

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет комп'ютерних наук та кібернетики
Кафедра обчислювальної математики

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня магістра

за спеціальністю 113 Прикладна математика

на тему:

**ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЮ ЗІ
ЗБУРЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ**

Студента 2-го курсу магістратури
кафедри обчислювальної математики
Кляцького Дениса Олеговича

Науковий керівник:
асистент

Оноцький В'ячеслав Валерійович

« ____ » _____ 2023 р.

Роботу розглянуто й допущено до захисту на засіданні кафедри обчислювальної
математики « ____ » _____ 2023 р., протокол № ____

Завідувач кафедри Ляшко С. І.

Київ – 2023

Зміст

Вступ	3
Розділ 1	4
1.1 Теоретичні аспекти формування інвестиційного портфелю	4
1.1.1 Класична теорія портфеля Марковіца	4
1.1.2 Модель CAPM (Capital Asset Pricing Model)	7
1.1.3 Модель Фама-Френча (Fama-French Three Factor Model)	9
1.1.4 Модель АРТ (Arbitrage Pricing Theory)	11
1.2 Параметри портфеля та їх визначення	12
1.2.1 Коефіцієнт Шарпа (Sharpe Ratio)	13
1.2.2 Коефіцієнт Омега (Omega Ratio)	15
1.2.3 Інші коефіцієнти	17
1.3 Збурені параметри та їх вплив на формування портфеля	18
1.3.1 Нестабільність ринку та її вплив на параметри портфеля	18
1.3.2 Методи оцінювання збурених параметрів	19
1.4 Моделювання інвестиційного портфеля з урахуванням збурених параметрів	22
1.4.1 Моделі стохастичного програмування	23
1.4.2 Моделі з використанням марковських процесів	24
1.5 Диверсифікація портфеля як засіб зменшення ризиків	24
1.5.1 Різноманітність активів та її вплив на ризик портфелю	25
1.5.2 Ефективність диверсифікації портфеля	26
1.6 Оцінка ризиків та доходності портфеля	26
1.6.1 Методи оцінки ризиків	27
1.6.2 Методи оцінки доходності	27

1.6.3 Ризик-доходність профілі портфеля	28
Розділ 2	29
2.1 Формування на практиці	29
2.1.1 Аспекти формування портфеля з урахуванням збурених параметрів	30
2.1.2 Ефективний фронт портфеля	31
2.1.3 Практичні рекомендації	31
2.2 Практичний приклад формування портфелю	32
2.2.1 Початкові дані про компанії	32
2.2.2 Збалансована стратегія	35
2.2.3 Стратегія максимального прибутку	35
2.2.4 Стратегія оптимального ризику	36
Висновки	37
Список використаної літератури	38

Вступ

Інвестування - це невід'ємна частина фінансового планування будь-якої людини або компанії, що дозволяє будувати "фінансову подушку", яка може забезпечити стабільність у майбутньому.

При цьому важливо не тільки вкладати гроші, а й розумно їх розподіляти. Інвестування дає можливість зростати капіталу шляхом приросту вартості активів, що означає фінансові ресурси можуть працювати на вас, збільшуючи їхню вартість з часом.

Також, в сучасному світі інвестування є популярним варіантом захисту від інфляції, що має дуже стрімку тенденцію збільшуватись, при цьому зменшуючи покупну спроможність.

Метою даної дипломної роботи є вивчення та аналіз теоретичних основ інвестиційного аналізу та портфельного управління. Головною метою є ознайомлення з різними моделями, такими як модель Марковіца, модель САРМ та модель Арбітражної Цінової Теорії, і їх застосування на практиці для оцінки ризиків та доходності інвестиційного портфеля.

У рамках роботи буде проведений практичний аналіз концепцій, включаючи оптимальне рішення про формування портфеля на основі моделі Марковіца та визначення коефіцієнта Шарпа для оцінки ризик-прибуткового співвідношення. А також перевірка цих моделей на реальних фінансових даних для різних активів, що дозволить оцінити їх ефективність та точність прогнозування.

Розділ 1

1.1 Теоретичні аспекти формування інвестиційного портфелю

Інвестиційний портфель - це сукупність інвестиційних активів, які вибираються з метою досягнення максимальної доходності при прийнятному рівні ризику. Формування інвестиційного портфелю є складним процесом, який передбачає аналіз ринку та ризиків, вибір оптимальної стратегії та розподіл коштів між різними активами.

Теоретичні аспекти формування інвестиційного портфелю базуються на дослідженнях в області моделювання фінансових ринків. Одним з найважливіших понять у цій області є ефективність портфелю, яка означає, що неможливо знайти портфель, який має більш високу доходність при такому ж рівні ризику, як у портфелю з найбільшою ефективністю.

Один із підходів до формування ефективного інвестиційного портфелю полягає в розподілі коштів між різними класами активів. Цей підхід відомий як диверсифікація та передбачає вибір різних видів активів, таких як акції, облігації, нерухомість та інші.

Однак, умови на ринку постійно змінюються, що може призвести до несприятливого впливу на інвестиційний портфель. Тому важливо розглянути можливості моделювання портфелів з урахуванням збурених параметрів, що дозволяє врахувати можливі ризики і зменшити їх вплив на інвестиційний портфель.

1.1.1 Класична теорія портфеля Марковіца

Це теорія формування інвестиційного портфелю, яку запропонував гарвардський економіст Гаррі Марковіц у 1952 році. Ця теорія є фундаментальною в теорії інвестицій, і вона надає основу для багатьох інших моделей та стратегій інвестування.

Класична теорія портфеля Марковіца базується на наступних припущеннях:

- Інвестор знає всі можливі варіанти інвестування та їх потенційні доходи та ризики;
- Інвестор має раціональні цілі, тобто максимізувати очікувану доходність при заданому рівні ризику або мінімізувати ризик при заданій очікуваній доходності;
- Інвестор будує свій портфель, опираючись на статистичні дані про доходність та ризик окремих активів, що складають портфель.

До моделі Г. Марковіца інвестування відбувалося, як правило, у вибіркові активи або фінансові інструменти, запропонована ним модель дозволила знизити систематичні (ринкові) ризики за рахунок угруповання активів з негативною кореляцією доходностей.

Слід зауважити універсальність моделі, тому інвестиційний портфель може бути технічно складений для будь-яких видів фінансових інструментів та активів: акцій, облігацій, ф'ючерсів, індексів, нерухомості тощо.

Виділяють дві інвестиційні стратегії для формування портфеля:

- Максимізації прибутковості інвестиційного портфеля за обмеженого рівня ризику;
- Мінімізація ризику інвестиційного портфеля за мінімально допустимого рівня прибутковості.

Загальна дохідність портфеля буде зваженою сумою доходностей кожного окремого фінансового інструменту (активу):

$$r_p = \sum_{i=1}^n \omega_i * r_i$$

де:

- r_p - доходність інвестиційного портфелю;
- ω_i - частка i -го фінансового інструменту в портфелі;
- r_i - доходність i -го фінансового інструменту.

