

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Факультет математики, фізики та інформаційних технологій
Кафедра оптимального керування та економічної кібернетики

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

«Оцінка ефективності і ризику інвестицій»

«Evaluation of the effectiveness and risk of investments»

Виконав: здобувач денної форми навчання
спеціальності 113 Прикладна Математика
Освітня програма «Прикладна математика»
Федосєєв Костянтин Денисович

Керівник: кандидат фіз.-мат. наук, доцент Васильєв О. Б. —
Рецензент: кандидат фіз.-мат. наук, доцент Яровий А. Т.

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ ____ від _____ 2024 р.

Завідувач кафедри

Захищено на засіданні ЕК № _____

Протокол № ____ від _____ 2024 р.

Оцінка _____ / _____ / _____

Голова ЕК

Одеса — 2024 р.

ЗМІСТ

Вступ	3
1 Оцінка ефективності інвестиційних проєктів з урахуванням їх ризику	4
1.1 Метод чистої теперішньої вартості	4
1.2 Метод сценаріїв оцінки ефективності та ризику ІП	5
1.3 Постановка задачі і результати роботи алгоритму	7
1.4 Оцінка ефективності та ризику ІП за допомогою аналізу дерев рішень	11
1.5 Постановка задачі і результати роботи алгоритму	12
2 Оптимізаційна структура портфеля	16
2.1 Формування оптимального портфеля ЦП	16
2.2 Оптимізаційна структура портфеля, яка складається з n різновидів ризикованих цінних паперів	18
2.3 Постановка задачі і результати роботи	21
Висновки	22
Список літератури	23
Додатки	24

ВСТУП

Людина ніколи не може знати майбутнього наперед точно і завжди при прийнятті рішень буде стикатися певною мірою із нестачею інформації, в умовах якої потрібно проаналізувати ситуацію і серед декількох варіантів обрати найоптимальніший. Ця умова нестачі інформації і являє собою фактор, що зветься ризиком.

При виборі між кількома проєктами інвестор має враховувати велику кількість факторів, серед яких – інфляція, знос матеріального фонду, кредитний ризик, політичний клімат, в т.ч. рівень відсоткової ставки.

Курс акцій також залежить від дуже багатьох факторів, більшість з яких непрактично чи неможливо визначити, оцінити чи передбачити при прийнятті кожного конкретного рішення. Тому досить розповсюджені різноманітні методи зниження ризику, наприклад, дивесрифікація – придбання різних активів із різним рівнем ризику.

У цій роботі за допомогою існуючих алгоритмів, імплементованих на мові програмування Python, будуть отримані результати – ризик та дохідність – для декількох сценаріїв інвестиційних проєктів та курсів цінних паперів.

РОЗДІЛ 1

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ З УРАХУВАННЯМ ЇХ РИЗИКУ

Основний принцип оцінки інвестиційного проєкту – оцінка і порівняння доходів проєктів і витрат, що необхідні для досягнення цього рівню доходів.

Методи оцінки інвестиційних проєктів поділяються насамперед на статичні (основані на бухгалтерському обліку) та динамічні (врахування дисконтування).

У цій роботі ми розглядатимемо метод визначення чистої теперішньої вартості NPV (net present value), що належить до динамічних методів.

1.1 Метод чистої теперішньої вартості

Основна ідея методу чистої теперішньої вартості (net present value – NPV) полягає у тому, щоб знайти різницю між інвестиційними витратами та майбутніми доходами, виражену у скоригованій у часі (як правило, до начала реалізації проєкту) грошовій величині.

Обчислення NPV відбувається за формулою:

$$NPV = \sum_{j=1}^n \frac{CF_j}{(1+r)^j} - I_0, \quad (1.1)$$

де CF_j – j -й потік платежів, r – ставка дисконтування, j – поточний період часу, n – кількість періодів часу, I_0 – початкові інвестиції.

Якщо потік платежів $П$ є постійною рентою, то при остаточній вартості $S=0$ NPV обчислюється за формулою:

$$NPV = \sum_{j=1}^n \frac{[Q * (P - V) - F - A] * (1 - T) + A}{(1+r)^j} - I_0, \quad (1.2)$$

де Q – обсяг виробництва товару, P – ціна за штуку, V – змінні витрати,

F – постійні витрати, A – амортизація, T – податок на прибуток, r – ставка дисконтування, n – строк проєкту, j – поточний період часу, I_0 – початкові інвестиції.

1.2 Метод сценаріїв оцінки ефективності та ризику ІІ

Алгоритм методу сценаріїв:

1. Визначають декілька варіантів змін ключових показників (наприклад, песимістичний, найбільш ймовірний та оптимістичний).
2. Кожному варіанту змін приписують свою ймовірнісну оцінку.
3. Для кожного варіанту розраховують ймовірнісне значення критерію NPV (або IRR, PI), а також оцінки його відхилення від середнього значення.
4. Проводиться аналіз ймовірнісних розподілів отриманих результатів.

Обчислення математичного сподівання NPV відбувається за формулою:

$$M(NPV) = \sum_{j=1}^m p_j * NPV_j, \quad (1.3)$$

де p_j – ймовірність j -ого сценарію, NPV_j – значення показника NPV при j -ому сценарії, m – число аналізованих сценаріїв.

Абсолютний ризик проєкту:

$$D(NPV) = \sum_{j=1}^m p_j (NPV_j - M(NPV))^2, \quad (1.4)$$

$$\sigma(NPV) = \sqrt{D(NPV)}. \quad (1.5)$$

Відносний ризик проєкту:

$$CV = \frac{\sigma(NPV)}{M(NPV)}. \quad (1.6)$$

Проект з найменшим стандартним відхиленням (σ) і коефіцієнтом варіації (CV) вважається менш ризикованим.

