

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний університет
Інженерний навчально-науковий інститут
Кафедра інформаційної економіки, підприємництва та фінансів

МОДЕЛЮВАННЯ РИЗКУ В ЕКОНОМІЦІ

Методичні вказівки

**до проведення практичних, лабораторних завдань
та організації самостійної роботи**

студентів спеціальностей

051 Економіка

072 Фінанси, банківська справа та страхування

076 Підприємництво, торгівля та біржова діяльність

Запоріжжя

2020

Зміст

| | |
|--|----|
| Теоретична база необхідна для виконання лабораторних робіт..... | 4 |
| Лабораторна робота № 1. | |
| Статистична обробка біржових даних про цінні папери | 6 |
| Лабораторна робота № 2. | |
| Формування оптимального портфелю з двох акцій..... | 13 |
| Питання до теоретичної частини індивідуального завдання за I модуль..... | 21 |
| Лабораторна робота №3. | |
| Оптимізація розподілу інвестиційних ресурсів між проектами..... | 22 |
| Лабораторна робота № 4. | |
| Вибір оптимальної стратегії реалізації продукції фірми..... | 28 |
| Питання до теоретичної частини індивідуального завдання за II модуль.... | 32 |
| Список рекомендованої літератури..... | 34 |

ТЕОРЕТИЧНА БАЗА, НЕОБХІДНА ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.

Економічний ризик та його складові.

Поняття економічного ризику та умови його виникнення. Необхідність урахування ризику в будь-яких економічних процесах. Об'єкт ризику, суб'єкт ризику та чинники ризику.

Класифікація економічного ризику. Чистий та спекулятивний ризик. Господарські, комерційні, фінансові та інвестиційні ризики та їх види.

Оцінка економічного ризику.

Загальні підходи до оцінки ризику. Необхідність проведення оцінки ризику. Якісна оцінка та кількісна оцінка. Послідовність дій при оцінці ризику.

Види кількісної оцінки ризику. Суб'єктивна та об'єктивна оцінка. Статистичні та експертні методи оцінки, умови їх застосування.

Використання нерівності Чебишева для кількісної оцінки ризику. Визначення за допомогою нерівності Чебишева необхідного рівня доходності фінансових інструментів для заданого припустимого рівня ризику.

Доходність та ризик цінних паперів.

Поняття доходності цінного паперу як випадкової величини та її обчислення за періодичними біржовими даними про курсову вартість (котирування) цінного паперу. Очікувана доходність цінного паперу. Обчислена очікуваної доходності за даними про доходність цінних паперів за попередні декілька періодів.

Ризик цінного паперу як середньоквадратичне відхилення за певний період часу. Обчислення ризику цінного паперу за даними про доходності за попередні періоди.

Коваріація доходностей двох цінних паперів та її економічний зміст. Коефіцієнт кореляції цінних паперів, його обчислення та використання для оцінки взаємозалежності цінних паперів.

Використання вбудованих функцій електронних таблиць для статистичної обробки даних про курсові вартості цінних паперів.

Теорія корисності та ризик.

Відношення пріоритетності на множини товарів. Часткова впорядкованість за відношенням пріоритетності.

Лотерея з двома можливими результатами. Побудова функції корисності на множині товарів. Очікувана корисність за Нейманом.

Лотерея з багатьма можливими результатами. Гарантований (очікуваний) виграш та детермінований еквівалент. Премія за ризик.

Схильність суб'єкта до ризику. Вигляд функції корисності для різних випадків схильності до ризику. Функція ризику та її диференційне рівняння.

Аналіз ризику інвестиційних проектів.

Зміна вартості активів в часі. Дисконтування. Фінансова еквівалентність платежів. Потоки платежів та їх основні характеристики.

Інвестиційний проект як грошовий потік. Методи оцінки інвестиційних проектів. Чиста теперішня вартість проекту та її залежність від міри ризикованості інвестицій. Внутрішня норма доходності проекту. Переваги та недоліки основних методів оцінки інвестиційних проектів. Використання комп'ютерних технологій з метою розв'язання задач оптимізації інвестиційного портфеля в умовах ризику.

Лабораторна робота № 1

Тема. Статистична обробка біржових даних про цінні папери.

Завдання.

1. Визначити очікувану курсову вартість як математичне сподівання попередніх вартостей для кожного паперу.
2. Визначити місячні доходності за попередні три роки як відношення приросту вартості до початкової вартості для кожного паперу.
3. Визначити очікувану доходність як математичне сподівання попередніх доходностей для кожного паперу.
4. Обчислити середньоквадратичне відхилення як міру ризику цінного паперу для кожного паперу.
5. Обчислити коваріацію доходностей двох цінних паперів за попередні періоди.
6. Обчислити коефіцієнт кореляції двох паперів.

Порядок виконання роботи.

Вихідні дані для статистичної обробки наведені в таблиці 1 і 2

Таблиця №1 Курсова вартість цінних паперів емітента 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 123,66 | 113,85 | 130,72 | 108,23 | 137 | 103,64 | 142,02 | 100,49 | 145,45 | 99,07 | 147,05 | 99,53 |
| 146,74 | 101,89 | 144,59 | 106,01 | 140,81 | 111,59 | 135,75 | 118,24 | 129,85 | 125,47 | 123,63 | 132,76 |
| 117,64 | 139,56 | 112,38 | 145,37 | 108,33 | 149,79 | 105,85 | 152,49 | 105,19 | 153,32 | 106,43 | 152,24 |

Таблиця №2 Курсова вартість цінних паперів емітента 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 307,23 | 297,62 | 321,36 | 295,9 | 334,51 | 295,47 | 346,1 | 296,83 | 355,69 | 300,36 | 363 | 306,25 |
| 367,91 | 314,5 | 370,53 | 324,95 | 371,11 | 337,24 | 370,08 | 350,86 | 368,02 | 365,2 | 365,56 | 379,61 |
| 363,37 | 393,42 | 362,1 | 406 | 362,35 | 416,82 | 364,55 | 425,51 | 369,02 | 431,84 | 375,88 | 435,8 |

1. Очікувану курсову вартість розрахуємо як середню арифметичну вартість для кожного паперу:

$$P_{\text{оік.}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (1);$$

де P_i – щомісячна вартість цінного паперу;

$P_{очік.}$ – очікувана курсова вартість;

n – кількість періодів.

Також можна використовувати вбудовану функцію OpenOffice.Calc «AVERAGE».

Очікувана курсова вартість першого паперу дорівнює 125,46 ум.од., а другого паперу 355,9 ум.од.

