком : навч.-метод. посібник для самостійного вивчення дисципліни /В. В. Вітлінський, П. І. Верченко. — Київ : КНЕУ, 2000. — 292 с.

8. Долінський Л. Б. Кредитно-інвестиційна діяльність банківських установ: теорія, методологія, практика : монографія / Л. Б. Долінський. – Чернігів : ЧНТУ, 2021. – 390 с.
9. Банківські операції : підручник / А. М. Мороз, М. І. Савлук, М. Ф. Пуховкіна та ін. ; за ред. д-ра екон. наук проф. А. М. Мороза. – Київ : КНЕУ, 2022. – 476 с.
10. В. В. Вітлінський, О. В. Пернарівський, Я. С. Наконечний, Г. І. Великоіваненко ; за ред. В. В. Вітлінського. – Київ : Т-во «Знання», КОО, 2020. – 251 с.
11. Пікус Р. В., Приказюк Н. В. Управління фінансовими ризиками: опорний конспект лекцій / Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка; Екон. ф-т. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2020. 227 с.
12. Benoit B. Mandelbrot and Richard L. Hudson. The (mis) Behavior of Markets. A Fractal View of Risk, Ruin, and Reward. A Member of the Perseus Books Group, New York. 2019. - 400 p.
13. Банківські ризики: теорія та практика управління : монографія / Л. О. Примостка, О. В. Лисенок, О. О. Чуб та ін. – Київ : КНЕУ, 2018. – 456 с.
14. Пікус Р. В., Приказюк Н. В. Управління фінансовими ризиками: робоч. зошит / Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка; Екон. ф-т. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2021. 159 с.
15. Наказ МФУ «Про затвердження Положення (стандарту) бухгалтерського обліку 21 «Вплив валютних курсів» № 193 від 10.08.2000 р.
16. Управління фінансовими ризиками: навчально-методичний посібник / заг. ред. д-ра екон. наук П. В. Єгорова. Луцьк: Цифрова типографія, 2021.- 226 с.
17. Васильчишин О. Б. Фінансова безпека банківської системи України: філософські детермінанти: монографія. Тернопіль: ТНЕУ, 2017. 358 с.

18. Boutchkova M. K. and Megginson W. L. Privatization and the rise of global capital markets, *Financial Management*. 2022. Vol. 29 (4), p. 31–75.
19. Black F. and Scholes “The Pricing of Options and Corporate Liabilities” *Jornal of Political Economy*, 31 9 May-June 2023, p. 37–59.
20. Boutchkova M. K. and Megginson W. L. (2000) Privatization and the rise of global capital markets, *Financial Management*. 2022. Vol. 29 (4), p. 31–75.
21. Didier Sornette. *Why Stock Markets Crash. Critical Events in Complex Financial Systems*. Princeton University Press, Princeton and Oxford, 2023. P. 382.
22. Kathy Lien “Day Trading the Currence Market. Technical and Fundamental Strategies to Profit from Market Swings”, 2016, WILEY. p. 283.
23. Markowitz, Harry M. 1959. *Portfolio Celection: Efficient Diversification of Investments*. New Haven, CT: Yale University Press. 2021. P. 348.
24. Банківські ризики: теорія та практика управління: монографія / Л. О. Примостка, О. В. Лисенок, О. О. Чуб та ін. К.: КНЕУ, 2018. 456 с.
25. Барановський О. І. Сутність і різновиди фінансових криз. *Фінанси України*. 2019. № 5. С. 3–20.
26. Вітлінський В. В., Великоіваненко Г. І. *Ризикологія в економіці та підприємництві: монографія*. К.: КНЕУ, 2018. 460 с.
27. Гусак Д. В. *Збірник задач з теорії випадкових процесів та її застосувань у фінансовій математиці та теорії ризику / Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка*. К: ВПЦ «Київський ун-т», 2018. 287 с.
28. Клапків М. С. *Страхування фінансових ризиків: монографія*. Тернопіль: Економічна думка, Карт-бланш, 2022. - 570 с.
29. Долінський Л. Б. *Аналіз, моделювання та управління фінансовими інвестиціями : навч. посібник / Л. Б. Долінський, Г. І. Великоіваненко, І. І. Стрельченко*. – Київ : КНЕУ, 2018. – 495 с.

30. Лактіонова О. А. Буферизація фінансової стабільності на основі формування механізму макропруденційного регулювання. Економіка, організація, управління. 2019. С. 127–142.

31. Внукова Н. М. Економічна оцінка ризику діяльності підприємств: проблеми теорії та практики : монографія / Н. М. Внукова, В. А. Смоляк. – Харків : ВД «ІНЖЕК», 2021. – 184 с.