Показники ризику проекту можуть використовуватися не тільки при порівняльному аналізі декількох альтернативних проектів. Вони можуть також порівнюватися із «пороговими» значеннями параметрів даного проекту.

Недоліки: 1) використання методу направлено на дослідження поведінки результуючих показників, метод не забезпечує користувача інформацією про можливі відхилення потоків платежів, що визначають перебіг реалізації проекту; 2) метод не дозволяє отримати об'єктивну оцінку ймовірностей сценаріїв розвитку подій (ці оцінки, як правило, отримують експертним шляхом). Незважаючи на ці недоліки, метод часто застосовується у фінансовому аналізі.

Процес підготовки сценарію складається зі створення моделі системи, в якій відбуватимуться розглянуті процеси, визначення початкової точки, системи критеріїв і оцінювання, вибір методології розробки та типу сценаріїв, збору інформації та власне розробки сценаріїв.

Методи розробки посилянь включають у себе метод посилянь (екстраполяція минулих тенденцій і наявних даних на майбутнє), метод критичних полів (заснований на аналізі системи прийняття рішень у системі), метод "заголовків газет" (моделювання події на основі гіпотетичної новини у газеті), метод Сааті (вибудовування логіки можливого розвитку подій, декілька ітерацій з урахуванням сценаріїв інших експертів), метод Байєса, метод перехресного впливу подій.

1.3 Постановка задачі і результати роботи алгоритму

Згідно з результатами аналізу проекту, початкові інвестиції I_0 у який складають 2000, а залишкова вартість $S=0$, були складені наступні сценарії його розвитку та визначені ймовірності їхнього здійснення. Задача полягає в аналізі власного ризику проекту.

<i>Показатели</i>	<i>Сценарий</i>		
	<i>наихудший</i> $P = 0,25$	<i>наилучший</i> $P = 0,25$	<i>вероятный</i> $P = 0,5$
Объем выпуска Q	150	300	200
Цена за штуку P	40	55	50
Переменные затраты V	35	25	30
Норма дисконта r	15%	8%	10%
Срок проекта n	5	7	6

Постоянные затраты F	500
Амортизация A	100
Налог на прибыль T	18%.

Результат:

Обсяг випуску продукції: 150
 Поштучна ціна: 40
 Змінні витрати: 35
 Норма дисконту: 15
 Строк проекту: 5
 Ймовірність сценарію: 25
 NPV (чиста поточна вартість) даного проекту у даному сценарії становить: -1252.469

Обсяг випуску продукції: 300
 Поштучна ціна: 55
 Змінні витрати: 25
 Норма дисконту: 8
 Строк проекту: 7
 Ймовірність сценарію: 25
 NPV (чиста поточна вартість) даного проекту у даному сценарії становить: 34382.114

Обсяг випуску продукції: 200
 Поштучна ціна: 50
 Змінні витрати: 30
 Норма дисконту: 10
 Строк проекту: 6
 Ймовірність сценарію: 50
 NPV (чиста поточна вартість) даного проекту у даному сценарії становить: 10577.993

Очікуваний NPV проекту: 13571.408
 Стандартне відхилення становить: 12949.458
 Коефіцієнт відхилення становить: 0.954
 Ймовірність неприбутковості проекту: 0.14731262935272404
 Ймовірність прибутку на 50% менше від очікуваного: 0.3001342321753661

Згідно з результатами іншого аналізу ІП були складені інші сценарії.
Задача полягає в аналізі власного ризику проєкту.

Показатели	Сценарий		
	наихудший $P = 0,25$	наилучший $P = 0,25$	вероятный $P = 0,5$
Объем выпуска Q	180	250	210
Цена за штуку P	40	50	45
Переменные затраты V	30	25	28
Норма дисконта r	14%	10%	12%
Срок проекта n	5	7	6

Обсяг випуску продукції: 180

Поштучна ціна: 40

Змінні витрати: 30

Норма дисконту: 14

Строк проєкту: 5

Ймовірність сценарію: 25

NPV (чиста поточна вартість) даного проєкту у даному сценарії становить: 1721.460

Обсяг випуску продукції: 250

Поштучна ціна: 50

Змінні витрати: 25

Норма дисконту: 10

Строк проєкту: 7

Ймовірність сценарію: 25

NPV (чиста поточна вартість) даного проєкту у даному сценарії становить: 21042.226

Обсяг випуску продукції: 210

Поштучна ціна: 45

Змінні витрати: 28

Норма дисконту: 12

Строк проєкту: 6

Ймовірність сценарію: 50

NPV (чиста поточна вартість) даного проєкту у даному сценарії становить: 8424.062

Очікуваний NPV проєкту: 9902.953

Стандартне відхилення становить: 6989.179

Коефіцієнт відхилення становить: 0.706

Ймовірність неприбутковості проєкту: 0.07825639194830193

Ймовірність прибутку на 50% менше від очікуваного: 0.23933325355967966

Згідно з аналізом іншого ІІ було отримано такі результати:

Показники	найгірший сценарій	найкращий сценарій	найбільш ймовірний сценарій
Обсяг випуску Q	200	360	250
Ціна за штуку P	80	120	95
Змінні витрати V	70	100	80
Норма дисконту r	14	7	10
Строк проекту n	4	6	5
Постійні витрати F	550	550	550
Амортизація A	150	150	150
Податок на прибуток T	20	20	20