2. Позначимо місячну доходність D_i . Місячну доходність кожного паперу за попередні три роки визначаємо за формулою:

$$D_i = \frac{P_i - P_{i-1}}{P_{i-1}} \quad (2).$$

Таблиця №3 Місячна доходність цінних паперів емітента 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | -0,08 | 0,15 | -0,17 | 0,27 | -0,24 | 0,37 | -0,29 | 0,45 | -0,32 | 0,48 | -0,32 |
| 0,47 | -0,31 | 0,42 | -0,27 | 0,33 | -0,21 | 0,22 | -0,13 | 0,10 | -0,03 | -0,01 | 0,07 |
| -0,11 | 0,19 | -0,19 | 0,29 | -0,25 | 0,38 | -0,29 | 0,44 | -0,31 | 0,46 | -0,31 | 0,43 |

Таблиця №4 Місячна доходність цінних паперів емітента 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | -0,03 | 0,08 | -0,08 | 0,13 | -0,12 | 0,17 | -0,14 | 0,20 | -0,16 | 0,21 | -0,16 |
| 0,20 | -0,15 | 0,18 | -0,12 | 0,14 | -0,09 | 0,10 | -0,05 | 0,05 | -0,01 | 0,00 | 0,04 |
| -0,04 | 0,08 | -0,08 | 0,12 | -0,11 | 0,15 | -0,13 | 0,17 | -0,13 | 0,17 | -0,13 | 0,16 |

3. Визначаємо очікувану доходність за формулою:

$$D_{очік.} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (3).$$

Очікувана доходність першого паперу дорівнюватиме 0,05, а другого паперу 0,02.

4. Обчислюємо середньоквадратичне відхилення як для вартості, так і для доходності за наступними формулами:

$$\sigma_P = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P_{очік.})^2}{n-1}} \quad \text{та} \quad \sigma_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - D_{очік.})^2}{n-1}} \quad (4)$$

$$\sigma_{P_1} = 18,29 ; \quad \sigma_{P_2} = 39,27 ; \quad \sigma_{D_1} = 0,297 ; \quad \sigma_{D_2} = 0,12 .$$

Для розрахунку середньоквадратичного відхилення також можна використовувати вбудовану функцію OpenOffice.Calc "STDEV".

Середньоквадратичне відхилення характеризує міру ризику кожного цінного паперу. Чим більше значення середньоквадратичного відхилення, тим більш ризикованою є цінна папера.

5. Обчислюємо коваріацію доходностей цінних паперів за попередні роки за формулою:

$$Cov(X,Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - P_{очік.x})(y_i - P_{очік.y}) \quad (5),$$

де x_i відповідає першому масиву даних (цінний папір 1), а y_i – другому (цінний папір 2). Тоді:

$$Cov(X, Y) = 0,036$$

Коваріація відображає ступінь статистичної залежності між двома множинами. Для розрахунку коваріації також можна використовувати вбудовану функцію OpenOffice.Calc «COVAR».

6. Розраховуємо коефіцієнт кореляції доходностей двох паперів:

$$\rho_{x,y} = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (6).$$

Коефіцієнт кореляції показує ступінь лінійного зв'язку між змінними. Приймає значення від -1 (характеризує лінійний зворотній зв'язок) до +1 (характеризує лінійний прямий зв'язок).

Отримуємо наступні результати:

$$\rho_{x,y} = 0,996 .$$

Кореляція доходностей – дуже висока. Обидві змінні змінюються залежно одна від одної, тобто збільшення доходності однієї цінної папери призведе до збільшення доходності другої цінної папери і навпаки. Наочно ця залежність відображена на рис.1.

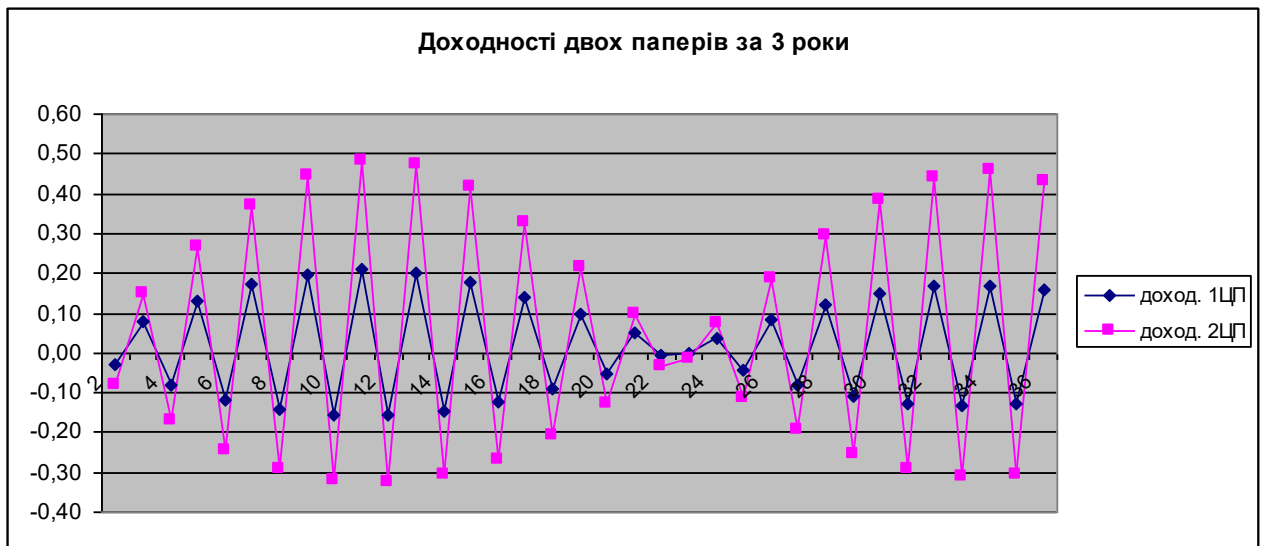


Рис.1 Доходності двох цінних паперів за 3 роки.

Для розрахунку коефіцієнта кореляції також можна використовувати вбудовану функцію OpenOffice.Calc «CORREL».

Характеристики значень коефіцієнта кореляції наведені у таблиці.

| Значення | Характеристика |
|------------|-----------------------|
| до 0,2 | Дуже слабка кореляція |
| до 0,5 | Слабка кореляція |
| до 0,7 | Середня кореляція |
| до 0,9 | Висока кореляція |
| більше 0,9 | Дуже висока кореляція |

Варіанти виконання індивідуального завдання на лабораторну роботу №1.

Варіант №1

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 307.23 | 297.62 | 321.36 | 295.90 | 334.51 | 295.47 | 346.10 | 296.83 | 355.69 | 300.36 | 363.00 | 306.25 |
| 367.91 | 314.50 | 370.53 | 324.95 | 371.11 | 337.24 | 370.08 | 350.86 | 368.02 | 365.20 | 365.56 | 379.61 |
| 363.37 | 393.42 | 362.10 | 406.00 | 362.35 | 416.82 | 364.55 | 425.51 | 369.02 | 431.84 | 375.88 | 435.80 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 827.31 | 502.42 | 595.51 | 842.92 | 543.92 | 545.37 | 843.17 | 593.86 | 503.56 | 828.02 | 648.27 | 473.41 |
| 798.70 | 702.83 | 457.33 | 757.53 | 753.17 | 456.60 | 707.79 | 795.30 | 471.28 | 653.45 | 825.85 | 500.19 |
| 598.84 | 842.39 | 541.04 | 548.30 | 843.61 | 590.56 | 505.86 | 829.41 | 644.82 | 474.90 | 800.91 | 699.50 |