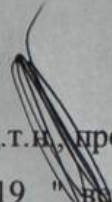
32. Вовк В. Я. Кредитування і контроль : навч. посібник / В. Я. Вовк, О. В. Хмеленко. – Київ : Знання, 2019. – 463 с.

33. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. Вінниця : ВНТУ, 2021. 42 с.

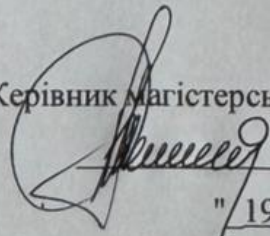
ДОДАТКИ

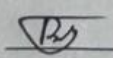
Додаток А. Технічне завдання

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

 ЗАТВЕРДЖУЮ
д.т.н., проф. О. Н. Романюк
" 19 " вересня 2024 р.

Технічне завдання
на магістерську кваліфікаційну роботу «Розробка методу та програмного
забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових
ринках цінних паперів» за спеціальністю
121 – Інженерія програмного забезпечення

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:
 к.т.н., доцент О.М. Рейда
" 19 " вересня 2024 р.

Виконав:
 студент гр. 2ПІ-23м В.І. Волков
" 19 " вересня 2024 р.

Вінниця – 2024 року

1. Найменування та галузь застосування

Магістерська кваліфікаційна робота: «Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів».

Галузь застосування – програмне забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів.

2. Підстава для розробки.

Підставою для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР) є індивідуальне завдання на МКР та наказ № 310 від 17 вересня 2024 року ректора по ВНТУ про закріплення тем МКР.

3. Мета та призначення розробки.

Метою роботи є підвищення ефективності прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів.

Призначення роботи – розробка методів і засобів підвищення ефективності прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів.

4 Вихідні дані для проведення НДР

Перелік основних літературних джерел, на основі яких буде виконуватись МКР.

1. Volkov Vadym, Khoshaba Oleksandr. Development of a method and software for forecasting and risk management in the financial markets of securities /Матеріали IV конференції Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. "Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2024". Одеса, 26-27 вересня 2024 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2024 р. - с.200-203.
2. Лактіонова О. А. Управління фінансовими ризиками: навчальний посібник. /О.А. Лактіонова.- Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2020. 256 с.

3. Шклярчук С. Г. Управління фінансовими ризиками: навч. посіб. /С. Г. Шклярчук. — Київ : ДП «Вид. дім «Персонал», 2019. — 494 с.
4. Долінський Л. Фінансовий ризик-менеджмент: навчально-методичний посібник. /Л. Долінський. - Київ : Національний університет «Києво-Могилянська академія», 2022. - 132 с.

5. Технічні вимоги

Для використання методу оптимізації портфеля цінних паперів: історичні дані: обсяг історичних даних для аналізу не менше 10 років (HD, у записах); ринкові дані в реальному часі: частота оновлення не рідше одного разу на хвилину (RTD, у секундах); похибка прогнозу: середня похибка прогнозу для існуючих моделей не менше 5% (E, у %); волатильність: діапазон ринкової волатильності для тестування моделей від 2% до 20% (V, у %); кількість активів у портфелі: не менше 50 активів для моделювання портфельних стратегій (A, у шт.); сценарії для тестування: не менше 5 сценаріїв для проведення стрес-тестування (S, у кількості); дохідність портфеля: середня дохідність прогнозованого портфеля не менше 7% річних (R, у %); зменшення ризику: мінімізація ризику на основі моделей на 10% у порівнянні з існуючими підходами (RR, у %).

6. Конструктивні вимоги.

Конструкція пристрою повинна відповідати естетичним та ергономічним вимогам, повинна бути зручною в обслуговуванні та керуванні.

Графічна та текстова документація повинна відповідати діючим стандартам України.

7. Перелік технічної документації, що пред'являється по закінченню робіт:

— пояснювальна записка до МКР;

- технічне завдання;
- лістинги програми.

8. Вимоги до рівня уніфікації та стандартизації

При розробці програмних засобів слід дотримуватися уніфікації і ДСТУ.

9. Стадії та етапи розробки:

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Обґрунтування вибору методу аналізу методів прогнозування ринкових тенденцій	20.09.2024-28.09.2024
2	Дослідження методів оптимізації портфеля цінних паперів	29.03.2024-11.10.2024
3	Розробка та впровадження програмних модулів оптимізації стратегії управління ризиками	12.10.2024-24.10.2024
4	Тестування модулів оптимізації стратегії управління ризиками	24.10.2024-15.11.2024
5	Економічна частина	15.11.2024-30.11.2024

10. Порядок контролю та прийняття.

Виконання етапів магістерської кваліфікаційної роботи контролюється керівником згідно з графіком виконання роботи. Прийняття магістерської кваліфікаційної роботи здійснюється ДЕК, затвердженою зав. кафедрою згідно з графіком.