За допомогою алгоритму були отримані показники ризику для даного проекту:

```

Обсяг випуску продукції: 200
Поштучна ціна: 80
Змінні витрати: 70
Норма дисконту: 14
Строк проекту: 4
Ймовірність сценарію: 20
NPV (чиста поточна вартість) даного
    проекту у даному сценарії становить: 1585.7336978274243
Обсяг випуску продукції: 360
Поштучна ціна: 120
Змінні витрати: 100
Норма дисконту: 7
Строк проекту: 6
Ймовірність сценарію: 20
NPV (чиста поточна вартість) даного
    проекту у даному сценарії становить: 23634.25562450127
Обсяг випуску продукції: 250
Поштучна ціна: 95
Змінні витрати: 80
Норма дисконту: 10
Строк проекту: 5
Ймовірність сценарію: 60
NPV (чиста поточна вартість) даного
    проекту у даному сценарії становить: 7942.321997379711
Математичне сподівання NPV проекту становить: 9809.391062893566
Стандартне відхилення становить: 7337.75526017323
Коефіцієнт відхилення становить: 0.7480337171927107

```

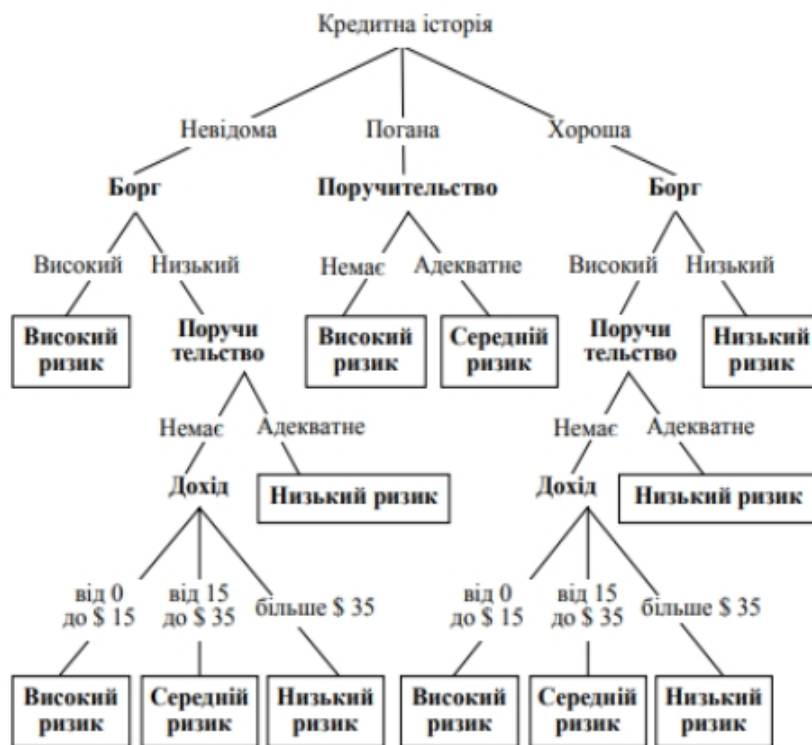
Ймовірність неприбутковості проекту: 0.09063760619420758

1.4 Оцінка ефективності та ризику ІІ за допомогою аналізу дерев рішень

Дерева рішень (decision tree) зазвичай використовуються у ситуаціях, коли існує не дуже велике число можливих сценаріїв розвитку подій та їх можна умовно розбити на декілька періодів, і можливі варіанти вибору сценарію у кожний період залежать насамперед від вибору сценарію у минулий період.

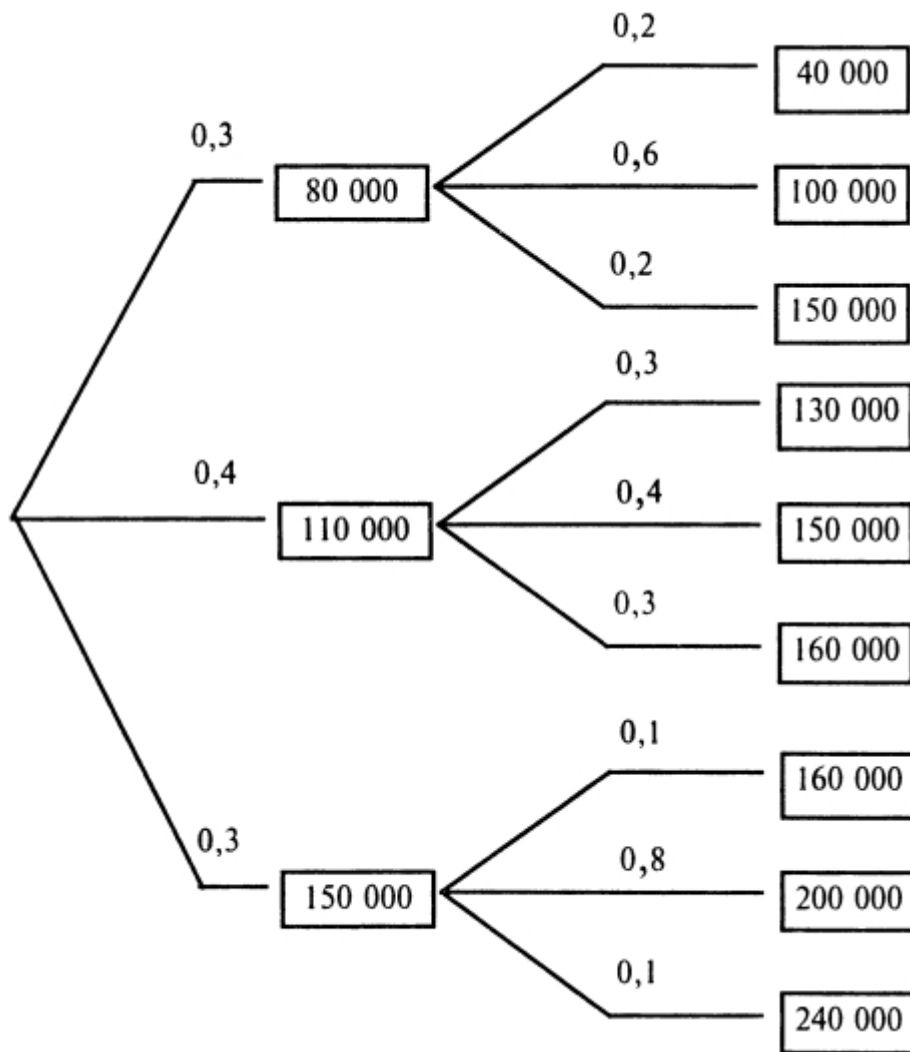
Дерево рішень – навантажений граф, гілки якого представляють різні можливі вибори, що призводять до різних можливих сценаріїв, представлених вершинами графа. У загальному випадку використання даного методу означає виконання наступних кроків – визначення для кожного моменту часу можливі варіанти розвитку подій з урахуванням результату та ймовірності, і після побудови дерева за значеннями в його вершинах обчислюється значення критерію із подальшим його аналізом.