Вариант №2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 291.17 | 323.53 | 340.44 | 339.03 | 320.93 | 291.83 | 260.15 | 234.91 | 223.56 | 230.16 | 254.38 | 291.54 |
| 333.84 | 372.19 | 398.47 | 407.54 | 398.43 | 374.66 | 343.32 | 313.37 | 293.40 | 289.58 | 304.13 | 334.76 |
| 375.23 | 416.93 | 450.91 | 470.13 | 471.16 | 455.02 | 426.94 | 395.07 | 368.49 | 354.98 | 359.12 | 381.18 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 128.50 | 189.59 | 142.71 | 154.39 | 197.49 | 140.95 | 183.25 | 195.97 | 148.52 | 209.31 | 188.78 | 166.31 |
| 227.70 | 181.40 | 192.02 | 235.92 | 179.40 | 220.88 | 234.65 | 186.65 | 247.11 | 227.56 | 204.14 | 265.79 |
| 220.10 | 229.66 | 274.34 | 217.85 | 258.50 | 273.33 | 224.78 | 284.91 | 266.34 | 241.97 | 303.88 | 258.80 |

Вариант №3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 63.96 | 82.87 | 132.96 | 145.78 | 106.28 | 74.37 | 99.08 | 148.32 | 154.87 | 112.65 | 85.47 | 115.59 |
| 163.17 | 163.36 | 119.21 | 97.28 | 132.31 | 177.43 | 171.31 | 126.04 | 109.79 | 149.16 | 191.06 | 178.78 |
| 133.23 | 122.98 | 166.03 | 204.02 | 185.84 | 140.85 | 136.83 | 182.85 | 216.30 | 192.57 | 148.97 | 151.29 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 65.58 | 73.15 | 93.18 | 98.31 | 82.51 | 69.75 | 79.63 | 99.33 | 101.95 | 85.06 | 74.19 | 86.23 |
| 105.27 | 105.35 | 87.68 | 78.91 | 92.92 | 110.97 | 108.52 | 90.42 | 83.92 | 99.66 | 116.42 | 111.51 |
| 93.29 | 89.19 | 106.41 | 121.61 | 114.34 | 96.34 | 94.73 | 113.14 | 126.52 | 117.03 | 99.59 | 100.51 |

Вариант №4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 61.26 | 59.16 | 63.72 | 58.45 | 65.99 | 57.99 | 67.94 | 57.90 | 69.49 | 58.24 | 70.58 | 59.05 |
| 71.20 | 60.33 | 71.36 | 62.06 | 71.10 | 64.15 | 70.53 | 66.50 | 69.75 | 69.01 | 68.89 | 71.52 |
| 68.09 | 73.92 | 67.47 | 76.07 | 67.15 | 77.86 | 67.23 | 79.23 | 67.75 | 80.14 | 68.76 | 80.56 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 273.89 | 233.39 | 246.49 | 279.36 | 242.19 | 243.53 | 282.87 | 252.06 | 241.64 | 284.40 | 262.51 | 241.25 |
| 284.11 | 272.98 | 242.66 | 282.30 | 282.90 | 246.04 | 279.40 | 291.78 | 251.39 | 275.91 | 299.17 | 258.57 |
| 272.38 | 304.76 | 267.28 | 269.37 | 308.39 | 277.10 | 267.40 | 310.04 | 287.53 | 266.90 | 309.86 | 298.01 |

Вариант №5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 572.03 | 546.72 | 526.55 | 513.55 | 509.21 | 514.32 | 528.91 | 552.25 | 582.95 | 618.98 | 657.92 | 697.13 |
| 733.90 | 765.76 | 790.61 | 806.92 | 813.82 | 811.22 | 799.75 | 780.78 | 756.27 | 728.59 | 700.41 | 674.41 |
| 653.10 | 638.63 | 632.59 | 635.89 | 648.74 | 670.53 | 699.98 | 735.19 | 773.78 | 813.14 | 850.57 | 883.53 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 64.86 | 77.25 | 66.73 | 68.63 | 77.20 | 64.63 | 73.03 | 75.16 | 64.52 | 76.84 | 71.91 | 66.57 |
| 79.01 | 68.62 | 70.30 | 79.03 | 66.47 | 74.69 | 77.04 | 66.28 | 78.54 | 73.81 | 68.27 | 80.77 |
| 70.51 | 71.96 | 80.86 | 68.31 | 76.36 | 78.93 | 68.05 | 80.23 | 75.72 | 69.98 | 82.53 | 72.40 |

Вариант №6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 382.53 | 233.28 | 276.94 | 391.82 | 254.51 | 255.88 | 394.02 | 279.64 | 238.66 | 389.11 | 306.84 | 226.83 |
| 377.66 | 334.10 | 221.49 | 360.74 | 359.42 | 223.24 | 339.87 | 380.95 | 232.10 | 316.87 | 397.13 | 247.52 |
| 293.75 | 406.85 | 268.46 | 272.50 | 409.50 | 293.40 | 255.00 | 405.02 | 320.53 | 242.80 | 393.96 | 347.84 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 116.64 | 195.91 | 127.94 | 139.82 | 194.55 | 113.42 | 167.05 | 180.37 | 111.62 | 190.47 | 158.44 | 123.76 |
| 203.43 | 136.25 | 146.70 | 202.51 | 121.40 | 173.92 | 188.67 | 119.16 | 197.58 | 166.87 | 130.90 | 210.93 |
| 144.57 | 153.58 | 210.46 | 129.39 | 180.79 | 196.96 | 126.72 | 204.67 | 175.31 | 138.04 | 218.42 | 152.90 |

Варіант №7

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 119.77 | 121.02 | 113.08 | 103.71 | 102.00 | 109.98 | 120.79 | 124.96 | 119.12 | 109.11 | 104.60 | 110.21 |
| 121.24 | 128.03 | 124.79 | 114.98 | 108.08 | 110.91 | 121.32 | 130.23 | 129.90 | 121.11 | 112.40 | 112.26 |
| 121.28 | 131.63 | 134.27 | 127.24 | 117.47 | 114.41 | 121.34 | 132.36 | 137.80 | 133.13 | 123.11 | 117.42 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 37.95 | 36.08 | 34.55 | 33.50 | 33.02 | 33.18 | 33.96 | 35.34 | 37.20 | 39.41 | 41.82 | 44.25 |
| 46.52 | 48.46 | 49.93 | 50.83 | 51.11 | 50.75 | 49.80 | 48.35 | 46.53 | 44.50 | 42.43 | 40.52 |
| 38.91 | 37.76 | 37.17 | 37.21 | 37.88 | 39.15 | 40.92 | 43.09 | 45.47 | 47.91 | 50.22 | 52.24 |