У моделі Г. Марковіца ризик окремо взятого фінансового інструменту розраховується як стандартне відхилення доходності. Для розрахунку загального ризику портфеля необхідно відобразити їхню сукупну зміну та взаємний вплив (через коваріацію), для цього скористаємося такою формулою:

$$\sigma_p = \sqrt{\omega_i * \omega_j * V_{ij}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \omega_i^2 * \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \omega_i * \omega_j * k_{ij} * \sigma_i * \sigma_j}$$

де:

- σ_p - ризик інвестиційного портфелю;
- σ_i - стандартне відхилення прибутковостей i -го фін. інструменту;
- k_{ij} - коефіцієнт кореляції між i, j -м фін. інструментом;
- ω_i - частка i -го фін. інструменту в портфелі;
- V_{ij} - коваріація доходностей i -го та j -го фін. інструментів;
- n - кількість фін. інструментів інвестиційного портфелю.

Для того, щоб сформувати інвестиційний портфель, необхідно вирішити оптимізаційне завдання. Існує два види завдань: пошук часток акцій у портфелі для досягнення

максимальної ефективності при заданому рівні ризику (r) та мінімізація ризику при заданому рівні доходності портфеля (r_p). Крім цього на рівняння накладаються додаткові очевидні обмеження: сума часток активів (w_i) повинна дорівнювати 1 і самі частки активів повинні бути позитивними.

1.1.2 Модель CAPM (Capital Asset Pricing Model)

Модель використовується для визначення доходності активу з урахуванням ризику. Базується на теорії, що ризиковані активи мають вищу доходність, ніж безризикові активи. У моделі CAPM ризик вимірюється за допомогою коефіцієнта бета (β), який відображає, наскільки актив відрізняється за ризиком від загального ринку.

Коефіцієнт бета визначається відношенням коваріації між доходністю активу та доходністю загального ринку до дисперсії доходності ринку. Якщо актив має бета-коефіцієнт, що дорівнює 1, то його доходність повинна відповідати доходності ринку. Активи з бета-коефіцієнтом менше 1 є менш ризикованими, ніж ринок, тому їх доходність має бути меншою. Активи з бета-коефіцієнтом більше 1 є більш ризиковими, ніж ринок, тому їх доходність має бути вищою.

CAPM використовується для визначення вартості акцій з урахуванням ризику. Ризик вимірюється коефіцієнтом бета, а безрискова ставка визначається за допомогою доходності державних облігацій. Загальна доходність акцій обчислюється як сума безризикової ставки та премії за ризик, яка дорівнює коефіцієнту бета, помноженому на різницю між доходністю ринку та безризиковою ставкою.

Наприклад, допустимо, що компанія "ABC" збирається випустити новий продукт на ринок і потребує \$1 млн інвестицій. Компанія може залучити гроші, випустивши акції. Якщо компанія вирішить випустити

акції, то вона повинна визначити, яку вартість акції потрібно встановити для залучення \$1 млн інвестицій.

Для визначення вартості акції за допомогою моделі CAPM, компанія повинна визначити кілька факторів, включаючи ризик безризикової ставки, ринковий ризик та вартість капіталу компанії. Для цього компанія може скористатися формулою CAPM:

$$r_i = r_f + \beta_i(r_m - r_f)$$

де:

- r_i - очікувана ставка доходності компанії "ABC";
- r_f - ризик безризикової ставки;
- β_i - бета-коефіцієнт компанії "ABC", що відображає відношення між ризиком компанії та ринковим ризиком;
- r_m - очікувана ринкова ставка доходності;
- $(r_m - r_f)$ - ринковий преміум ризику.

Для прикладу, нехай ризик безризикової ставки дорівнює 2%, очікувана ринкова ставка доходності дорівнює 8%, а бета-коефіцієнт компанії "ABC" дорівнює 1,5. Тоді за формулою CAPM, очікувана ставка доходності компанії "ABC" дорівнює:

$$r_i = 2\% + 1.5 * (8\% - 2\%) = 11\%$$

Отже, щоб залучити 1\$ млн. інвестицій, компанія "ABC" повинна встановити вартість акції рівною 11% за рік, щоб забезпечити очікувану доходність інвесторів.

1.1.3 Модель Фама-Френча (Fama-French Three Factor Model)

Модель Фама-Френча (Fama-French Three Factor Model) - це модель оцінки ризику та доходності інвестицій, яку розробили Юджин Фама та Кеннет Френч в 1993 році. Ця модель розширює модель CAPM (Capital Asset Pricing Model), включаючи додаткові фактори, які можуть впливати на доходність портфеля.

Основні фактори, що враховуються у моделі Фама-Френча, це:

1. Ринковий ризик (Market Risk) - відображає ризик, пов'язаний зі зміною загальної ринкової ситуації.
2. Розмір компанії (Size) - відображає ризик, пов'язаний з розміром компанії.
3. Співвідношення цін та доходності (Value/Growth) - відображає ризик, пов'язаний зі співвідношенням цін та доходності акцій.

Модель Фама-Френча використовується для визначення "альфа" (alpha) та "бета" (beta) інвестиційного портфеля, що дозволяє встановлювати відносну доходність портфеля в порівнянні з ринком. Також вона дозволяє оцінювати вплив кожного фактору на доходність портфеля та ризику його інвестування.

Один з прикладів використання моделі Фама-Френча полягає у порівнянні доходності двох портфелів з різним розміром компаній та співвідношенням цін та доходності акцій.

Допустимо, що ми маємо портфель з двох активів: акції компанії А та акції компанії В. За даними з минулого періоду, середня доходність акцій компанії А склала 8%, а компанії В - 12%. При цьому, стандартне відхилення доходності компанії А дорівнює 10%, а компанії В - 20%.

Кореляція між доходностями акцій становить 0.6. Ринкова доходність за даними з минулого періоду склала 6%.

За формулою моделі Фама-Френча ми можемо оцінити систематичний ризик портфеля. Спочатку необхідно визначити бета-коефіцієнти акцій:

$$\beta_A = \frac{cov(A,m)}{var(m)} = 0.8$$

$$\beta_B = \frac{cov(B,m)}{var(m)} = 1.2$$

де:

- $cov(X, m)$ - коваріація доходності акцій компанії X відповідно з ринковою доходністю;
- $var(m)$ - дисперсія ринкової доходності.

Далі, визначимо вагові коефіцієнти акцій в портфелі. Для прикладу прийmemo, що ваговий коефіцієнт акцій компанії А дорівнює 0.4, а компанії В - 0.6.

Тепер можемо обчислити бета-коефіцієнт портфеля:

$$\beta_p = 0.4 * 0.8 + 0.6 * 1.2 = 1.0$$

І, нарешті, можемо визначити систематичний ризик портфеля:

$$\text{Systematic Risk} = \beta_p^2 * \text{Variance of Market Return} = 1.0^2 * 0.036 = 0.036$$

Отже, оцінка систематичного ризику портфеля з використанням моделі Фама-Френча склала 0.036. Це означає, що прибутковість портфеля може коливатися на рівні, що є стандартним відхиленням доходності портфеля, помноженому на бета-коефіцієнт портфеля.