Приклад оцінки кредитного ризику на основі предикторів: кредитної історії, поточного боргу, наявності застави та неперервного предиктору – доходу, який має три градації:



1.5 Постановка задачі і результати роботи алгоритму

Розглядається дворічний проєкт, величини платежів та ймовірності яких надані у схемі:



Результат:

```

NPV проекту дорівнює: 19036.989795918347
Стандартне відхилення становить: 58650.320
Коефіцієнт відхилення становить: 3.081
Ймовірність неприбутковості проекту: 0.3727477480345609
Ймовірність прибутку на 50% менше від очікуваного: 0.4355378421163336

Строк проекту у роках: 2
Кількість сценаріїв: 3
Кількість підсценаріїв сценарію: 3
Дохід і ймовірність підсценарію: 40000 0.2
Дохід і ймовірність підсценарію: 100000 0.6
Дохід і ймовірність підсценарію: 150000 0.2
Дохід і ймовірність сценарію: 80000 0.3
Кількість підсценаріїв сценарію: 3
Дохід і ймовірність підсценарію: 130000 0.3
Дохід і ймовірність підсценарію: 150000 0.4
Дохід і ймовірність підсценарію: 160000 0.3
Дохід і ймовірність сценарію: 110000 0.4
Кількість підсценаріїв сценарію: 3
Дохід і ймовірність підсценарію: 160000 0.1
Дохід і ймовірність підсценарію: 200000 0.8
Дохід і ймовірність підсценарію: 240000 0.1
Дохід і ймовірність сценарію: 150000 0.3
NPV проекту дорівнює: 19036.989795918347
Стандартне відхилення становить: 58650.320
Коефіцієнт відхилення становить: 3.081
Ймовірність неприбутковості проекту: 0.3727477480345609
Ймовірність прибутку на 50% менше від очікуваного: 0.4355378421163336

```

До попереднього дворічного проекту додали сценарії платежів для третього року:

	CF1 = 80,000, P = 0.3	
CF2 = 40,000, P=0.2	CF2 = 100,000, P=0.6	CF2 = 150,000, P=0.2
CF3, P3	CF3, P3	CF3, P3
20,000, 0.4	60,000, 0.5	110,000, 0.4
30,000, 0.4	80,000, 0.3	150,000, 0.3
45,000, 0.2	115,000, 0.2	180,000, 0.3

	CF1= 110,000, P = 0.4	
CF2 = 130,000, P=0.3	CF2 = 150,000, P=0.4	CF2 = 160,000, P=0.3
CF3, P3	CF3, P3	CF3, P3
110,000, 0.3	120,000, 0.4	150,000, 0.3
130,000, 0.4	140,000, 0.4	160,000, 0.4
150,000, 0.3	170,000, 0.2	180,000, 0.3

	CF1=150,000, P=0.3	
CF2 = 160,000, P=0.1	CF2 = 200,000, P=0.8	CF2=240,000, P=0.1
CF3, P3	CF3, P3	CF3, P3
120,000, 0.4	220,000, 0.4	250,000, 0.4
130,000, 0.2	230,000, 0.5	280,000, 0.4
140,000, 0.4	250,000, 0.1	300,000, 0.2