Варіант №8

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 123.66 | 113.85 | 130.72 | 108.23 | 137.00 | 103.64 | 142.02 | 100.49 | 145.45 | 99.07 | 147.05 | 99.53 |
| 146.74 | 101.89 | 144.59 | 106.01 | 140.81 | 111.59 | 135.75 | 118.24 | 129.85 | 125.47 | 123.63 | 132.76 |
| 117.64 | 139.56 | 112.38 | 145.37 | 108.33 | 149.79 | 105.85 | 152.49 | 105.19 | 153.32 | 106.43 | 152.24 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 307.23 | 297.62 | 321.36 | 295.90 | 334.51 | 295.47 | 346.10 | 296.83 | 355.69 | 300.36 | 363.00 | 306.25 |
| 367.91 | 314.50 | 370.53 | 324.95 | 371.11 | 337.24 | 370.08 | 350.86 | 368.02 | 365.20 | 365.56 | 379.61 |
| 363.37 | 393.42 | 362.10 | 406.00 | 362.35 | 416.82 | 364.55 | 425.51 | 369.02 | 431.84 | 375.88 | 435.80 |

Варіант №9

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 307.23 | 297.62 | 321.36 | 295.90 | 334.51 | 295.47 | 346.10 | 296.83 | 355.69 | 300.36 | 363.00 | 306.25 |
| 367.91 | 314.50 | 370.53 | 324.95 | 371.11 | 337.24 | 370.08 | 350.86 | 368.02 | 365.20 | 365.56 | 379.61 |
| 363.37 | 393.42 | 362.10 | 406.00 | 362.35 | 416.82 | 364.55 | 425.51 | 369.02 | 431.84 | 375.88 | 435.80 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 827.31 | 502.42 | 595.51 | 842.92 | 543.92 | 545.37 | 843.17 | 593.86 | 503.56 | 828.02 | 648.27 | 473.41 |
| 798.70 | 702.83 | 457.33 | 757.53 | 753.17 | 456.60 | 707.79 | 795.30 | 471.28 | 653.45 | 825.85 | 500.19 |
| 598.84 | 842.39 | 541.04 | 548.30 | 843.61 | 590.56 | 505.86 | 829.41 | 644.82 | 474.90 | 800.91 | 699.50 |

Варіант №10

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 291.17 | 323.53 | 340.44 | 339.03 | 320.93 | 291.83 | 260.15 | 234.91 | 223.56 | 230.16 | 254.38 | 291.54 |
| 333.84 | 372.19 | 398.47 | 407.54 | 398.43 | 374.66 | 343.32 | 313.37 | 293.40 | 289.58 | 304.13 | 334.76 |
| 375.23 | 416.93 | 450.91 | 470.13 | 471.16 | 455.02 | 426.94 | 395.07 | 368.49 | 354.98 | 359.12 | 381.18 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 128.50 | 189.59 | 142.71 | 154.39 | 197.49 | 140.95 | 183.25 | 195.97 | 148.52 | 209.31 | 188.78 | 166.31 |
| 227.70 | 181.40 | 192.02 | 235.92 | 179.40 | 220.88 | 234.65 | 186.65 | 247.11 | 227.56 | 204.14 | 265.79 |
| 220.10 | 229.66 | 274.34 | 217.85 | 258.50 | 273.33 | 224.78 | 284.91 | 266.34 | 241.97 | 303.88 | 258.80 |

Варіант №11

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 63.96 | 82.87 | 132.96 | 145.78 | 106.28 | 74.37 | 99.08 | 148.32 | 154.87 | 112.65 | 85.47 | 115.59 |
| 163.17 | 163.36 | 119.21 | 97.28 | 132.31 | 177.43 | 171.31 | 126.04 | 109.79 | 149.16 | 191.06 | 178.78 |
| 133.23 | 122.98 | 166.03 | 204.02 | 185.84 | 140.85 | 136.83 | 182.85 | 216.30 | 192.57 | 148.97 | 151.29 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 65.58 | 73.15 | 93.18 | 98.31 | 82.51 | 69.75 | 79.63 | 99.33 | 101.95 | 85.06 | 74.19 | 86.23 |
| 105.27 | 105.35 | 87.68 | 78.91 | 92.92 | 110.97 | 108.52 | 90.42 | 83.92 | 99.66 | 116.42 | 111.51 |
| 93.29 | 89.19 | 106.41 | 121.61 | 114.34 | 96.34 | 94.73 | 113.14 | 126.52 | 117.03 | 99.59 | 100.51 |

Варіант №12

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 61.26 | 59.16 | 63.72 | 58.45 | 65.99 | 57.99 | 67.94 | 57.90 | 69.49 | 58.24 | 70.58 | 59.05 |
| 71.20 | 60.33 | 71.36 | 62.06 | 71.10 | 64.15 | 70.53 | 66.50 | 69.75 | 69.01 | 68.89 | 71.52 |
| 68.09 | 73.92 | 67.47 | 76.07 | 67.15 | 77.86 | 67.23 | 79.23 | 67.75 | 80.14 | 68.76 | 80.56 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 273.89 | 233.39 | 246.49 | 279.36 | 242.19 | 243.53 | 282.87 | 252.06 | 241.64 | 284.40 | 262.51 | 241.25 |
| 284.11 | 272.98 | 242.66 | 282.30 | 282.90 | 246.04 | 279.40 | 291.78 | 251.39 | 275.91 | 299.17 | 258.57 |
| 272.38 | 304.76 | 267.28 | 269.37 | 308.39 | 277.10 | 267.40 | 310.04 | 287.53 | 266.90 | 309.86 | 298.01 |

Варіант №13

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 572.03 | 546.72 | 526.55 | 513.55 | 509.21 | 514.32 | 528.91 | 552.25 | 582.95 | 618.98 | 657.92 | 697.13 |
| 733.90 | 765.76 | 790.61 | 806.92 | 813.82 | 811.22 | 799.75 | 780.78 | 756.27 | 728.59 | 700.41 | 674.41 |
| 653.10 | 638.63 | 632.59 | 635.89 | 648.74 | 670.53 | 699.98 | 735.19 | 773.78 | 813.14 | 850.57 | 883.53 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 64.86 | 77.25 | 66.73 | 68.63 | 77.20 | 64.63 | 73.03 | 75.16 | 64.52 | 76.84 | 71.91 | 66.57 |
| 79.01 | 68.62 | 70.30 | 79.03 | 66.47 | 74.69 | 77.04 | 66.28 | 78.54 | 73.81 | 68.27 | 80.77 |
| 70.51 | 71.96 | 80.86 | 68.31 | 76.36 | 78.93 | 68.05 | 80.23 | 75.72 | 69.98 | 82.53 | 72.40 |

Варіант №14

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 382.53 | 233.28 | 276.94 | 391.82 | 254.51 | 255.88 | 394.02 | 279.64 | 238.66 | 389.11 | 306.84 | 226.83 |
| 377.66 | 334.10 | 221.49 | 360.74 | 359.42 | 223.24 | 339.87 | 380.95 | 232.10 | 316.87 | 397.13 | 247.52 |
| 293.75 | 406.85 | 268.46 | 272.50 | 409.50 | 293.40 | 255.00 | 405.02 | 320.53 | 242.80 | 393.96 | 347.84 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 116.64 | 195.91 | 127.94 | 139.82 | 194.55 | 113.42 | 167.05 | 180.37 | 111.62 | 190.47 | 158.44 | 123.76 |
| 203.43 | 136.25 | 146.70 | 202.51 | 121.40 | 173.92 | 188.67 | 119.16 | 197.58 | 166.87 | 130.90 | 210.93 |
| 144.57 | 153.58 | 210.46 | 129.39 | 180.79 | 196.96 | 126.72 | 204.67 | 175.31 | 138.04 | 218.42 | 152.90 |