Додаток Б. Протокол перевірки навчальної роботи

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ

Назва роботи: **Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів**

Тип роботи: кваліфікаційна робота

Підрозділ : кафедра програмного забезпечення, ФІТКІ, 2ПІ – 23м

Науковий керівник: к.т.н. доц. Рейда О. М.

Turnitin	
Оригінальність	95%
Схожість	5%

Аналіз звіту подібності

■ Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

□ Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.

□ Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Заявляю, що ознайомлений з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи «Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів».

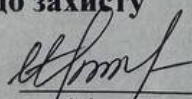
Автор


(підпис)

Волков Вадим Ігорович
(прізвище, ініціали)

Опис прийнятого рішення: **допустити до захисту**

Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Черноволик Г. О.
(прізвище, ініціали)

Експерт

(за потреби посада)

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Додаток В. Лістинг програми

HTML структура модуля оптимізації стратегії управління ризиками

```

<!DOCTYPE html>

<html lang="en">

<head>

  <meta charset="UTF-8">

  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">

  <title>Risk Management Optimization</title>

  <link rel="stylesheet" href="style.css">

</head>

<body>

  <div class="container">

    <h1>Модуль оптимізації стратегії управління ризиками</h1>

    <form id="portfolioForm">

      <div class="form-group">

        <label for="riskTolerance">Рівень толерантності до ризику
(%)</label>

        <input type="number" id="riskTolerance" name="riskTolerance"
min="0" max="100" required>

      </div>

      <div class="form-group">

        <label for="expectedReturn">Очікувана прибутковість (%)</label>

        <input type="number" id="expectedReturn" name="expectedReturn"
min="0" max="100" required>

      </div>

      <div class="form-group">

        <label for="volatility">Волатильність портфеля (%)</label>

        <input type="number" id="volatility" name="volatility" min="0"
max="100" required>

      </div>

    </form>

  </div>

</body>

```

```

        <button type="submit">Оптимізувати портфель</button>
    </form>

    <div id="result">
        <h2>Результати оптимізації</h2>
        <p id="optimizedPortfolio"></p>
    </div>
</div>

<script src="script.js"></script>
</body>
</html>

```

CSS структура модуля оптимізації стратегії управління ризиками

```

* {
    box-sizing: border-box;
    margin: 0;
    padding: 0;
}

body {
    font-family: Arial, sans-serif;
    background-color: #f4f4f4;
}

.container {
    width: 80%;
    margin: 0 auto;
    padding: 20px;
}

```

```
background-color: #fff;
border-radius: 10px;
box-shadow: 0 0 10px rgba(0, 0, 0, 0.1);
}
```

```
h1, h2 {
  text-align: center;
  color: #333;
}
```

```
.form-group {
  margin-bottom: 15px;
}
```

```
label {
  font-size: 1.1em;
  color: #333;
}
```

```
input[type="number"] {
  width: 100%;
  padding: 10px;
  margin-top: 5px;
  font-size: 1.1em;
  border-radius: 5px;
  border: 1px solid #ccc;
}
```

```
button {
  display: block;
```

```

width: 100%;
padding: 10px;
background-color: #28a745;
color: white;
font-size: 1.2em;
border: none;
border-radius: 5px;
cursor: pointer;
}

```

```

button:hover {
    background-color: #218838;
}

```

```

#result {
    margin-top: 20px;
    background-color: #f9f9f9;
    padding: 20px;
    border-radius: 5px;
    box-shadow: 0 0 10px rgba(0, 0, 0, 0.05);
}

```

Javascript файл модуля оптимізації стратегії управління ризиками

```

document.getElementById('portfolioForm').addEventListener('submit', function
(event) {
    event.preventDefault(); // Запобігає перезавантаженню сторінки при
надсиланні форми

    // Отримуємо значення з форми

```

```

    const riskTolerance =
parseFloat(document.getElementById('riskTolerance').value);
    const expectedReturn =
parseFloat(document.getElementById('expectedReturn').value);
    const volatility = parseFloat(document.getElementById('volatility').value);

    // Логіка оптимізації (простий приклад, в реальному випадку можна
використовувати складніші алгоритми)
    const optimizedRisk = calculateOptimizedRisk(riskTolerance,
expectedReturn, volatility);

    // Відображення результатів
    document.getElementById('optimizedPortfolio').innerHTML = `
        Оптимізований ризик портфеля становить:
        ${optimizedRisk.toFixed(2)}%
    `;
});

// Функція для обчислення оптимізованого ризику
function calculateOptimizedRisk(riskTolerance, expectedReturn, volatility) {
    // Приклад простої формули для оптимізації ризику (залежить від
вхідних даних)
    const riskAdjustment = (volatility * riskTolerance) / expectedReturn;
    const optimizedRisk = Math.min(riskAdjustment, 100); // Обмежуємо
максимальний ризик на рівні 100%
    return optimizedRisk;
}