Результат:

```

Строк проекту у роках: 3
Кількість сценаріїв: 9
Кількість підсценаріїв сценарію: 3
Дохід і ймовірність підсценарію: 20000 0.4
Дохід і ймовірність підсценарію: 30000 0.4
Дохід і ймовірність підсценарію: 45000 0.2
Дохід і ймовірність сценарію: 40000 0.2
Кількість підсценаріїв сценарію: 3
Дохід і ймовірність підсценарію: 60000 0.5
Дохід і ймовірність підсценарію: 80000 0.3
Дохід і ймовірність підсценарію: 115000 0.2
Дохід і ймовірність сценарію: 100000 0.6
Кількість підсценаріїв сценарію: 3
Дохід і ймовірність підсценарію: 110000 0.4
Дохід і ймовірність підсценарію: 150000 0.3
Дохід і ймовірність підсценарію: 180000 0.3
Дохід і ймовірність сценарію: 150000 0.2
Кількість підсценаріїв сценарію: 3
Дохід і ймовірність підсценарію: 110000 0.3
Дохід і ймовірність підсценарію: 130000 0.4
Дохід і ймовірність підсценарію: 150000 0.3
Дохід і ймовірність сценарію: 130000 0.3
Кількість підсценаріїв сценарію: 3
Дохід і ймовірність підсценарію: 120000 0.4
Дохід і ймовірність підсценарію: 140000 0.4
Дохід і ймовірність підсценарію: 170000 0.2
Дохід і ймовірність сценарію: 150000 0.4
Кількість підсценаріїв сценарію: 3
Дохід і ймовірність підсценарію: 150000 0.3
Дохід і ймовірність підсценарію: 160000 0.4
Дохід і ймовірність підсценарію: 180000 0.3
Дохід і ймовірність сценарію: 160000 0.3
Кількість підсценаріїв сценарію: 3
Дохід і ймовірність підсценарію: 120000 0.4
Дохід і ймовірність підсценарію: 130000 0.2
Дохід і ймовірність підсценарію: 140000 0.4
Дохід і ймовірність сценарію: 160000 0.1
Кількість підсценаріїв сценарію: 3
Дохід і ймовірність підсценарію: 220000 0.4
Дохід і ймовірність підсценарію: 230000 0.5
Дохід і ймовірність підсценарію: 250000 0.1
Дохід і ймовірність сценарію: 200000 0.8
Кількість підсценаріїв сценарію: 3
Дохід і ймовірність підсценарію: 250000 0.4
Дохід і ймовірність підсценарію: 280000 0.4
Дохід і ймовірність підсценарію: 300000 0.2
Дохід і ймовірність сценарію: 240000 0.1
Кількість сценаріїв: 3
Дохід і ймовірність сценарію: 80000 0.3
Кількість підсценаріїв даного сценарію: 3
Дохід і ймовірність сценарію: 110000 0.4
Кількість підсценаріїв даного сценарію: 3
Дохід і ймовірність сценарію: 150000 0.3
Кількість підсценаріїв даного сценарію: 3
NPV проекту дорівнює: 117729.59183673467
Стандартне відхилення становить: 28804.088
Коефіцієнт відхилення становить: 0.245
Ймовірність неприбутковості проекту: 2.182555563557512e-05
Ймовірність прибутку на 50% менше від очікуваного: 0.020495230926110095

```

NPV проекту дорівнює: 117729.59183673467

Стандартне відхилення становить: 28804.088

Коефіцієнт відхилення становить: 0.245

Ймовірність неприбутковості проекту: 2.182555563557512e-05

Ймовірність прибутку на 50% менше від очікуваного: 0.020495230926110095

РОЗДІЛ 2

ОПТИМІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ПОРТФЕЛЯ

2.1 Формування оптимального портфеля ЦП

Ринкова вартість у загальному випадку визначається як сума добутків ціни та кількості акцій, що входять до нього на даний момент.

Розрахувавши вартість портфеля на початку та у кінці певного періоду, можна визначити його прибутковість (r), поділивши різницю кінцевої (V_e) та початкової (V_b) вартості на початкову вартість.

$$r = \frac{V_e - V_b}{V_b} \quad (2.1)$$

Але зміна вартості не завжди може бути адекватною мірою прибутковості, бо клієнт може вкласти чи забрати частину грошей протягом досліджуваного періоду. Відповідна вартість (початкова, якщо зміна відбулася на початку періоду, або кінцева, якщо у кінці) збільшується (зменшується) на відповідну суму.

Розрахувавши періодичні прибутковості портфеля за деякий проміжок часу, можна оцінити його загальний ризик, що характеризується його стандартним відхиленням.

Розглянемо сценарій з інвестиціями у цінні папери (ЦП) – акції, майбутню вартість яких визначити з абсолютної точністю неможливо, і ризик є мірою цієї невизначеності.

Приступимо до побудови моделі – введемо позначення:

r_i — очікувана прибутковість i -го цінного папера;

q_i — частка i -го цінного папера в портфелі;

s_{ij} — коваріація між i -м та j -м цінним папером;

r_p — очікувана прибутковість портфеля;

σ_p — стандартне відхилення очікуваної прибутковості портфеля.

Тобто припустимо, що існує n активів A_i ($i = 1, \bar{n}$), а очікуваний дохід для них, відповідно, дорівнює r_i . Частки кожного з цих активів у портфелі, відповідно, складають q_i і є змінними керування. Ризик портфеля σ визначається як середньозважена величина ризиків активів σ_i .

Мета процедури оптимізації полягає у максимізації доходу портфеля при обмеженні максимального розміру його ризику.

Визначимо оптимальні пропорції кожного із активів, які призведуть до максимального очікуваного доходу за умови заданого рівня ризику. Обмеження: а) ризик σ портфеля не повинен перевищувати $\sigma_{allowed}$; б) у кожний актив обов'язково мають бути проведені додаткові інвестиції; в) всі кошти повинні бути повністю інвестовані. Таким чином, обмеження мають такий вигляд:

$$\sum_{i=1}^n q_i * \sigma_i \leq \sigma_{allowed} \quad (2.2)$$

де всі активи можуть мати тільки вагу, що не перевищує за модулем 1 (від'ємна – коротка позиція, запозичення акцій у біржі):

$$|q_i| \leq 1 \quad (2.3)$$

причому

$$\sum_{i=1}^n q_i = 1 \quad (2.4)$$

оскільки кошти мають бути повністю інвестовані.