Варіант №15

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 119.77 | 121.02 | 113.08 | 103.71 | 102.00 | 109.98 | 120.79 | 124.96 | 119.12 | 109.11 | 104.60 | 110.21 |
| 121.24 | 128.03 | 124.79 | 114.98 | 108.08 | 110.91 | 121.32 | 130.23 | 129.90 | 121.11 | 112.40 | 112.26 |
| 121.28 | 131.63 | 134.27 | 127.24 | 117.47 | 114.41 | 121.34 | 132.36 | 137.80 | 133.13 | 123.11 | 117.42 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 37.95 | 36.08 | 34.55 | 33.50 | 33.02 | 33.18 | 33.96 | 35.34 | 37.20 | 39.41 | 41.82 | 44.25 |
| 46.52 | 48.46 | 49.93 | 50.83 | 51.11 | 50.75 | 49.80 | 48.35 | 46.53 | 44.50 | 42.43 | 40.52 |
| 38.91 | 37.76 | 37.17 | 37.21 | 37.88 | 39.15 | 40.92 | 43.09 | 45.47 | 47.91 | 50.22 | 52.24 |

Лабораторна робота № 2

Тема. Формування оптимального портфелю з двох акцій.

Завдання.

1. Визначити найбільш доходну акцію А.
2. Визначити найбільш надійну акцію В.
3. Сформувати з них портфель, що має мінімальний ризик.

Порядок виконання роботи.

В таблицях №1-4 наведені дані про щомісячну курсову вартість P_i цінних паперів.

Таблиця №1 Курсова вартість цінних паперів емітента 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 61,26 | 59,16 | 63,72 | 58,45 | 65,99 | 57,99 | 67,94 | 57,9 | 69,49 | 58,24 | 70,58 | 59,05 |
| 71,2 | 60,33 | 71,36 | 62,06 | 71,1 | 64,15 | 70,53 | 66,5 | 69,75 | 69,01 | 68,89 | 71,52 |
| 68,09 | 73,92 | 67,47 | 76,07 | 67,15 | 77,86 | 67,23 | 79,23 | 67,75 | 80,14 | 68,76 | 80,56 |

Таблиця №2 Курсова вартість цінних паперів емітента 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 273,9 | 233,4 | 246,5 | 279,4 | 242,2 | 243,5 | 282,9 | 252,1 | 241,6 | 284,4 | 262,5 | 241,3 |
| 284,1 | 273 | 242,7 | 282,3 | 289,9 | 246 | 279,4 | 291,8 | 251,4 | 275,9 | 299,2 | 258,6 |
| 272,4 | 304,8 | 267,3 | 269,4 | 308,4 | 277,1 | 267,4 | 310 | 287,5 | 266,9 | 309,9 | 298 |

Таблиця №3 Курсова вартість цінних паперів емітента 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 572 | 546,7 | 526,6 | 513,6 | 509,2 | 514,3 | 528,9 | 552,3 | 583 | 619 | 657,9 | 697,1 |
| 733,9 | 765,8 | 790,6 | 806,9 | 813,8 | 811,2 | 799,8 | 780,8 | 756,3 | 728,6 | 700,4 | 674,4 |
| 653,1 | 638,6 | 632,6 | 635,9 | 648,7 | 670,5 | 700 | 735,2 | 773,8 | 813,1 | 850,6 | 883,5 |

Таблиця №4 Курсова вартість цінних паперів емітента 4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 64,86 | 77,25 | 66,73 | 68,63 | 77,2 | 64,63 | 73,03 | 75,16 | 64,52 | 76,84 | 71,91 | 66,57 |
| 79,01 | 68,62 | 70,3 | 79,03 | 66,47 | 74,69 | 77,04 | 66,28 | 78,54 | 73,81 | 68,27 | 80,77 |
| 70,51 | 71,96 | 80,86 | 68,31 | 76,36 | 78,93 | 68,05 | 80,23 | 75,72 | 69,98 | 82,53 | 72,4 |

1. Позначимо місячну доходність D_i . Місячну доходність кожного паперу за попередні три роки визначаємо за формулою (2), а очікувану доходність за формулою (3):

Результати розрахунків наведені в таблицях №5-8.

Таблиця №5 Місячна доходність цінних паперів емітента 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | -0,03 | 0,08 | -0,08 | 0,13 | -0,12 | 0,17 | -0,15 | 0,2 | -0,16 | 0,21 | -0,16 |
| 0,21 | -0,15 | 0,18 | -0,13 | 0,15 | -0,1 | 0,1 | -0,06 | 0,05 | -0,01 | 0 | 0,04 |
| -0,05 | 0,09 | -0,09 | 0,13 | -0,12 | 0,16 | -0,14 | 0,18 | -0,14 | 0,18 | -0,14 | 0,17 |

Таблиця №6 Місячна доходність цінних паперів емітента 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | -0,15 | 0,06 | 0,13 | -0,13 | 0,01 | 0,16 | -0,11 | -0,04 | 0,18 | -0,08 | -0,08 |
| 0,18 | -0,04 | -0,11 | 0,16 | 0,03 | -0,15 | 0,14 | 0,04 | -0,14 | 0,1 | 0,08 | -0,14 |
| 0,05 | 0,12 | -0,12 | 0,01 | 0,14 | -0,1 | -0,04 | 0,16 | -0,07 | -0,07 | 0,16 | -0,04 |

Таблиця №7 Місячна доходність цінних паперів емітента 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | -0,04 | -0,04 | -0,02 | -0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0 | -0,01 | -0,02 | -0,03 | -0,04 | -0,04 | -0,04 |
| -0,03 | -0,02 | -0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 |

Таблиця №8 Місячна доходність цінних паперів емітента 4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,19 | -0,14 | 0,03 | 0,12 | -0,16 | 0,13 | 0,03 | -0,14 | 0,19 | -0,06 | -0,07 |
| 0,19 | -0,13 | 0,02 | 0,12 | -0,16 | 0,12 | 0,03 | -0,14 | 0,18 | -0,06 | -0,08 | 0,18 |
| -0,13 | 0,02 | 0,12 | -0,16 | 0,12 | 0,03 | -0,14 | 0,18 | -0,06 | -0,08 | 0,18 | -0,12 |

2. Ризики визначаємо за допомогою середньоквадратичного відхилення за формулою (4):

$$\sigma_{P_1} = 0,1346 ; \quad \sigma_{P_2} = 0,1137 ; \quad \sigma_{P_3} = 0,036 ; \quad \sigma_{P_4} = 0,1286$$

Відповідно до розрахунків найменш ризикованою є акція 3 емітента, а найбільш ризикованою 1 емітента.