1.1.4 Модель АРТ (Arbitrage Pricing Theory)

Модель АРТ (Arbitrage Pricing Theory) - це модель оцінки ризику та доходності інвестицій, яку розробив Стівен Росс в 1976 році. Ця модель базується на ідеї арбітражу - процесу купівлі та продажу активів для отримання безризикового доходу.

За моделлю АРТ, доходність активів залежить від декількох факторів ризику, які визначаються на основі аналізу макроекономічних чинників. Наприклад, ці чинники можуть включати зміну валютних курсів, процентні ставки, індекси споживчих цін та інші макроекономічні показники.

Модель АРТ дозволяє інвесторам оцінювати ризики та доходи портфельів на основі декількох факторів ризику, що дозволяє краще розуміти можливі ризики та доходи в порівнянні з іншими портфелями.

Основна ідея моделі АРТ полягає у тому, що інвестор може отримати дохід, купуючи актив, який відрізняється від портфеля з нульовим ризиком. Тобто, якщо інвестор може ідентифікувати актив, який має доходність, відмінну від доходності нульового портфеля, то інвестор може здійснити арбітражний обмін, щоб отримати безризиковий дохід.

Модель АРТ дозволяє визначати оптимальний склад портфеля з урахуванням різних факторів ризику, що дозволяє інвесторам максимізувати доходність портфеля при мінімізації ризиків.

Один із можливих прикладів використання моделі Arbitrage Pricing Theory (АРТ) полягає в оцінці ризику фінансового портфеля на основі макроекономічних факторів. Для цього можна використати наступну формулу:

$$Risk_{АРТ} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\beta_i * f_i)^2 * \sigma_{f_i}^2}$$

де:

- B_i - коефіцієнт регресії, що відображає чутливість портфеля до зміни i -го фактору;
- f_i - значення i -го фактору;
- σ_{f_i} - стандартне відхилення i -го фактору;
- n - загальна кількість факторів.

Наприклад, якщо розглядається портфель, що складається з акцій компаній, то як фактори можна взяти такі макроекономічні показники, як зміна процентної ставки, валютний курс, виробничий індекс тощо. Значення цих факторів можна отримати з економічних досліджень або ж використовуючи статистичні дані. Знання коефіцієнтів регресії дозволяє визначити чутливість портфеля до зміни кожного фактору. Потім, підставляючи значення кожного фактору у формулу і розраховуючи стандартне відхилення кожного фактору, можна отримати загальний ризик портфеля за моделлю АРТ. Така оцінка ризику може бути корисною для інвесторів, щоб приймати обґрунтовані рішення щодо свого портфеля.

1.2 Параметри портфеля та їх визначення

Ризик та дохідність - це два основних параметри, які повинні бути враховані при інвестуванні. Ризик пов'язаний з можливістю втрати капіталу, тоді як дохідність - з можливістю отримання прибутку від інвестицій.

Ризик і дохідність взаємодіють в складанні інвестиційних стратегій. Інвестори, які хочуть отримати високу дохідність, зазвичай готові піти на певний ризик. Інші інвестори можуть бути більш консервативними і вибирати менш ризиковані інвестиції з невеликою дохідністю.

Однак, відношення між ризиком і дохідністю може бути складним, і часто не існує прямої залежності між ними. Наприклад, інвестиції з високою дохідністю можуть бути пов'язані з високим ризиком. Інвестори, які хочуть отримати високу дохідність, повинні бути готові приймати певний ризик.

Іншим чином, інвестиції з меншим ризиком можуть призводити до меншої дохідності. Інвестори, які прагнуть зменшити ризик, повинні бути готові отримувати меншу дохідність.

Отже, ризик та дохідність пов'язані між собою, але не завжди прямо пропорційно. Інвесторам необхідно збалансувати свої цілі та ризики, щоб вибрати оптимальну інвестиційну стратегію. Важливо пам'ятати, що немає "ідеальної" стратегії, яка підходить для всіх інвесторів, тому вибір інвестиційної стратегії повинен залежати від індивідуальних обставин кожного інвестора.

1.2.1 Коефіцієнт Шарпа (Sharpe Ratio)

Коефіцієнт Шарпа (Sharpe Ratio) - це показник, який дозволяє оцінити дохідність портфеля на одиницю ризику. Обчислюється за формулою:

$$S = \frac{S_p - R_f}{\sigma_p}$$

де:

- S_p - середній дохід портфеля;
- R_f - безризикова ставка;
- σ_p - стандартне відхилення доходності портфеля.

S_p та σ_p повинні бути вимірені за однаковий часовий період та в однаковій валюті. Наприклад, якщо дані вимірюються в річних частках, то R_f також має бути виміряна в річних частках.

Коефіцієнт Шарпа вимірює ефективність портфеля, що означає, що він дозволяє інвесторам оцінити, наскільки доцільним є інвестування в певний портфель, враховуючи рівень ризику. Він дозволяє порівнювати різні портфелі за їх доходністю та ризиком і визначати найбільш оптимальний портфель.

Чим вище значення коефіцієнта Шарпа, тим ефективніший портфель. Якщо коефіцієнт Шарпа дорівнює нулю, це означає, що доходність портфеля не вища за безризикову процентну ставку. Якщо значення коефіцієнта Шарпа менше нуля, це означає, що портфель має негативну доходність.

Враховуючи, що коефіцієнт Шарпа залежить від стандартного відхилення доходності портфеля, зменшення ризику може допомогти покращити значення коефіцієнта Шарпа. Інвестори можуть використовувати коефіцієнт Шарпа для вибору найбільш ефективного портфеля з урахуванням рівня ризику.

Нехай є два портфелі: портфель А з середньою річною доходністю 10%, стандартним відхиленням 15% та портфель В з середньою річною доходністю 8%, стандартним відхиленням 10%. Для порівняння ефективності цих портфелів, ми можемо використовувати коефіцієнт Шарпа.

Припустимо, що безризикова ставка становить 2%. Тоді коефіцієнт Шарпа для портфелю А буде:

$$S_A = \frac{10\% - 2\%}{15\%} = 0.53$$

Для портфелю В:

$$S_B = \frac{8\% - 2\%}{10\%} = 0.6$$

Отже, портфель В має більш високий коефіцієнт Шарпа, тобто можемо зробити висновок, що він є більш ефективним за умови ризику, врахованого в портфелі.

Таким чином, при порівнянні інвестиційних портфельів за допомогою коефіцієнта Шарпа, ми можемо зробити більш обґрунтований вибір між двома портфелями з різними рівнями доходності та ризиків.

1.2.2 Коефіцієнт Омега (Omega Ratio)

Коефіцієнт Омега (Omega Ratio) - це ще один показник ефективності портфеля, який дозволяє оцінити відношення між доходністю портфеля та його ризиком.

Коефіцієнт Омега визначається як відношення ймовірності того, що доходність портфеля буде більше заданого порогового значення (наприклад, мінімальна доходність, що задовольняє інвестора) до ймовірності того, що доходність портфеля буде менше цього порогового значення.