Цільова функція – прибутковість портфеля:

$$r = \sum_{i=1}^n q_i * r_i \rightarrow \max \quad (2.5)$$

Оскільки дохід за кожним активом визначений, то тільки вага може бути змінною в цільовій функції. Недоліком даної оптимізаційної моделі є те, що вона використовується лише для формування портфеля. Тобто її

використання неможливе для його переформування — вона не дає можливості визначити ті активи, які слід продати. Ці помилки можна виправити, використовуючи моделі, засновані на теорії вірогідності та методі Лагранжа.

2.2 Оптимізаційна структура портфеля, яка складається з n різновидів ризикованих цінних паперів

Відповідно до теорії ймовірностей:

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 = & q_1^2 s_{11} + \dots + q_n^2 s_{nn} + 2q_1 q_2 s_{12} + \dots + 2q_1 q_n s_{1n} + 2q_2 q_3 s_{23} + \dots + 2q_2 q_n s_{2n} \\ & + \dots + 2q_{n-1} q_n s_{n-1,n} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_i q_j s_{ij} \quad (2.6) \end{aligned}$$

Дана функція — функція корисності інвестора, що характеризує його ставлення до прибутковості й ризику:

$$U(r_p, \sigma_p) = \psi * r_p - \sigma_p^2, \quad (2.7)$$

де ψ — параметр переваги між ризиком і прибутковістю.

Задача. $U(r_p, \sigma_p) = \psi * r_p - \sigma_p^2 \rightarrow \max$ при $\sum_{i=1}^n q_i = 1$.

Рішення за методом Лагранжа:

$$L = \psi * r_p - \sigma_p^2 - \lambda \left(\sum_{i=1}^n q_i - 1 \right) \rightarrow \max \quad (2.8)$$

2.3 Постановка задачі і результати роботи

За допомогою даних, взятих із Всесвітньої Мережі, а саме - сайту Варшавської фондової біржі, створена вибірка з курсів акцій 8 українських компаній або компаній, оперуючих в Україні, за останні півроку.

Назва компанії	грудень 2023	січень 2024	лютий 2024	березень 2024	квітень 2024	початок травня 2024	кінець травня 2024
Agroton	2.97	2.4	2.95	3.05	3.04	3	3.1
Astarta	29.05	28.55	32.3	29.8	29.1	27.25	27.05
Industrial Milk Company S.A.	10.7	9.04	9.98	10.35	10.05	8.4	8.3
KSG Agro S.A.	1.61	1.6	1.79	1.68	1.53	1.47	1.5
Milkiland	0.66	0.57	0.61	0.61	0.59	0.59	0.59
Kernel	7.3	9.34	10.14	11.5	9.05	10.32	11.16
Ovostar	76.5	72.5	72	74	67	67	69.8
Coal Energy S.A.	1.26	1.04	1.09	1.03	1.05	1.06	1.02

За допомогою алгоритму, реалізованого на мові Python, отримано наступні результати для портфеля із мінімальним рівнем ризику:

Підсумкова матриця:

```
0.3965  -0.2857  0.2788  -0.0434  -0.0926  -0.1018  -0.0541  -0.0976  0.1848
-0.2857  -0.9985  1.3977  -0.0774  -0.1824  0.3956  -0.0809  -0.1684  0.3723
0.2788  1.3977  -1.8738  -0.0907  0.1083  -0.2553  0.3519  0.0831  -0.2487
-0.0434  -0.0774  -0.0907  0.4592  -0.0604  -0.1263  0.0068  -0.0678  0.12
-0.0926  -0.1824  0.1083  -0.0604  0.4104  -0.0723  -0.0159  -0.0951  0.1808
-0.1018  0.3956  -0.2553  -0.1263  -0.0723  0.2542  -0.0481  -0.046  0.1605
-0.0541  -0.0809  0.3519  0.0068  -0.0159  -0.0481  -0.1477  -0.0119  0.0394
-0.0976  -0.1684  0.0831  -0.0678  -0.0951  -0.046  -0.0119  0.4036  0.1908
0.1848  0.3723  -0.2487  0.12  0.1808  0.1605  0.0394  0.1908  -0.3643
```

Отримані частки:

```
18.48% 37.23% -24.87% 12.00% 18.08% 16.05% 3.94% 19.08%
```

ВИСНОВКИ

Темп сучасного життя може потребувати набагато швидшого прийняття рішень, ніж раніше. Одним з ключових інструментів досягнення цього пришвидшення може бути автоматизація процесу оцінки ефективності та ризику проєктів. Він потребує алгоритмизації задач оцінки, чому присвячена дана робота, і може бути покращений завдяки використанню системи сповіщень на кшталт Salesforce Triggers, у випадку чого особа, відповідальна за збір даних щодо проєктів, може одразу їх надсилати керівнику, відповідальному за прийняття рішень, і той отримає готову аналітику проєкту та його ризику.

З розглянутих алгоритмів більш зручним є алгоритм сценаріїв завдяки набагато меншому обсягу інформації, що повинна бути надана користувачем, досягаючи бажаного пришвидшення.

З методів підготовки сценаріїв найбільше для здійснення мети автоматизації та пришвидшення підходить метод Байєса через чіткіші інструкції щодо необхідних дій для оцінювання ефективності та ризику ІП.