Розраховуємо коваріацію і кореляцію цінних паперів за формулами (5) — (6), результати розрахунків наведені в таблиці №9.

| Емітенти | Коваріація | Корреляція |
|----------|------------|------------|
| 1 та 2 | -0,00045 | -0,0303 |
| 1 та 3 | 0,00026 | 0,0561 |
| 1 та 4 | -0,00073 | -0,0439 |
| 2 та 3 | 0,00017 | 0,0448 |
| 2 та 4 | 0,00151 | 0,1069 |
| 3 та 4 | -0,00016 | -0,0357 |

Найбільш доходна акція у емітента 1, а найменш ризикована у емітента 3, долі яких відповідно x_1 та x_2 .

$$x_1 + x_2 = 1 \quad (7).$$

Очікувана доходність портфеля в цьому випадку є лінійна комбінація доходностей двох акцій:

$$m_p = x_1 m_1 + x_2 m_2 \quad (8).$$

Ризик портфеля є нелінійним і залежить від кореляції:

$$\sigma_p^2 = x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2p \sigma_1 \sigma_2 \quad (9).$$

Мінімізуємо ризик портфеля з двох акцій, поклавши $x_2 = 1 - x_1$:

$$\begin{aligned} x_1 &= (\sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2 p) / (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2p \sigma_1 \sigma_2) \\ x_2 &= (\sigma_1^2 - \sigma_1 \sigma_2 p) / (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2p \sigma_1 \sigma_2) \end{aligned} \quad (10).$$

Доля 1 емітенту в портфелі повинна становити 5,4 %, доля 3 емітенту відповідно 94,6 %.

Варіанти виконання індивідуального завдання на лабораторну роботу №2.

Вариант №1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 307.23 | 297.62 | 321.36 | 295.90 | 334.51 | 295.47 | 346.10 | 296.83 | 355.69 | 300.36 | 363.00 | 306.25 |
| 367.91 | 314.50 | 370.53 | 324.95 | 371.11 | 337.24 | 370.08 | 350.86 | 368.02 | 365.20 | 365.56 | 379.61 |
| 363.37 | 393.42 | 362.10 | 406.00 | 362.35 | 416.82 | 364.55 | 425.51 | 369.02 | 431.84 | 375.88 | 435.80 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 827.31 | 502.42 | 595.51 | 842.92 | 543.92 | 545.37 | 843.17 | 593.86 | 503.56 | 828.02 | 648.27 | 473.41 |
| 798.70 | 702.83 | 457.33 | 757.53 | 753.17 | 456.60 | 707.79 | 795.30 | 471.28 | 653.45 | 825.85 | 500.19 |
| 598.84 | 842.39 | 541.04 | 548.30 | 843.61 | 590.56 | 505.86 | 829.41 | 644.82 | 474.90 | 800.91 | 699.50 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 291.17 | 323.53 | 340.44 | 339.03 | 320.93 | 291.83 | 260.15 | 234.91 | 223.56 | 230.16 | 254.38 | 291.54 |
| 333.84 | 372.19 | 398.47 | 407.54 | 398.43 | 374.66 | 343.32 | 313.37 | 293.40 | 289.58 | 304.13 | 334.76 |
| 375.23 | 416.93 | 450.91 | 470.13 | 471.16 | 455.02 | 426.94 | 395.07 | 368.49 | 354.98 | 359.12 | 381.18 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 128.50 | 189.59 | 142.71 | 154.39 | 197.49 | 140.95 | 183.25 | 195.97 | 148.52 | 209.31 | 188.78 | 166.31 |
| 227.70 | 181.40 | 192.02 | 235.92 | 179.40 | 220.88 | 234.65 | 186.65 | 247.11 | 227.56 | 204.14 | 265.79 |
| 220.10 | 229.66 | 274.34 | 217.85 | 258.50 | 273.33 | 224.78 | 284.91 | 266.34 | 241.97 | 303.88 | 258.80 |

Вариант №2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 63.96 | 82.87 | 132.96 | 145.78 | 106.28 | 74.37 | 99.08 | 148.32 | 154.87 | 112.65 | 85.47 | 115.59 |
| 163.17 | 163.36 | 119.21 | 97.28 | 132.31 | 177.43 | 171.31 | 126.04 | 109.79 | 149.16 | 191.06 | 178.78 |
| 133.23 | 122.98 | 166.03 | 204.02 | 185.84 | 140.85 | 136.83 | 182.85 | 216.30 | 192.57 | 148.97 | 151.29 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 65.58 | 73.15 | 93.18 | 98.31 | 82.51 | 69.75 | 79.63 | 99.33 | 101.95 | 85.06 | 74.19 | 86.23 |
| 105.27 | 105.35 | 87.68 | 78.91 | 92.92 | 110.97 | 108.52 | 90.42 | 83.92 | 99.66 | 116.42 | 111.51 |
| 93.29 | 89.19 | 106.41 | 121.61 | 114.34 | 96.34 | 94.73 | 113.14 | 126.52 | 117.03 | 99.59 | 100.51 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 61.26 | 59.16 | 63.72 | 58.45 | 65.99 | 57.99 | 67.94 | 57.90 | 69.49 | 58.24 | 70.58 | 59.05 |
| 71.20 | 60.33 | 71.36 | 62.06 | 71.10 | 64.15 | 70.53 | 66.50 | 69.75 | 69.01 | 68.89 | 71.52 |
| 68.09 | 73.92 | 67.47 | 76.07 | 67.15 | 77.86 | 67.23 | 79.23 | 67.75 | 80.14 | 68.76 | 80.56 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 273.89 | 233.39 | 246.49 | 279.36 | 242.19 | 243.53 | 282.87 | 252.06 | 241.64 | 284.40 | 262.51 | 241.25 |
| 284.11 | 272.98 | 242.66 | 282.30 | 282.90 | 246.04 | 279.40 | 291.78 | 251.39 | 275.91 | 299.17 | 258.57 |
| 272.38 | 304.76 | 267.28 | 269.37 | 308.39 | 277.10 | 267.40 | 310.04 | 287.53 | 266.90 | 309.86 | 298.01 |