Коефіцієнт Омега дозволяє оцінити не тільки середню доходність портфеля, але й ризик втрати капіталу. Він показує, наскільки часто доходність портфеля перевищує порогове значення, тобто він враховує не тільки середню доходність, але і її розподіл.

Чим вище значення коефіцієнта Омега, тим більш ефективним є портфель. Якщо коефіцієнт Омега дорівнює одиниці, це означає, що доходність портфеля перевищує порогове значення з надзвичайно високою ймовірністю. Якщо коефіцієнт Омега менше одиниці, це означає, що доходність портфеля менша за порогове значення з надзвичайно високою ймовірністю.

Коефіцієнт Омега може бути корисним для порівняння ефективності різних портфелів, оскільки він дозволяє враховувати як середню доходність, так і ризик втрати капіталу.

Припустимо, що портфель інвестора має наступну доходність за останні 12 місяців:

місяць 1: +2%

місяць 2: +3%

місяць 3: -1%

місяць 4: -4%

місяць 5: +1%

місяць 6: +2%

місяць 7: +3%

місяць 8: -2%

місяць 9: +1%

місяць 10: -3%

місяць 11: +2%

місяць 12: +3%

Для розрахунку Omega Ratio необхідно визначити мінімальний дохід за розглянутий період, який забезпечує збереження капіталу з урахуванням ризику. Наприклад, якщо мінімальний дохід за цей період складає -5%, то з показником ризику 10% Omega Ratio портфелю буде розраховано так:

Віднімаємо мінімальний дохід від доходу портфеля за кожний місяць:

місяць 1: $2\% - (-5\%) = 7\%$

місяць 2: $3\% - (-5\%) = 8\%$

місяць 3: $-1\% - (-5\%) = 4\%$

місяць 4: $-4\% - (-5\%) = 1\%$

місяць 5: $1\% - (-5\%) = 6\%$
місяць 6: $2\% - (-5\%) = 7\%$
місяць 7: $3\% - (-5\%) = 8\%$
місяць 8: $-2\% - (-5\%) = 3\%$
місяць 9: $+1\% - (-5\%) = 6\%$
місяць 10: $-3\% - (-5\%) = 2\%$
місяць 11: $+2\% - (-5\%) = 7\%$
місяць 12: $+3\% - (-5\%) = 8\%$

Додаємо всі позитивні значення і ділимо на суму всіх відхилень від мінімального доходу:

$$\frac{7\% + 8\% + 4\% + 1\% + 6\% + 7\% + 9\% + 3\% + 6\% + 8\% + 7\% + 9\%}{58\%} = 8.86$$

Отже, показник Omega Ratio портфелю інвестора за останні 12 місяців становить 8.86, що означає, що за цей період доходність портфеля була вищою, ніж мінімальний дохід з урахуванням ризику.

1.2.3 Інші коефіцієнти

Окрім коефіцієнта Шарпа та коефіцієнта Омега, існують інші коефіцієнти, які можуть бути використані для оцінки ефективності портфеля. Деякі з них включають:

- Коефіцієнт Трейнора (Treynor Ratio) - це відношення між доходністю портфеля та його бета-коефіцієнтом. Він дозволяє порівняти доходність портфеля з врахуванням чутливості до ринкових умов, якщо порівнюються портфелі з однаковим бета-коефіцієнтом.
- Коефіцієнт Юнга (Jensen's Alpha) - це міра додаткової доходності портфеля, яка може бути отримана за відношення до його бета-коефіцієнта та доходності безризикового активу. Коефіцієнт Юнга визначається як різниця між доходністю портфеля та

доходністю, яку портфель повинен мати, враховуючи його ризик та ринкові умови.

- Коефіцієнт Сортино (Sortino Ratio) - це відношення між доходністю портфеля та ризиком портфеля, який визначається як стандартне відхилення доходності портфеля за межами порогової точки. Він вважається більш ефективним показником, ніж коефіцієнт Шарпа, оскільки він враховує тільки ризик втрати капіталу.
- Коефіцієнт Марпі (MAR Ratio) - це відношення між середнім доходом портфеля та його максимальним просіданням. Він визначає, який відсоток ризику портфеля використовується для досягнення його середньої доходності.

1.3 Збурені параметри та їх вплив на формування портфеля

Збурені параметри є неодмінною частиною будь-якого інвестиційного ринку, і вони можуть включати в себе такі чинники, як зміни процентних ставок, валютних курсів, цін на акції та інші. І можуть мати значний вплив на формування портфеля та доходність інвестицій, що робить їх важливим фактором при прийнятті рішень про інвестування. У цьому розділі ми розглянемо різні види збурених параметрів, їх характеристики та вплив на інвестиційний портфель, а також методи, що використовуються для оцінки ризику та підвищення ефективності портфеля в умовах збурених параметрів.

1.3.1 Нестабільність ринку та її вплив на параметри портфеля

Нестабільність ринку є одним з основних видів збурених параметрів, що може мати значний вплив на параметри портфеля та доходність інвестицій. Нестабільність ринку може бути спричинена різними факторами, такими як політичні кризи, економічні зміни, епідемії та інші непередбачувані події, що можуть суттєво змінити стан ринку.

Умови нестабільності ринку можуть призвести до зменшення доходності портфеля та збільшення ризику вкладень. Щоб зменшити вплив нестабільності ринку, інвестори можуть використовувати різні методи, такі як диверсифікація портфеля, використання захисних інвестиційних стратегій та інші.

Диверсифікація портфеля - це процес розподілу інвестицій між різними видами активів, що дозволяє зменшити загальний ризик портфеля. Інвестори можуть розподіляти свої інвестиції між різними класами активів, такими як акції, облігації, іпотечні цінні папери та інші, що може зменшити вплив несприятливих змін в будь-якому конкретному ринку на доходність портфеля.

Використання захисних інвестиційних стратегій, таких як опціони та ф'ючерси, може також допомогти інвесторам зменшити ризик в умовах нестабільного ринку. Опціони та ф'ючерси дозволяють інвесторам захистити свої інвестиції від можливих втрат через негативні зміни на ринку.

Врахування нестабільності ринку та її впливу на параметри портфеля є важливим фактором при прийнятті рішень про інвестування, тому що незважаючи на те, що нестабільність ринку є непередбачуваною, інвестори можуть використовувати різні стратегії та інструменти, щоб зменшити вплив цього фактора на їх інвестиційний портфель та зберегти свої активи в умовах ринкової нестабільності.

1.3.2 Методи оцінювання збурених параметрів

Оцінювання збурених параметрів є важливою складовою управління ризиками та прийняття рішень у фінансовому світі. Розуміння цих методів дозволяє інвесторам ефективно враховувати невизначеність та збурення на ринку, зменшуючи потенційні ризики та максимізуючи можливості отримання прибутку.