Також автоматизація формування інвестиційних портфелів дасть чи не більший результат з урахуванням темпів та часових обмежень торгів на фондових біржах, хоча це буде пов'язано з відносною важкістю та незручністю отримання та вводу даних, що можна частково подолати використанням арі або web scraping для отримання даних.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фінансовий менеджмент : підручник / за ред. д-ра екон. наук, проф. М. І. Крупки ; [М. І. Крупка, О. М. Ковалюк, В. М. Коваленко та ін.]. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – 440 с.
2. Інвестування: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. / А. А. Пересада, О. О. Смірнова, С. В. Онікієнко, О. О. Ляхова. – К.: КНЕУ, 2001. – 251 с.
3. Боярко І. М., Гриценко Л. Л. Інвестиційний аналіз: Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 400 с
4. Школа І.М. Інвестиційний менеджмент: навчальний посібник / І.М. Школа, А.А. Вдовічен, О.М. Верстяк, О.В. Соколюк. – Чернівці: ЧТЕІ КНТЕУ. – 368 с.
5. Костюкевич Р. М. Інвестиційний менеджмент. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2011. – 270 с.
6. Шершньова З. Є. Стратегічне управління Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: КНЕУ, 2004. – 699 с.
7. Останкова Л. А., Шевченко Н. Ю. Аналіз, моделювання та управління економічними ризиками. Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 256 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Алгоритм методу сценаріїв

```

from scipy.stats import norm

class Scenario:
    fixedCost = 500
    amortization = 100
    tax = 0.6
    surplus = 200
    investment = 2000

    def __init__(self):
        self.quantity = int(input('Обсяг випуску продукції: '))
        self.price = int(input('Поштучна ціна: '))
        self.variableCost = int(input('Змінні витрати: '))
        self.rate = float(input('Норма дисконту: '))/100
        self.numberYears = int(input('Строк проекту: '))
        self.probability = float(input('Ймовірність сценарію: '))/100

        self.NPV = self.computeNPV(self.quantity, self.price,
                                   self.variableCost, self.rate, self.numberYears,
                                   self.fixedCost, self.amortization, self.tax,
                                   self.surplus, self.investment)

        print('\nNPV (чиста поточна вартість) даного
        проекту у даному сценарії становить:', self.NPV)

    def computeNPV(self, Q, P, V, r, n, F, A, T, S, I):
        cost = 0
        for t in range (n):
            cost += ( (Q*(P - V) - F - A)*(1 - T) + A )
                    / (1 + r)**(t + 1)

        cost += S/(1+r)**n - I
        return cost

    def computeVariance(self, npv, mean):
        return (npv - mean)*(npv - mean)

def computeStandardVariance(scenarios):
    standardVariance = 0
    NPVs = [scenario.NPV*scenario.probability
             for scenario in scenarios]
    mean = sum(NPVs)

    for scenario in scenarios:
        standardVariance +=
            scenario.computeVariance(scenario.NPV, mean)
            *scenario.probability

```



```
standardVariance = standardVariance ** 0.5

return (mean, standardVariance, standardVariance/mean)

firstScenario = Scenario()
secondScenario = Scenario()
thirdScenario = Scenario()

scenarios = [firstScenario, secondScenario, thirdScenario]

mean,stdVar,varCoef = computeStandardVariance(scenarios)

print('Стандартне відхилення становить:', stdVar)

print('Коефіцієнт відхилення становить:', varCoef)

print('Ймовірність неприбутковості проекту:',
norm.cdf(0,mean,stdVar))

print('Ймовірність прибутку на 50% менше від очікуваного:',
norm.cdf(0,mean/2,stdVar))
```

Додаток Б

Алгоритм методу аналізу дерев рішень

```

from scipy.stats import norm

# Розрахунок NPV з урахуванням ставки дисконтування r та
# початкових інвестицій inv
def currencyFlowSummation(CF, r, inv):
    res = 0
    for i in range(len(CF)):
        res += CF[i]/(1+r)**(i+1)
    return res - inv

# Розрахунок ймовірності кінцевих сценаріїв (сумісна ймовірність)
def listProduct(l):
    res = 1
    for i in l:
        res *= i
    return res

# Клас, що репрезентує сценарій, його дохід, ймовірність
# та підсценарії
class TreeNode:
    def __init__(self, income, probability):
        self.income = income
        self.probability = probability
        self.children = []

    def __str__(self):
        return 'Tree Node representing a scenario with income '
        + self.income + ' and probability ' + self.probability

years = int(input("Строк проекту у роках: "))
n = 0
rate = 0.12
inv = 200000

NumberOfScenarios = int(input("Кількість сценаріїв: "))
Scenarios = []

# Ввести по черзі усі передостанні сценарії, кількість підсценаріїв
кожного з них та ці підсценарії, отримано 2 нижніх поверхи дерева
for i in range(NumberOfScenarios):
    NumberOfSubscenarios = int
    (input("Кількість підсценаріїв сценарію: "))
    Subscenarios = []
    for j in range(NumberOfSubscenarios):
        income,probability =
        map(float,input("Дохід і ймовірність підсценарію: ").split())
        newLeave = TreeNode(income,probability)
        Subscenarios.append(newLeave)

    income,probability =