Вариант №3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 572.03 | 546.72 | 526.55 | 513.55 | 509.21 | 514.32 | 528.91 | 552.25 | 582.95 | 618.98 | 657.92 | 697.13 |
| 733.90 | 765.76 | 790.61 | 806.92 | 813.82 | 811.22 | 799.75 | 780.78 | 756.27 | 728.59 | 700.41 | 674.41 |
| 653.10 | 638.63 | 632.59 | 635.89 | 648.74 | 670.53 | 699.98 | 735.19 | 773.78 | 813.14 | 850.57 | 883.53 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 64.86 | 77.25 | 66.73 | 68.63 | 77.20 | 64.63 | 73.03 | 75.16 | 64.52 | 76.84 | 71.91 | 66.57 |
| 79.01 | 68.62 | 70.30 | 79.03 | 66.47 | 74.69 | 77.04 | 66.28 | 78.54 | 73.81 | 68.27 | 80.77 |
| 70.51 | 71.96 | 80.86 | 68.31 | 76.36 | 78.93 | 68.05 | 80.23 | 75.72 | 69.98 | 82.53 | 72.40 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 382.53 | 233.28 | 276.94 | 391.82 | 254.51 | 255.88 | 394.02 | 279.64 | 238.66 | 389.11 | 306.84 | 226.83 |
| 377.66 | 334.10 | 221.49 | 360.74 | 359.42 | 223.24 | 339.87 | 380.95 | 232.10 | 316.87 | 397.13 | 247.52 |
| 293.75 | 406.85 | 268.46 | 272.50 | 409.50 | 293.40 | 255.00 | 405.02 | 320.53 | 242.80 | 393.96 | 347.84 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 116.64 | 195.91 | 127.94 | 139.82 | 194.55 | 113.42 | 167.05 | 180.37 | 111.62 | 190.47 | 158.44 | 123.76 |
| 203.43 | 136.25 | 146.70 | 202.51 | 121.40 | 173.92 | 188.67 | 119.16 | 197.58 | 166.87 | 130.90 | 210.93 |
| 144.57 | 153.58 | 210.46 | 129.39 | 180.79 | 196.96 | 126.72 | 204.67 | 175.31 | 138.04 | 218.42 | 152.90 |

Вариант №4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 119.77 | 121.02 | 113.08 | 103.71 | 102.00 | 109.98 | 120.79 | 124.96 | 119.12 | 109.11 | 104.60 | 110.21 |
| 121.24 | 128.03 | 124.79 | 114.98 | 108.08 | 110.91 | 121.32 | 130.23 | 129.90 | 121.11 | 112.40 | 112.26 |
| 121.28 | 131.63 | 134.27 | 127.24 | 117.47 | 114.41 | 121.34 | 132.36 | 137.80 | 133.13 | 123.11 | 117.42 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 37.95 | 36.08 | 34.55 | 33.50 | 33.02 | 33.18 | 33.96 | 35.34 | 37.20 | 39.41 | 41.82 | 44.25 |
| 46.52 | 48.46 | 49.93 | 50.83 | 51.11 | 50.75 | 49.80 | 48.35 | 46.53 | 44.50 | 42.43 | 40.52 |
| 38.91 | 37.76 | 37.17 | 37.21 | 37.88 | 39.15 | 40.92 | 43.09 | 45.47 | 47.91 | 50.22 | 52.24 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 123.66 | 113.85 | 130.72 | 108.23 | 137.00 | 103.64 | 142.02 | 100.49 | 145.45 | 99.07 | 147.05 | 99.53 |
| 146.74 | 101.89 | 144.59 | 106.01 | 140.81 | 111.59 | 135.75 | 118.24 | 129.85 | 125.47 | 123.63 | 132.76 |
| 117.64 | 139.56 | 112.38 | 145.37 | 108.33 | 149.79 | 105.85 | 152.49 | 105.19 | 153.32 | 106.43 | 152.24 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 307.23 | 297.62 | 321.36 | 295.90 | 334.51 | 295.47 | 346.10 | 296.83 | 355.69 | 300.36 | 363.00 | 306.25 |
| 367.91 | 314.50 | 370.53 | 324.95 | 371.11 | 337.24 | 370.08 | 350.86 | 368.02 | 365.20 | 365.56 | 379.61 |
| 363.37 | 393.42 | 362.10 | 406.00 | 362.35 | 416.82 | 364.55 | 425.51 | 369.02 | 431.84 | 375.88 | 435.80 |

Вариант №5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 291.17 | 323.53 | 340.44 | 339.03 | 320.93 | 291.83 | 260.15 | 234.91 | 223.56 | 230.16 | 254.38 | 291.54 |
| 333.84 | 372.19 | 398.47 | 407.54 | 398.43 | 374.66 | 343.32 | 313.37 | 293.40 | 289.58 | 304.13 | 334.76 |
| 375.23 | 416.93 | 450.91 | 470.13 | 471.16 | 455.02 | 426.94 | 395.07 | 368.49 | 354.98 | 359.12 | 381.18 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 128.50 | 189.59 | 142.71 | 154.39 | 197.49 | 140.95 | 183.25 | 195.97 | 148.52 | 209.31 | 188.78 | 166.31 |
| 227.70 | 181.40 | 192.02 | 235.92 | 179.40 | 220.88 | 234.65 | 186.65 | 247.11 | 227.56 | 204.14 | 265.79 |
| 220.10 | 229.66 | 274.34 | 217.85 | 258.50 | 273.33 | 224.78 | 284.91 | 266.34 | 241.97 | 303.88 | 258.80 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 63.96 | 82.87 | 132.96 | 145.78 | 106.28 | 74.37 | 99.08 | 148.32 | 154.87 | 112.65 | 85.47 | 115.59 |
| 163.17 | 163.36 | 119.21 | 97.28 | 132.31 | 177.43 | 171.31 | 126.04 | 109.79 | 149.16 | 191.06 | 178.78 |
| 133.23 | 122.98 | 166.03 | 204.02 | 185.84 | 140.85 | 136.83 | 182.85 | 216.30 | 192.57 | 148.97 | 151.29 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 65.58 | 73.15 | 93.18 | 98.31 | 82.51 | 69.75 | 79.63 | 99.33 | 101.95 | 85.06 | 74.19 | 86.23 |
| 105.27 | 105.35 | 87.68 | 78.91 | 92.92 | 110.97 | 108.52 | 90.42 | 83.92 | 99.66 | 116.42 | 111.51 |
| 93.29 | 89.19 | 106.41 | 121.61 | 114.34 | 96.34 | 94.73 | 113.14 | 126.52 | 117.03 | 99.59 | 100.51 |

Вариант №6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 382.53 | 233.28 | 276.94 | 391.82 | 254.51 | 255.88 | 394.02 | 279.64 | 238.66 | 389.11 | 306.84 | 226.83 |
| 377.66 | 334.10 | 221.49 | 360.74 | 359.42 | 223.24 | 339.87 | 380.95 | 232.10 | 316.87 | 397.13 | 247.52 |
| 293.75 | 406.85 | 268.46 | 272.50 | 409.50 | 293.40 | 255.00 | 405.02 | 320.53 | 242.80 | 393.96 | 347.84 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 116.64 | 195.91 | 127.94 | 139.82 | 194.55 | 113.42 | 167.05 | 180.37 | 111.62 | 190.47 | 158.44 | 123.76 |
| 203.43 | 136.25 | 146.70 | 202.51 | 121.40 | 173.92 | 188.67 | 119.16 | 197.58 | 166.87 | 130.90 | 210.93 |
| 144.57 | 153.58 | 210.46 | 129.39 | 180.79 | 196.96 | 126.72 | 204.67 | 175.31 | 138.04 | 218.42 | 152.90 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 119.77 | 121.02 | 113.08 | 103.71 | 102.00 | 109.98 | 120.79 | 124.96 | 119.12 | 109.11 | 104.60 | 110.21 |
| 121.24 | 128.03 | 124.79 | 114.98 | 108.08 | 110.91 | 121.32 | 130.23 | 129.90 | 121.11 | 112.40 | 112.26 |
| 121.28 | 131.63 | 134.27 | 127.24 | 117.47 | 114.41 | 121.34 | 132.36 | 137.80 | 133.13 | 123.11 | 117.42 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 37.95 | 36.08 | 34.55 | 33.50 | 33.02 | 33.18 | 33.96 | 35.34 | 37.20 | 39.41 | 41.82 | 44.25 |
| 46.52 | 48.46 | 49.93 | 50.83 | 51.11 | 50.75 | 49.80 | 48.35 | 46.53 | 44.50 | 42.43 | 40.52 |
| 38.91 | 37.76 | 37.17 | 37.21 | 37.88 | 39.15 | 40.92 | 43.09 | 45.47 | 47.91 | 50.22 | 52.24 |