```

Файл pom.xml (Maven dependencies) проєкту

```
<dependencies>
```

```

<!-- Spring Boot Web -->
<dependency>
    <groupId>org.springframework.boot</groupId>
    <artifactId>spring-boot-starter-web</artifactId>
</dependency>

<!-- DevTools (Optional, for hot reload during development) -->
<dependency>
    <groupId>org.springframework.boot</groupId>
    <artifactId>spring-boot-devtools</artifactId>
    <scope>runtime</scope>
</dependency>

<!-- Testing -->
<dependency>
    <groupId>org.springframework.boot</groupId>
    <artifactId>spring-boot-starter-test</artifactId>
    <scope>test</scope>
</dependency>
</dependencies>

```

Основний клас модуля оптимізації стратегії управління ризиками

```
package com.example.riskmanagement;
```

```
import org.springframework.boot.SpringApplication;
```

```
import org.springframework.boot.autoconfigure.SpringBootApplication;
```

```
@SpringBootApplication
```

```
public class RiskManagementApplication {
```

```

public static void main(String[] args) {
    SpringApplication.run(RiskManagementApplication.class, args);
}
}

```

Модель даних модуля оптимізації стратегії управління ризиками

```

package com.example.riskmanagement.model;

```

```

public class RiskParameters {
    private double riskTolerance;
    private double expectedReturn;
    private double volatility;

    // Constructors
    public RiskParameters() {
    }

    public RiskParameters(double riskTolerance, double expectedReturn, double
volatility) {
        this.riskTolerance = riskTolerance;
        this.expectedReturn = expectedReturn;
        this.volatility = volatility;
    }

    // Getters and Setters
    public double getRiskTolerance() {
        return riskTolerance;
    }

    public void setRiskTolerance(double riskTolerance) {

```



```
        this.riskTolerance = riskTolerance;
    }

    public double getExpectedReturn() {
        return expectedReturn;
    }

    public void setExpectedReturn(double expectedReturn) {
        this.expectedReturn = expectedReturn;
    }

    public double getVolatility() {
        return volatility;
    }

    public void setVolatility(double volatility) {
        this.volatility = volatility;
    }
}
```

Сервісний клас модуля оптимізації стратегії управління ризиками

```
package com.example.riskmanagement.service;

import org.springframework.stereotype.Service;

@Service
public class RiskOptimizationService {

    public double optimizeRisk(double riskTolerance, double expectedReturn,
double volatility) {
```

```

        // Спрощена формула для оптимізації ризику
        double riskAdjustment = (volatility * riskTolerance) / expectedReturn;
        return Math.min(riskAdjustment, 100); // Обмеження на максимальний
рівень ризику - 100%
    }
}

```

Контролер модуля оптимізації стратегії управління ризиками

```

package com.example.riskmanagement.controller;

import com.example.riskmanagement.model.RiskParameters;
import com.example.riskmanagement.service.RiskOptimizationService;
import org.springframework.beans.factory.annotation.Autowired;
import org.springframework.web.bind.annotation.*;

@RestController
@RequestMapping("/api/optimize")
public class RiskOptimizationController {

    @Autowired
    private RiskOptimizationService riskOptimizationService;

    // Обробка POST-запиту для оптимізації ризику
    @PostMapping("/risk")
    public double optimizeRisk(@RequestBody RiskParameters riskParameters)
    {
        return riskOptimizationService.optimizeRisk(
            riskParameters.getRiskTolerance(),
            riskParameters.getExpectedReturn(),
            riskParameters.getVolatility());
    }
}

```

```

    }
}

```

Програмний код бекенду модуля машинного навчання на мові програмування Java з використанням Spring Boot

Файл pom.xml (Maven dependencies)

```

<dependencies>

    <!-- Spring Boot Web для REST API -->

    <dependency>
        <groupId>org.springframework.boot</groupId>
        <artifactId>spring-boot-starter-web</artifactId>
    </dependency>

    <!-- Lombok для полегшення написання моделей -->

    <dependency>
        <groupId>org.projectlombok</groupId>
        <artifactId>lombok</artifactId>
        <scope>provided</scope>
    </dependency>

    <!-- Weka для машинного навчання -->

    <dependency>
        <groupId>nz.ac.waikato.cms.weka</groupId>
        <artifactId>weka-stable</artifactId>
        <version>3.8.5</version>
    </dependency>
</dependencies>