1. Вимірювання ризику за допомогою статистичних методів

Цей метод вимірює ризик на основі статистичного аналізу історичних даних доходності та волатильності різних активів. Він використовує різні метрики, такі як стандартне відхилення, коефіцієнт кореляції, Value at Risk (VaR) та інші, щоб виміряти ризик інвестиційного портфеля.

Наприклад, математична формула для розрахунку VaR залежить від використовуваного рівня довіри та періоду часу. Наприклад, для 95% рівня довіри VaR розраховується як різниця між поточною вартістю портфеля та його прогнозованою максимальною вартістю на кінець періоду часу з ймовірністю 95%. Формула для VaR може бути складною і включати в себе різні статистичні показники, такі як середнє значення, стандартне відхилення та кореляції між різними активами у портфелі.

Тобто, якщо поточна вартість портфеля складає 1 мільйон доларів, а ймовірність збитку більше 5% за місяць - це значить, що VaR складе 50 000 доларів. Тому з ймовірністю в 95% портфель не втратить більше 50 000 доларів за місяць. Ця інформація може бути корисною для інвесторів, які хочуть контролювати свій ризик і виробляти свої рішення на основі обґрунтованих даних.

2. Стрес-тестування портфеля

Цей метод використовується для оцінки впливу негативних подій на доходність портфел і полягає у проведенні симуляцій, які можуть включати в себе такі негативні події, як економічні кризи, припинення діяльності компаній та інші.

Один з можливих прикладів стрес-тестування портфеля полягає в оцінці впливу зниження ціни акцій на доходність портфеля. Для цього можна розрахувати коефіцієнт бета кожної акції і портфеля в цілому. Потім можна провести аналіз, що станеться з доходністю портфеля, якщо ціна на акції впаде на 10% або 20%.

Інший приклад - це оцінка впливу змін валютного курсу на доходність портфеля. Це може бути важливо для інвесторів, які мають активи в іноземній валюті або вкладення в іноземні компанії. Для цього можна провести аналіз зміни курсу валют на 10% або 20% і оцінити вплив цього на доходність портфеля.

3. Сценарний аналіз

Використовується для оцінки впливу різних сценаріїв на доходність портфеля та включає в себе розробку зовсім різних сценаріїв, таких як падіння цін на ринку, зміни процентних ставок та інші, і оцінює вплив кожного з них на доходність портфеля.

Наприклад, припустимо, що інвестор має портфель, який складається з акцій двох компаній - компанії А та компанії В. Один із сценаріїв може передбачати зниження цін на акції компанії А через негативні новини про її фінансові показники. Другий сценарій може передбачати підвищення цін на акції компанії В в результаті добрих новин про її бізнес. Третій сценарій може передбачати зростання загального ринку акцій, що призведе до зростання цін на обидві компанії.

Для кожного з цих сценаріїв можна визначити ймовірність, а також вплив на дохідність та ризик портфеля. Наприклад, якщо вплив сценарію зниження цін на акції компанії А на портфель буде значно більшим, ніж вплив сценарію зростання цін на акції компанії В, то можна зробити висновок, що портфель є вразливим до ризиків, пов'язаних з компанією А.

4. Симуляційне моделювання

Метод використовується для оцінки впливу збурених параметрів на доходність портфеля та включає в себе створення віртуального середовища, яке дозволяє інвестору виконувати симуляції. Симуляції можуть включати в себе такі збурені параметри, як зміна цін на ринку, зміна процентних ставок, зміна курсу валют та інші фактори, які можуть вплинути на доходність портфеля. Цей метод дозволяє інвесторам

оцінювати ризик та доходність своїх інвестицій в різних сценаріях і допомагає їм приймати кращі рішення про управління своїм портфелем.

Припустимо, що ми маємо портфель, що складається з двох акцій: А та В. Ми оцінюємо доходність портфеля за допомогою симуляційного моделювання для різних значень ризику акцій.

Уявімо, що середня річна доходність акції А становить 10%, а її стандартне відхилення - 20%. Для акції В середня доходність становить 15%, а її стандартне відхилення - 30%.

Ми можемо використовувати симуляційне моделювання для оцінки доходності портфеля за допомогою різних значень ризику акцій. Наприклад, якщо ми припустимо, що ризик акції А становить 0,2, а ризик акції В - 0,3, то ми можемо згенерувати 1000 випадкових портфелів і розрахувати їх середню доходність.

У цьому прикладі, якщо ми використовуємо випадкові значення для створення 1000 портфелів з ризиками 0,2 та 0,3 для акцій А та В відповідно, ми можемо отримати такі результати:

Середня доходність портфеля для ризику 0,2 та 0,3 становить відповідно 12,2% та 14,2%.

Стандартне відхилення доходності портфеля для ризику 0,2 та 0,3 становить відповідно 22,1% та 28,5%.

Ці дані допоможуть нам визначити, який ризик буде оптимальним для нашого портфеля, з урахуванням збурених параметрів акцій А та В.

1.4 Моделювання інвестиційного портфеля з урахуванням збурених параметрів

Моделювання інвестиційного портфеля з урахуванням збурених параметрів є важливою складовою ефективного управління ризиками та доходністю інвестиційного портфеля. Нестабільність ринку, змінність економічних умов та непередбачувані події можуть впливати на доходність

портфеля і підвищувати ризик його збитковості. У таких умовах моделювання інвестиційного портфеля з урахуванням збурених параметрів дозволяє інвесторам прогнозувати можливі ризики та доходи, оцінювати їх взаємозв'язок та забезпечувати ефективне розподілення активів.

Розглянемо різні методики моделювання інвестиційного портфеля з урахуванням збурених параметрів, включаючи симуляційні моделі, моделі VaR, CVaR та інші. Ми також детально розглянемо, як ці методи можуть бути використані для оцінки ризику та доходності інвестиційного портфеля, а також для прийняття оптимальних рішень про його управління в умовах ринкової нестабільності.

1.4.1 Моделі стохастичного програмування

Використовуються для моделювання інвестиційного портфеля з урахуванням збурених параметрів, а також дозволяють враховувати стохастичні фактори, такі як зміни цін на ринку, зміни процентних ставок та інші непередбачувані події, які можуть впливати на доходність портфеля.

Один з прикладів використання моделей стохастичного програмування є моделювання портфеля акцій. Розглянемо ситуацію, коли інвестор хоче збалансувати свій портфель з акцій різних компаній. Він бажає зменшити ризик збитковості портфеля і підвищити його доходність.

Для цього можна скористатися стохастичною моделлю програмування, щоб прогнозувати майбутні зміни цін на акції та інші параметри ринку.

У цій моделі стохастичного програмування, інвестор може вибрати оптимальний портфель акцій, враховуючи його ризик та доходність. Для цього модель використовується для побудови різних сценаріїв, які включають в себе зміни цін на акції та інші непередбачувані події. Кожен з

цих сценаріїв має свої власні ймовірності, що визначається на основі статистичного аналізу історичних даних ринку.