```

```

map(float,input("Дохід і ймовірність сценарію: ").split())
newLeave = TreeNode(income,probability)
newLeave.children = Subscenarios
Scenarios.append(newLeave)

# Вводити по одному усі сценарії поверхом вище та кількість
# їхніх підсценаріїв, поки не дійдено кореню
while n < years-2:
    NumberOfScenarios = int(input("Кількість сценаріїв: "))
    Scenarios = []

    for i in range(NumberOfScenarios):
        income,probability =
        map(float,input("Дохід і ймовірність сценарію: ").split())
        newLeave = TreeNode(income,probability)
        subNum = int(input("Кількість підсценаріїв даного сценарію: "))
        for j in range(subNum):
            newLeave.children.append(Subscenarios[j])
        Scenarios.append(newLeave)

    Subscenarios = Scenarios
    n += 1

npv = 0
stdVar = 0

# Рекурсивний алгоритм, що обчислює NPV по формулі,
# проходячи по дереву
def computeNPV(incomes, probs, node, rate, inv):
    global npv

    if len(node.children) > 0:
        for child in node.children:
            computeNPV(incomes+[node.income],
                probs+[node.probability], child, rate, inv)
    else:
        npv += currencyFlowSummation(incomes+[node.income], rate, inv)
        *listProduct(probs+[node.probability])

# Рекурсивний алгоритм, що обчислює відхилення по формулі,
# проходячи по дереву
def computeVariance(incomes, probs, node, rate, inv):
    global stdVar
    global npv

    if len(node.children) > 0:
        for child in node.children:
            computeVariance(incomes+[node.income],
                probs+[node.probability], child, rate, inv)
    else:
        stdVar +=
            (currencyFlowSummation(incomes+[node.income], rate, inv)-npv)
            **2*listProduct(probs+[node.probability])

for i in Scenarios:
    computeNPV([], [], i, rate, inv)

```

```

for i in Scenarios:
    computeVariance([],[],i,rate,inv)

stdVar = stdVar ** 0.5
varCoef = stdVar/npv

print('NPV проекту дорівнює:', npv)

print('Стандартне відхилення становить:', "%.3f" % round(stdVar, 3))

print('Коефіцієнт відхилення становить:', "%.3f" % round(varCoef, 3))

print('Ймовірність неприбутковості проекту:', norm.cdf(0,npv,stdVar))

print('Ймовірність прибутку на 50% менше від очікуваного:',
norm.cdf(0,npv/2,stdVar))

```

Додаток В

Алгоритм побудови оптимальної структури портфеля

```
import numpy as np

# Знаходження відносного зростання курсу ЦП

def gain(a, b):
    return (b-a)/a

# Знаходження середньої прибутковості ЦП

def meanGain(a):
    res = 0
    for i in range (1, len(a)-1):
        res += gain(a[i-1], a[i])

    return res/len(a)

# Знаходження ризикованості ЦП

def risk(a):
    return np.std(a)/np.mean(a)

# Знаходження коваріації між двома ЦП
# Потенційно різна довжина вибірки

def cov(a, b):
    ineq = 0

    if len(a) != len(b):
        difference = abs(len(a)-len(b))

        if len(a) < len(b):
            ineq = 1
            placeholder = np.mean(a)

            for i in range(len(b) - len(a)):
                a.append(placeholder)

        else:
            ineq = 2
            placeholder = np.mean(b)

            for i in range(len(a) - len(b)):
                b.append(placeholder)

    a_mean = np.mean(a)
    b_mean = np.mean(b)

    sum = 0
```

```

    for i in range(0, len(a)):
        sum += ((a[i] - a_mean) * (b[i] - b_mean))

    res = sum/(len(a)-1)

    if ineq == 1:
        del a[-difference:]
    elif ineq == 2:
        del b[-difference:]

    return res

a1 = [2.97, 2.4, 2.95, 3.05, 3.04, 3, 3.1] # Agroton

a2 = [29.05, 28.55, 32.3, 29.8, 29.1, 27.25, 27.05] # Astarta

a3 = [74.3, 87.75, 87.5, 73.2, 44.5, 49.7, 43.45] # FerrExpo

a4 = [10.7, 9.04, 9.98, 10.35, 10.05, 8.4, 8.3]
# Industrial Milk Company S.A.

a5 = [1.61, 1.6, 1.79, 1.68, 1.53, 1.47, 1.5] # KSG Agro S.A.

a6 = [3.24, 3.2, 3.34, 3.35, 3.22, 3.35, 3.31] # MHP S.E.

a7 = [0.66, 0.57, 0.61, 0.61, 0.59, 0.59, 0.59] # Milkiland

a8 = [7.3, 9.34, 10.14, 11.5, 9.05, 10.32, 11.16] # Kernel

a9 = [76.5, 72.5, 72, 74, 67, 67, 69.8] # Ovostar

a10 = [1.26, 1.04, 1.09, 1.03, 1.05, 1.06, 1.02] # Coal Energy S.A.

a=[a1,a2,a3,a4,a5,a6,a7,a8,a9,a10]

# Побудова матриці та доповнення відповідно до обмежень

c=[[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1] for i in range(11)]

c[10] = [1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0]

for i in range(len(a)):
    for j in range(len(a)):

```

```

        if (i == j):
            c[i][j] = 2
        else:
            c[i][j] = 2*cov(a[i],a[j])

# Побудова оберненої матриці

inverse = np.linalg.inv(c)

print("Підсумкова матриця:")
print()

for i in inverse:
    for j in i:
        print(round(j,4), end = ' ')
    print()

print()
print()

print("Отримані частки:")
print()

shares = []

for i in range(len(inverse)-1):
    shares.append(inverse[i][-1])
    print(str(round(inverse[i][-1],4)*100)+'%', end= ' ')

```