```

Створення моделі даних для введення (DataModel.java)

```
package com.example.mlmodule.model;
```

```

import lombok.AllArgsConstructor;
import lombok.Data;
import lombok.NoArgsConstructor;

@Data
@NoArgsConstructor
@AllArgsConstructor
public class DataModel {
    private double[] features; // Масив ознак (вхідних параметрів)
    private String label;     // Метка (клас або результат для навчання)
}

```

Модуль машинного навчання (MLService.java)

```

package com.example.mlmodule.service;

import org.springframework.stereotype.Service;
import weka.classifiers.Classifier;
import weka.classifiers.trees.J48;
import weka.core.Instances;
import weka.core.converters.ConverterUtils.DataSource;
import weka.core.Instance;

@Service
public class MLService {

    private Classifier classifier; // Класифікатор моделі

    // Метод для тренування моделі
    public String trainModel(String trainingDataPath) {

```

```

try {
    // Завантаження даних для навчання
    DataSource dataSource = new DataSource(trainingDataPath);
    Instances trainingData = dataSource.getDataSet();

    // Вказуємо, який атрибут є класом (результатом)
    trainingData.setClassIndex(trainingData.numAttributes() - 1);

    // Використання дерева рішень J48 для класифікації
    classifier = new J48();
    classifier.buildClassifier(trainingData);

    return "Model trained successfully!";
} catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
    return "Error training model: " + e.getMessage();
}
}

// Метод для прогнозування на основі моделі
public String predict(double[] features) {
    try {
        // Створення нового екземпляру для прогнозування
        Instance instance = new weka.core.DenseInstance(1.0, features);
        instance.setDataset(classifier.getCapabilities().getTestInstances());
        double result = classifier.classifyInstance(instance);

        return "Prediction result: " + result;
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

```

```

        return "Error during prediction: " + e.getMessage();
    }
}
}

```

Контролер для взаємодії з клієнтом (MLController.java)

```

package com.example.mlmodule.controller;

import com.example.mlmodule.model.DataModel;
import com.example.mlmodule.service.MLService;
import org.springframework.beans.factory.annotation.Autowired;
import org.springframework.web.bind.annotation.*;

@RestController
@RequestMapping("/api/ml")
public class MLController {

    @Autowired
    private MLService mlService;

    // API для тренування моделі
    @PostMapping("/train")
    public String trainModel(@RequestParam String trainingDataPath) {
        return mlService.trainModel(trainingDataPath);
    }

    // API для прогнозування на основі моделі
    @PostMapping("/predict")
    public String predict(@RequestBody DataModel dataModel) {
        return mlService.predict(dataModel.getFeatures());
    }
}

```

```

    }
}

```

Основний клас додатка (MLModuleApplication.java)

```

package com.example.mlmodule;

import org.springframework.boot.SpringApplication;
import org.springframework.boot.autoconfigure.SpringBootApplication;

@SpringBootApplication
public class MLModuleApplication {

    public static void main(String[] args) {
        SpringApplication.run(MLModuleApplication.class, args);
    }
}

```

Програмний код бекенду модуля стохастичного моделювання на мові програмування Java

Файл pom.xml (Maven dependencies)

```

<dependencies>
    <!-- Spring Boot Web для REST API -->
    <dependency>
        <groupId>org.springframework.boot</groupId>
        <artifactId>spring-boot-starter-web</artifactId>
    </dependency>

    <!-- Apache Commons Math для математичних обчислень -->
    <dependency>
        <groupId>org.apache.commons</groupId>

```

```

    <artifactId>commons-math3</artifactId>
    <version>3.6.1</version>
  </dependency>
</dependencies>

```

Модель для вхідних даних (StochasticModelRequest.java)

```

package com.example.stochastic.model;

import lombok.AllArgsConstructor;
import lombok.Data;
import lombok.NoArgsConstructor;

@Data
@NoArgsConstructor
@AllArgsConstructor
public class StochasticModelRequest {
    private double initialValue; // Початкове значення активу
    private double drift;       // Очікуване зростання (дрейф)
    private double volatility;  // Волатильність
    private int timePeriods;    // Кількість періодів
    private int simulations;    // Кількість симуляцій
}

```

Модель для результатів симуляції (StochasticModelResult.java)

```

package com.example.stochastic.model;

import lombok.AllArgsConstructor;
import lombok.Data;
import lombok.NoArgsConstructor;

```



```

@Data
@NoArgsConstructor
@AllArgsConstructor
public class StochasticModelResult {
    private double[] simulationResults; // Результати симуляції
}