Після побудови різних сценаріїв, модель стохастичного програмування використовується для знаходження оптимального портфеля акцій, який максимізує доходність та мінімізує ризик. Ця модель може бути використана для прийняття оптимальних рішень про управління портфелем акцій в умовах ринкової нестабільності та невизначеності. Крім того, модель стохастичного програмування може допомогти інвесторам зрозуміти, які ризики та доходи можуть мати місце в майбутньому, що дозволить їм приймати більш обґрунтовані рішення про управління своїм портфелем акцій.

1.4.2 Моделі з використанням марковських процесів

Моделі, які використовують марковські процеси, такі як процеси Марковіца та Харрі, також можуть бути використані для моделювання інвестиційного портфеля з урахуванням збурених параметрів. Декілька прикладів використання таких моделей:

- Прогнозування доходності портфеля облігацій
- Побудова оптимального портфеля акцій
- Оцінка ризику та доходності портфеля нерухомості
- Оцінка доходності та ризику портфеля криптовалют

1.5 Диверсифікація портфеля як засіб зменшення ризиків

Диверсифікація портфеля є одним з найважливіших інструментів управління ризиками інвестиційного портфеля. Її основною метою є зменшення ризику шляхом розподілу інвестицій між різними видами активів та інвестиційних інструментів. Цей підхід дозволяє зменшити ризик інвестиційного портфеля, оскільки різні види активів мають різні кореляції між собою та можуть реагувати по-різному на зміни на ринку.

У цьому розділі ми розглянемо основні підходи до диверсифікації портфеля та їх ефективність в умовах збурених параметрів ринку. Ми також розглянемо приклади диверсифікованих портфелів та їх ризиків в різних умовах ринку, щоб допомогти інвесторам зрозуміти, як можна використовувати диверсифікацію для зменшення ризиків та максимізації доходів.

1.5.1 Різноманітність активів та її вплив на ризик портфелю

Різноманітність - це один з ключових факторів диверсифікації портфеля, який впливає на ризики інвестиційного портфеля. Чим більше різноманітних активів входить до складу портфеля, тим менше ризик він несе. Це пояснюється тим, що різноманітність активів дозволяє зменшити ефект впливу одного фактора ринку на весь портфель.

Наприклад, якщо портфель складається лише з акцій компанії, то будь-які негативні новини про цю компанію можуть призвести до значного зниження ціни її акцій та весь портфель зазнає втрат. Однак, якщо портфель складається з акцій різних компаній, то негативні новини про одну компанію не мають такого ж значення для вартості портфеля в цілому, оскільки різні компанії можуть мати різний фундаментальний фактор впливу на їхню ціну.

Загалом, різноманітність активів дозволяє зменшити ризик інвестиційного портфеля. Проте, важливо враховувати, що різноманітність не є панацеєю від усіх ризиків. Для досягнення ефективної диверсифікації портфеля, інвестор повинен знати не тільки різноманітність активів, але й їх кореляцію між собою, щоб правильно розподіляти інвестиції та зменшити ризик від їхнього негативного впливу на портфель в цілому.

1.5.2 Ефективність диверсифікації портфеля

Ідея ефективної диверсифікації полягає в тому, що вона дозволяє зменшити ризики та збільшити доходність портфеля в цілому. Одним із ключових факторів успіху в інвестуванні є правильна диверсифікація портфеля, яка забезпечує максимальний рівень доходності при мінімальному ризику.

Один з прикладів ефективної диверсифікації портфеля - це включення до портфеля різних активів з різним рівнем ризику та кореляцією між собою. Наприклад, включення до портфеля акцій, облігацій та нерухомості може допомогти зменшити ризики та збільшити доходність портфеля в цілому. Крім того, додавання до портфеля інвестицій у різні сектори ринку може допомогти зменшити ризик від конкретного сектору та збільшити доходність портфеля.

Інший приклад ефективної диверсифікації портфеля - це включення до портфеля інвестицій у різні регіони світу. Наприклад, включення до портфеля акцій компаній з США, Європи та Азії може допомогти зменшити ризики та збільшити доходність портфеля в цілому.

Важливо зазначити, що ефективність диверсифікації портфеля залежить від різних факторів, таких як рівень ризику, кореляція між активами, розмір портфеля та інші. При виборі стратегії диверсифікації портфеля, інвестор повинен враховувати всі ці фактори та забезпечити належне балансування між ризиком та доходністю портфеля.

1.6 Оцінка ризиків та доходності портфеля

Розуміння факторів описаних далі є ключовим для інвесторів, які бажають зрозуміти та керувати ризиками, пов'язаними зі своїми інвестиціями, а також максимізувати потенційну доходність свого портфеля.

1.6.1 Методи оцінки ризиків

Допомагають інвесторам оцінити ризики, пов'язані з інвестуванням в активи та портфелі. Ці методи дозволяють оцінити можливі втрати, які можуть виникнути в результаті зміни ринкових умов, та допомагають інвесторам прийняти рішення про те, які активи включити до свого портфеля та яку вагу відвести кожному активу.

Одним із основних методів оцінки ризиків є аналіз статистичної дисперсії, який дозволяє визначити ступінь коливання цін на ринку та оцінити можливі ризики. Для цього використовуються різні показники, такі як стандартне відхилення, дисперсія, кореляція та інші.

Інший метод оцінки ризиків - це використання математичних моделей, таких як моделі VaR (Value at Risk), Expected Shortfall та інші. Ці моделі дозволяють оцінити максимальні можливі втрати за певний період часу, що допомагає інвесторам приймати рішення щодо розподілу активів у портфелі.

Окрім цього, існують інші методи оцінки ризиків, такі як стрес-тести, сценарійний аналіз, аналіз чутливості та інші. Вибір методу залежить від типу портфеля, типу активів, ринкових умов та інших факторів.

Важливо зазначити, що жоден метод оцінки ризиків не є повністю точним і надійним. Оцінка ризиків повинна бути здійснюватися з урахуванням різноманітних факторів, а також повинна бути підтримана моніторингом та аналізом ринку.

1.6.2 Методи оцінки доходності

Допомагають інвесторам визначити, яку прибутковість можна отримати від інвестування в певний актив або портфель. Ці методи

допомагають інвесторам зробити розумні рішення про те, які активи включити до свого портфеля та яку вагу відвести кожному активу.

Один із основних методів оцінки доходності - це аналіз історичних даних. Цей метод полягає в тому, що інвестор аналізує історичні дані доходності активу або портфеля та використовує ці дані для прогнозування майбутньої доходності.

Інший метод оцінки доходності - це використання фінансових моделей. Наприклад, модель CAPM дозволяє оцінити доходність активу на основі його бета-коефіцієнта та загальної ринкової доходності. Для цього моделі використовуються статистичні методи та математичні формули.

Інші методи оцінки доходності включають аналіз фундаментальних показників, таких як доход на акцію, коефіцієнт P/E та інші, а також використання технічного аналізу, який дозволяє аналізувати динаміку цін та знаходити патерни на графіку, які можуть свідчити про можливу зміну ціни в майбутньому.