```

Модуль стохастичного моделювання (StochasticModelService.java)

```

package com.example.stochastic.service;

import org.apache.commons.math3.random.MersenneTwister;
import org.apache.commons.math3.random.RandomGenerator;
import org.apache.commons.math3.stat.descriptive.DescriptiveStatistics;
import org.springframework.stereotype.Service;
import com.example.stochastic.model.StochasticModelRequest;
import com.example.stochastic.model.StochasticModelResult;

@Service
public class StochasticModelService {

    // Метод для проведення стохастичного моделювання
    public StochasticModelResult
runMonteCarloSimulation(StochasticModelRequest request) {
        RandomGenerator rng = new MersenneTwister(); // Генератор
        випадкових чисел
        double[] simulationResults = new double[request.getSimulations()]; //
        Результати симуляцій

        for (int i = 0; i < request.getSimulations(); i++) {

```

```

double simulatedValue = request.getInitialValue();
for (int t = 0; t < request.getTimePeriods(); t++) {
    double randomShock = rng.nextGaussian(); // Генерація випадкового
шоку

    // Формула для моделювання зміни ціни:  $X(t+1) = X(t) * \exp((\mu - 0.5 * \sigma^2) * dt + \sigma * \sqrt{dt} * \varepsilon)$ 
    simulatedValue = simulatedValue * Math.exp(
        (request.getDrift() - 0.5 * Math.pow(request.getVolatility(), 2)) +
        request.getVolatility() * randomShock);
}
simulationResults[i] = simulatedValue;
}

return new StochasticModelResult(simulationResults);
}

// Метод для аналізу результатів (середнє значення, стандартне
відхилення)
public DescriptiveStatistics analyzeResults(StochasticModelResult result) {
    DescriptiveStatistics stats = new DescriptiveStatistics();
    for (double value : result.getSimulationResults()) {
        stats.addValue(value);
    }
    return stats;
}
}

```

Контролер для взаємодії з клієнтом (StochasticModelController.java)

```
package com.example.stochastic.controller;
```

```

import com.example.stochastic.model.StochasticModelRequest;
import com.example.stochastic.model.StochasticModelResult;
import com.example.stochastic.service.StochasticModelService;
import org.apache.commons.math3.stat.descriptive.DescriptiveStatistics;
import org.springframework.beans.factory.annotation.Autowired;
import org.springframework.web.bind.annotation.*;

@RestController
@RequestMapping("/api/stochastic")
public class StochasticModelController {

    @Autowired
    private StochasticModelService stochasticModelService;

    // API для проведення стохастичного моделювання
    @PostMapping("/simulate")
    public StochasticModelResult runSimulation(@RequestBody
StochasticModelRequest request) {
        return stochasticModelService.runMonteCarloSimulation(request);
    }

    // API для отримання статистичного аналізу результатів
    @PostMapping("/analyze")
    public DescriptiveStatistics analyzeResults(@RequestBody
StochasticModelResult result) {
        return stochasticModelService.analyzeResults(result);
    }
}

```

Основний клас додатка (StochasticModelApplication.java)

```
package com.example.stochastic;

import org.springframework.boot.SpringApplication;
import org.springframework.boot.autoconfigure.SpringBootApplication;

@SpringBootApplication
public class StochasticModelApplication {

    public static void main(String[] args) {
        SpringApplication.run(StochasticModelApplication.class, args);
    }
}
```

**ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДО ЗАХИСТУ МАГІСТЕРСЬКОЇ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

**Розробка методу та програмного забезпечення для
прогнозування та управління ризиками на фінансових
ринках цінних паперів**

Виконав:
студент групи 2ПІ-23м

Волков В.І.

Керівник:
к.т.н., доц. каф. ПЗ

Рейда О.М.

**Рисунок Г.1 - Розробка методу та програмного забезпечення для прогнозування
та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів**

Мета, об'єкт та предмет дослідження

Метою роботи є підвищення ефективності прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів.

Об'єктом дослідження є процеси прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів.

Предметом дослідження є методи та засоби підвищення ефективності прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів.

Рисунок Г.2 - Мета, об'єкт та предмет дослідження

Задачі дослідження

Основними задачами дослідження є:

- обґрунтувати вибір методів аналізу основних підходів до прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів;
- виконати порівняльну характеристику існуючих алгоритмів машинного навчання та стохастичного моделювання для фінансових ринків;
- дослідити моделі визначення фінансової волатильності та їх застосування у прогнозуванні;
- визначити основні проблеми впровадження методів машинного навчання та стохастичного моделювання у системах управління фінансовими ризиками;
- запропонувати новий метод прогнозування, що інтегрує алгоритми машинного навчання та стохастичне моделювання;
- розробити програмний засіб для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів;
- визначити функціональні вимоги до основних програмних модулів системи;
- виконати тестування програмного засобу у різних ринкових умовах за допомогою бектестування та стрес-тестування;
- оцінити ефективність розробленого методу та програмного засобу для зменшення фінансових ризиків;
- запропонувати рекомендації щодо впровадження розробленого програмного забезпечення у фінансові установи.

Рисунок Г.3 - Задачі дослідження

Актуальність розробки

На сьогоднішній день у фінансовому середовищі точне прогнозування ринкових тенденцій і управління ризиками мають вирішальне значення для забезпечення успіху на ринку цінних паперів.

Волатильність і складність фінансових ринків роблять їх непередбачуваними, через те що фінансові установи вразливі до значних втрат. Така проблема ще більше ускладнюється зростаючою залежністю від автоматизованих торгових систем, які вимагають обробки даних у реальному часі та розширених можливостей прогнозування.

Таким чином, такі дослідження є актуальними та важливими внаслідок того, що фінансові ринки характеризуються своєю волатильністю та складною динамікою, становлять значні проблеми у прогнозуванні та управлінні ризиками.

Рисунок Г.4 - Актуальність розробки

Переваги та недоліки методів прогнозування ринкових тенденцій

Фундаментальний аналіз	- Дає глибоке розуміння стану компанії та економіки. - Підходить для довгострокового прогнозування.	- Не враховує короткострокові коливання ринку. - Складний та потребує великих обсягів даних.
Технічний аналіз	- Швидкий аналіз поточних ринкових тенденцій. - Добре підходить для трейдингу на коротких часових інтервалах.	- Не враховує фундаментальних факторів. - Ефективний лише у короткостроковому періоді.
Стохастичні моделі	- Враховує невизначеність та випадкові коливання ринку. - Підходить для оцінки ризиків.	- Вимагає складних математичних розрахунків. - Залежність від якості вхідних даних.
Машинне навчання	- Автоматизація прогнозування. - Здатність працювати з великими обсягами даних та знаходити складні закономірності.	- Залежність від якості навчальних даних. - Потребує значних обчислювальних ресурсів.
Сценарний аналіз	- Гнучкість в адаптації до різних ринкових ситуацій.	- Вимагає експертної оцінки для побудови сценаріїв.

Рисунок Г.5 - Переваги та недоліки методів прогнозування ринкових тенденцій

Основні етапи процесу використання аналізу різних можливих станів ринку

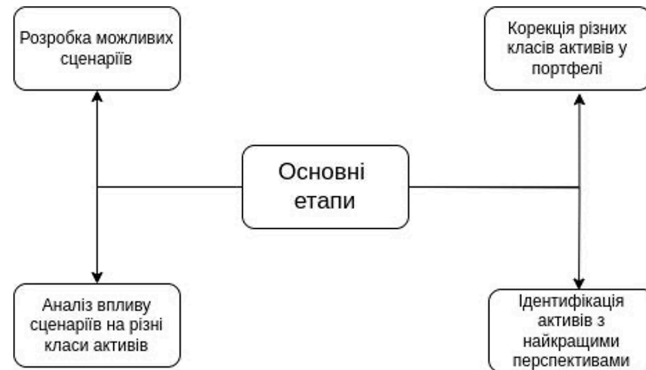


Рисунок Г.6 - Основні етапи процесу використання аналізу різних можливих станів ринку

Функціональне призначення основних модулів програмного засобу

Назва модуля	Функціональне призначення
Модуль збору та обробки даних	Збір історичних ринкових даних, їх обробка та підготовка для моделювання
Модуль машинного навчання	Прогнозування ринкових тенденцій на основі історичних даних за допомогою ML
Модуль стохастичного моделювання	Оцінка ризиків на основі стохастичного моделювання ринку
Модуль тестування моделей	Перевірка моделей через тестування та стрес-тестування
Модуль візуалізації та аналітики в реальному часі	Моніторинг ринкових даних і візуалізація аналітики в реальному часі
Модуль оптимізації стратегії управління ризиками	Оптимізація управління ризиками на основі симуляцій та прогнозів

Рисунок Г.7 - Функціональне призначення основних модулів програмного засобу

UML-діаграма станів модуля стохастичного моделювання

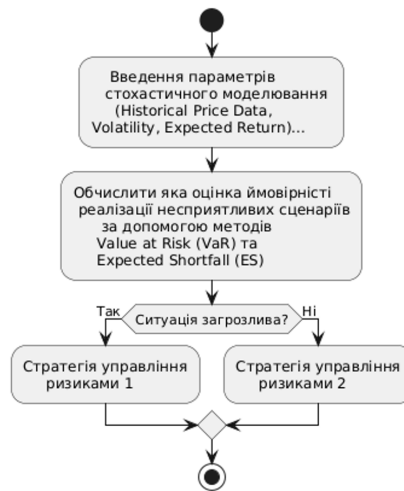


Рисунок Г.8 - UML-діаграма станів модуля стохастичного моделювання

Форма введення даних для модуля стохастичного моделювання

Введення параметрів стохастичного моделювання

Кількість років історичних даних (HD):