Важливо зазначити, що жоден метод оцінки доходності не є повністю точним і надійним. Інвестор повинен здійснювати оцінку доходності з урахуванням різних факторів, таких як тип активу, ринкові умови, та інші. Для зменшення ризиків, пов'язаних з оцінкою доходності, інвестор повинен також підтримувати моніторинг свого портфеля та вносити корективи у свої рішення залежно від змін ринкових умов та інших факторів.

1.6.3 Ризик-доходність профілі портфеля

Показують залежність між рівнем доходності та ризиком портфеля. Розрізняють такі типи ризик-доходність профілів портфеля:

- Консервативний профіль - цей тип профілю характеризується низьким ризиком та низькою доходністю. Інвестори, які вибирають

такий профіль, зазвичай віддають перевагу більш стабільним та менш ризикованим інвестиціям, таким як облігації та депозити.

- Модератний профіль - цей тип профілю характеризується помірним ризиком та помірною доходністю. Інвестори, які вибирають такий профіль, зазвичай інвестують у різноманітні активи, що дозволяє їм отримувати більш високу доходність, але при цьому не підвищувати значно рівень ризику.
- Агресивний профіль - цей тип профілю характеризується високим ризиком та високою доходністю. Інвестори, які вибирають такий профіль, зазвичай вкладають гроші у більш ризиковані активи, такі як акції та товарні фонди, з метою отримання високої доходності. Проте, такий вибір може призвести до значних втрат при незначних коливаннях на ринку.

Важливо пам'ятати, що кожен інвестор має свої власні цілі та терпіння до ризику. Вибір ризик-доходність профілю портфеля повинен бути здійснений з урахуванням цих факторів та моніторингом ринкових умов.

Розділ 2

2.1 Формування на практиці

На практиці формування інвестиційного портфеля важливо враховувати збурення параметрів, так як це може суттєво вплинути на доходність та ризики портфеля. Для зменшення можливих ризиків та збереження доходності, інвестор повинен мати чіткий план та стратегію, яка враховує можливі зміни на ринку.

2.1.1 Аспекти формування портфеля з урахуванням збурених параметрів

Розглянемо практичні аспекти формування інвестиційного портфеля з урахуванням збурених параметрів та методики, які можна застосовувати для досягнення оптимальної комбінації ризику та доходності.

Гарний вибір активів:

- **Різноманітність:** портфель містить акції компаній з різних секторів та регіонів, а також облігації різного виду.
- **Баланс ризику та доходності:** портфель містить як більш ризиковані, так і менш ризиковані активи, забезпечуючи оптимальний баланс між ризиком та доходністю.
- **Моніторинг:** інвестор регулярно моніторить ринкові умови та внесення змін до портфеля залежно від змін на ринку.

Поганий вибір активів:

- **Нерізноманітність:** портфель складається виключно з акцій одного сектору або однієї країни.
- **Неуважний баланс ризику та доходності:** портфель складається з надмірно ризикованих активів без достатньої компенсації у вигляді високої доходності.
- **Неадекватний моніторинг:** інвестор не моніторить ринкові умови та не вносить зміни до портфеля відповідно до змін на ринку.

Отже, для досягнення оптимальної комбінації ризику та доходності в інвестиційному портфелі, важливо дотримуватись принципу різноманітності, балансувати ризик та доходність, а також вчасно реагувати на зміни на ринку.

2.1.2 Ефективний фронт портфеля

Це графічне зображення, яке демонструє найоптимальнішу комбінацію ризику та доходності портфеля. Побудова ефективного фронту допомагає інвесторам знайти оптимальний баланс між ризиком та доходністю, враховуючи різноманітність активів та їх збурення.

Побудувати ефективний фронт портфеля можна з використанням матриці коваріації активів, яка дозволяє визначити ступінь взаємозв'язку між різними активами в портфелі. Чим менший коефіцієнт коваріації між активами, тим менший ризик портфеля.

З побудованим ефективним фронтом портфеля, інвестор може вибрати оптимальну комбінацію активів в залежності від свого бюджету та прийнятих рівнів ризику та доходності. Для побудови ефективного фронту портфеля необхідно визначити гранулярність рівнів ризику та доходності, які будуть досліджуватися, а також використати оптимізаційні методи для підрахунку найоптимальнішої комбінації активів.

2.1.3 Практичні рекомендації

Розглянемо декілька практичних рекомендацій щодо керування інвестиційним портфелем:

1. Перед тим, як починати інвестувати, важливо визначити свій інвестиційний горизонт, тобто період, на який ви готові інвестувати. Це допоможе вибрати підходящий тип інвестицій та розрахувати очікувану доходність.
2. Перш ніж вибирати активи для портфеля, важливо визначити свій рівень ризику. Це допоможе зробити правильний вибір активів та зменшити ризики втрат.

3. Диверсифікація портфеля допомагає зменшити ризики та збільшити стійкість портфеля до змін на ринку. Ви можете диверсифікувати свій портфель, інвестуючи в активи з різноманітними ризиками та доходностями.
4. Моніторинг ринку є ключовим елементом успішного керування портфелем. Слідкуйте за змінами на ринку та вносьте зміни в свій портфель відповідно до цих змін.
5. Розгляньте можливість використання різноманітних інструментів для керування ризиками та доходністю вашого портфеля, таких як опціони, ф'ючерси та інші.
6. Ніхто не може гарантувати стабільну доходність на ринку, тому важливо не переоцінювати можливу доходність та ризики інвестицій.
7. Ринкові умови можуть змінюватися, тому важливо бути готовими до змін та змінювати свій портфель відповідно до нових умов.

2.2 Практичний приклад формування портфелю

Використаємо модель Марковіца та коефіцієнт Шарпа для формування інвестиційного портфелю з різними стратегіями.

2.2.1 Початкові дані про компанії

Нехай, ми маємо наступні дані цін про п'ять компаній (A,B,C,D,E):

Дата	A	B	C	D	E
01.05.22	645,320007	201,169998	277,709991	113,404999	209,266663
01.06.22	701,52002	196,509995	275,200012	114,855003	227,973328
01.07.22	648,01001	160,309998	256,390015	107,932999	233,333328

01.08.22	756,280029	157,25	277,820007	115,300003	244,693329
01.09.22	809,849976	163,580002	258,869995	108,279999	259,466675
01.10.22	806,880005	137,139999	235,410004	96,760002	381,666656
01.11.22	827,799988	94,330002	234,600006	95,449997	386,899994
01.12.22	817,969971	119,199997	253,869995	101,019997	382,583344
01.01.23	758,5	122,82	243,080002	89,589996	311,736664
01.02.23	780,049988	148,029999	248	98,709999	289,893341
01.03.23	727,330017	174,589996	250,759995	89,980003	360,383331
01.04.23	981,700012	208,839996	286,519989	102,389999	286,92334
01.05.23	1008,280029	238,619995	306,970001	106,839996	251,720001

На першому етапі формування портфеля необхідно розрахувати щомісячні дохідності з кожної акції.

A	B	C	D	E
8,35%	-2,34%	-0,91%	1,27%	8,56%
-7,93%	-20,36%	-7,08%	-6,22%	2,32%
15,45%	-1,93%	8,03%	6,60%	4,75%
6,84%	3,95%	-7,06%	-6,28%	5,86%
-0,37%	-17,63%	-9,50%	-11,25%	38,59%
2,56%	-37,42%	-0,34%	-1,36%	1,36%
-1,19%	23,40%	7,89%	5,67%	-1,12%
-7,55%	2,99%	-4,34%	-12,01%	-20,48%
2,80%	18,67%	2,00%	9,69%	-7,26%
-7,00%	16,50%	1,11%	-9,26%	21,77%
29,99%	17,91%	13,33%	12,92%	-22,80%
2,67%	13,33%	6,89%	4,25%	-13,09%

Далі визначаємо математичне сподівання дохідності кожної акції, при цьому знайдемо середнє арифметичне значення протягом всього періоду.

Очікувана прибутковість з кожної акції буде такою:

Компанія А = 3.72%

Компанія В = 1.42%

Компанія С = 0.83%

Компанія D = -0.5%

Компанія Е = 1.54%

Прибутковість акції компанії D має негативне очікування прибутковості, тому її слід виключити із портфеля. Оцінка ризику кожної акції – це її волатильність стосовно математичного сподівання доходності.

Тому, оцінка ризику кожної акції буде такою:

Компанія А = 10.79%

Компанія В = 18.59%

Компанія С = 7.13%

Компанія Е = 17.15%

Ми отримали початкові необхідні дані для оцінки часток даних акцій в інвестиційному портфелі. Наступним етапом ми маємо побудувати коваріаційну матрицю прибутковостей акцій між собою.

	А	В	С	Е
А	1,07%	0,37%	0,44%	-0,54%
В	0,37%	3,17%	0,69%	-1,05%
С	0,44%	0,69%	0,47%	-0,60%
Е	-0,54%	-1,05%	-0,60%	2,70%

Можна помітити, що діагональні значення є дисперсією доходностей акцій.

2.2.2 Збалансована стратегія

Для розрахунку загального ризику портфеля скористаємося формулою розглянутої на початку і для цього нам необхідно перемножити ваги акцій між собою і значення коваріацій цих акцій.

$$\sigma_p = \sqrt{w_i * w_j * V_{ij}}$$

Прибутковість портфеля розраховується як середньозважена сума дохідності окремих акцій.

$$r_p = \sum_{i=1}^n w_i * r_i$$

Щоб зрозуміти принцип розрахунку, встановимо початкові частки акцій 0.25, 0.25, 0.25 і 0.25 та розрахуємо загальний ризик портфеля.

w_A	w_B	w_C	w_E
0.25	0.25	0.25	0.25

Маємо

$$\sigma_p = 6.14\%$$

$$r_p = 1.88\%$$

$$S = 0.1431 \text{ (risk - free = 1\%)}$$

На даному етапі портфель є рівно диверсифікованим, але не оптимізованим.

2.2.3 Стратегія максимального прибутку

Для знаходження параметрів ω , при яких очікуємий прибуток буде максимальним, потрібно вирішити таку оптимізаційну задачу $r_p \rightarrow \max$.

Використаємо будь-який ітераційний метод для знаходження розв'язку. Наприклад, в нашому випадку за допомогою алгоритму "Градієнтний спуск", після 11 ітерацій отримуємо такі результати:

w_A	w_B	w_C	w_E
1	0	0	0

Маємо,

$$\sigma_p = 10.33\%$$

$$r_p = 3.72\%$$

$$S = 0.2632 \text{ (risk - free = 1\%)}$$

При використанні таких вагів наш портфель оптимізований на максимальний прибуток, проте ми ніяк не враховуємо ризики за таку доходність.

2.2.4 Стратегія оптимального ризику

Для реалізації стратегії максимізації прибутку при оптимальному рівні ризику, наша задача буде в максимізації коефіцієнта Шарпа, тобто $S \rightarrow \max$.

Так само як і в попередній стратегії, використаємо ітераційний алгоритм “Гradientний спуск” для знаходження розв’язку. Після 39 ітерацій отримуємо такі результати:

w_A	w_B	w_C	w_E
0.77	0.02	0	0.21

Маємо,

$$\sigma_p = 7.64\%$$

$$r_p = 3.22\%$$

$$S = 0.29 \text{ (risk - free = 1\%)}$$

Після вирішення задачі максимізації коефіцієнта Шарпа, ми отримали параметри ω , що дозволяють нам побудувати ефективний портфель націлений на максимальну доходність з поправкою на ризик.

Висновки

Ми розглянули теорію та практику формування інвестиційного портфеля з урахуванням збурених параметрів. Ми ознайомилися з основними моделями та методами, що дозволяють оцінити ризики та доходність портфеля.

Ми обговорили нестабільність ринку та вплив на параметри портфеля, диверсифікацію портфеля як засіб зменшення ризиків, а також проаналізували різні методи оцінки ризиків та доходності портфеля.

Результати роботи підкреслюють важливість систематичного підходу до аналізу інвестиційного ринку та формування портфелів. Використання різних моделей та методів дозволяє оцінювати ризики та доходність, а також знаходити оптимальний баланс між ними.

На практиці ми використали модель Марковіца, яка в нашому випадку дуже гарно показала процес аналізу акцій перед покупкою.

Проте в реальному житті ця модель має кілька недоліків, які обов'язково треба тримати в голові:

- Ця модель була розроблена для ефективних ринків капіталу, на яких спостерігається постійне зростання вартості активів і відсутні різкі коливання курсів, що було характерно для економіки розвинених країн 50-80-х років. Кореляція між акціями не постійна і змінюється згодом, у результаті у майбутньому це зменшує систематичний ризик інвестиційного портфеля.
- Майбутня доходність фінансових інструментів (акцій) визначається як середнє арифметичне значення. Даний прогноз ґрунтується лише на історичному значенні прибутковостей акції та не включає вплив макроекономічних (рівень ВВП, інфляції, безробіття, галузеві індекси цін на сировину та матеріали тощо) та мікроекономічних факторів (ліквідність, рентабельність, фінансова стійкість, ділова активність компанії).

У заключенні, важливо зазначити, що формування інвестиційного портфеля є складним та динамічним процесом, який вимагає постійного моніторингу ринку та використання різноманітних методів для досягнення успіху.

Список використаної літератури

1. Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. (2014). Investments. McGraw-Hill Education.
2. Fabozzi, F. J., & Markowitz, H. M. (2002). The theory and practice of investment management. Wiley.

3. Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance. *The Journal of Business*, 39(1), 119-138.
4. Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3-56.
5. Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
6. Litterman, R. (1986). A modern approach to asset allocation. *The Journal of Portfolio Management*, 13(3), 6-19.
7. Yoshida, T. (2000). Genetic algorithms for portfolio optimization: Testing significance of trading rules. *Journal of Forecasting*, 19(3), 193-206.
8. Arbel, A., & Strebel, P. (2002). An artificial neural networks primer with financial applications examples. *Journal of Financial Transformation*, 5, 7-16.