Волатильність (у %, V):

Кореляція між активами (0-1):

Очікуваний дохід (у %, R):

Рівень довіри (у %, CL):

Горизонт прогнозування (у днях, TH):

Кількість симуляцій (S):

Кількість активів у портфелі (A):

Рисунок Г.9 - Форма введення даних для модуля стохастичного моделювання

Основні етапи тестування програмних модулів

Модулі	Основні етапи тестування
Модуль збору та обробки даних	Перевірка джерел даних, обробка помилкових даних, нормалізація, продуктивність
Модуль машинного навчання	Навчання моделей, точність прогнозів, перехресна перевірка, продуктивність
Модуль стохастичного моделювання	Перевірка стохастичних моделей, симуляції, оцінка ризиків, продуктивність
Модуль тестування моделей	Розподіл даних, перехресна перевірка, стрес-тести, метрики ефективності
Модуль візуалізації та аналітики в реальному часі	Відображення даних, інтерактивність, прогнозування, зручність інтерфейсу
Модуль оптимізації стратегії управління ризиками	Алгоритми оптимізації, коригування портфеля, динамічне ребалансування

Рисунок Г.10 - Основні етапи тестування програмних модулів

Наукова новизна одержаних результатів

- вперше запропоновано метод прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів, який поєднує алгоритми машинного навчання зі стохастичним моделюванням, особливістю якого є врахування ринкової волатильності та невизначеності і, як наслідок, дає можливість підвищити точність прогнозів на 16% у порівнянні з традиційними статистичними моделями;

- удосконалено процес інтеграції ринкових даних у реальному часі в моделі прогнозування, що забезпечує динамічне коригування портфельних стратегій, де на відміну від існуючих статичних рішень, дозволяє зменшити фінансові ризики завдяки швидкому реагуванню на зміни ринкових умов;

- подальшого розвитку отримав метод сценарного аналізу ризиків, який включає бектестування та стрес-тестування моделей для оцінки стабільності в умовах нестабільних ринків і, як наслідок, дає можливість підвищити ефективність управління ризиками до 14%, що забезпечує більшу надійність фінансових стратегій у реальних ринкових сценаріях.

Рисунок Г.11 - Наукова новизна одержаних результатів

Практична цінність отриманих результатів

Практична цінність одержаних результатів полягає в тому, що на основі теоретичних положень, розроблених у магістерській кваліфікаційній роботі, запропоновано алгоритми та створено програмні засоби для прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє фінансовим установам та інвесторам здійснювати динамічне коригування портфельних стратегій на основі даних у реальному часі; ефективно оцінювати ринкові ризики завдяки інтеграції алгоритмів машинного навчання та стохастичного моделювання; проводити бектестування та стрес-тестування для оцінки стабільності моделей у нестабільних ринкових умовах; використовувати сценарний аналіз для ідентифікації вразливих активів і розробки відповідних стратегій, таких як диверсифікація чи хеджування.

Розроблені алгоритми та програмні засоби можуть бути впроваджені у фінансових компаніях для підвищення ефективності управління ризиками, мінімізації фінансових втрат та досягнення стабільності інвестицій.

Рисунок Г.12 – Практична цінність отриманих результатів

Висновки

В роботі:

- обґрунтовано вибір методів аналізу основних підходів до прогнозування та управління ризиками на фінансових ринках цінних паперів;
- виконана порівняльна характеристика методів прогнозування ринкових тенденцій та мінімізації фінансових ризиків;
- показані проблеми впровадження програмних засобів прогнозування ринкових тенденцій та управління фінансовими ризиками;
- поставлені задачі дослідження;
- описано динамічне коригування та оптимізація портфеля цінних паперів;
- розроблені та описані особливості використання методів на основі сценаріїв;
- запропонований метод використання сценарного аналізу;
- розроблені та впроваджені програмні модулі;
- визначені функціональні призначення основних модулів програмного засобу;
- розроблені модулі оптимізації стратегії управління ризиками;
- виконано тестування модулів програмного засобу;
- визначені основні етапи тестування модулів програмного засобу;
- показано тестування модулів оптимізації стратегії управління ризиками;

Рисунок Г.13 – Висновки

Висновки

Основні положення магістерської кваліфікаційної роботи доповідалися та обговорювалися на Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих вчених, аспірантів та студентів "Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2024", (Одеса, 2024).

Основні результати досліджень опубліковано в науковій праці у матеріалах цієї конференції.

Рисунок Г.14 - Висновки