Вариант №7

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 123.66 | 113.85 | 130.72 | 108.23 | 137.00 | 103.64 | 142.02 | 100.49 | 145.45 | 99.07 | 147.05 | 99.53 |
| 146.74 | 101.89 | 144.59 | 106.01 | 140.81 | 111.59 | 135.75 | 118.24 | 129.85 | 125.47 | 123.63 | 132.76 |
| 117.64 | 139.56 | 112.38 | 145.37 | 108.33 | 149.79 | 105.85 | 152.49 | 105.19 | 153.32 | 106.43 | 152.24 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 307.23 | 297.62 | 321.36 | 295.90 | 334.51 | 295.47 | 346.10 | 296.83 | 355.69 | 300.36 | 363.00 | 306.25 |
| 367.91 | 314.50 | 370.53 | 324.95 | 371.11 | 337.24 | 370.08 | 350.86 | 368.02 | 365.20 | 365.56 | 379.61 |
| 363.37 | 393.42 | 362.10 | 406.00 | 362.35 | 416.82 | 364.55 | 425.51 | 369.02 | 431.84 | 375.88 | 435.80 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 307.23 | 297.62 | 321.36 | 295.90 | 334.51 | 295.47 | 346.10 | 296.83 | 355.69 | 300.36 | 363.00 | 306.25 |
| 367.91 | 314.50 | 370.53 | 324.95 | 371.11 | 337.24 | 370.08 | 350.86 | 368.02 | 365.20 | 365.56 | 379.61 |
| 363.37 | 393.42 | 362.10 | 406.00 | 362.35 | 416.82 | 364.55 | 425.51 | 369.02 | 431.84 | 375.88 | 435.80 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 827.31 | 502.42 | 595.51 | 842.92 | 543.92 | 545.37 | 843.17 | 593.86 | 503.56 | 828.02 | 648.27 | 473.41 |
| 798.70 | 702.83 | 457.33 | 757.53 | 753.17 | 456.60 | 707.79 | 795.30 | 471.28 | 653.45 | 825.85 | 500.19 |
| 598.84 | 842.39 | 541.04 | 548.30 | 843.61 | 590.56 | 505.86 | 829.41 | 644.82 | 474.90 | 800.91 | 699.50 |

Вариант №8

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 307.23 | 297.62 | 321.36 | 295.90 | 334.51 | 295.47 | 346.10 | 296.83 | 355.69 | 300.36 | 363.00 | 306.25 |
| 367.91 | 314.50 | 370.53 | 324.95 | 371.11 | 337.24 | 370.08 | 350.86 | 368.02 | 365.20 | 365.56 | 379.61 |
| 363.37 | 393.42 | 362.10 | 406.00 | 362.35 | 416.82 | 364.55 | 425.51 | 369.02 | 431.84 | 375.88 | 435.80 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 827.31 | 502.42 | 595.51 | 842.92 | 543.92 | 545.37 | 843.17 | 593.86 | 503.56 | 828.02 | 648.27 | 473.41 |
| 798.70 | 702.83 | 457.33 | 757.53 | 753.17 | 456.60 | 707.79 | 795.30 | 471.28 | 653.45 | 825.85 | 500.19 |
| 598.84 | 842.39 | 541.04 | 548.30 | 843.61 | 590.56 | 505.86 | 829.41 | 644.82 | 474.90 | 800.91 | 699.50 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 291.17 | 323.53 | 340.44 | 339.03 | 320.93 | 291.83 | 260.15 | 234.91 | 223.56 | 230.16 | 254.38 | 291.54 |
| 333.84 | 372.19 | 398.47 | 407.54 | 398.43 | 374.66 | 343.32 | 313.37 | 293.40 | 289.58 | 304.13 | 334.76 |
| 375.23 | 416.93 | 450.91 | 470.13 | 471.16 | 455.02 | 426.94 | 395.07 | 368.49 | 354.98 | 359.12 | 381.18 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 128.50 | 189.59 | 142.71 | 154.39 | 197.49 | 140.95 | 183.25 | 195.97 | 148.52 | 209.31 | 188.78 | 166.31 |
| 227.70 | 181.40 | 192.02 | 235.92 | 179.40 | 220.88 | 234.65 | 186.65 | 247.11 | 227.56 | 204.14 | 265.79 |
| 220.10 | 229.66 | 274.34 | 217.85 | 258.50 | 273.33 | 224.78 | 284.91 | 266.34 | 241.97 | 303.88 | 258.80 |

Вариант №9

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 63.96 | 82.87 | 132.96 | 145.78 | 106.28 | 74.37 | 99.08 | 148.32 | 154.87 | 112.65 | 85.47 | 115.59 |
| 163.17 | 163.36 | 119.21 | 97.28 | 132.31 | 177.43 | 171.31 | 126.04 | 109.79 | 149.16 | 191.06 | 178.78 |
| 133.23 | 122.98 | 166.03 | 204.02 | 185.84 | 140.85 | 136.83 | 182.85 | 216.30 | 192.57 | 148.97 | 151.29 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 65.58 | 73.15 | 93.18 | 98.31 | 82.51 | 69.75 | 79.63 | 99.33 | 101.95 | 85.06 | 74.19 | 86.23 |
| 105.27 | 105.35 | 87.68 | 78.91 | 92.92 | 110.97 | 108.52 | 90.42 | 83.92 | 99.66 | 116.42 | 111.51 |
| 93.29 | 89.19 | 106.41 | 121.61 | 114.34 | 96.34 | 94.73 | 113.14 | 126.52 | 117.03 | 99.59 | 100.51 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 61.26 | 59.16 | 63.72 | 58.45 | 65.99 | 57.99 | 67.94 | 57.90 | 69.49 | 58.24 | 70.58 | 59.05 |
| 71.20 | 60.33 | 71.36 | 62.06 | 71.10 | 64.15 | 70.53 | 66.50 | 69.75 | 69.01 | 68.89 | 71.52 |
| 68.09 | 73.92 | 67.47 | 76.07 | 67.15 | 77.86 | 67.23 | 79.23 | 67.75 | 80.14 | 68.76 | 80.56 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 273.89 | 233.39 | 246.49 | 279.36 | 242.19 | 243.53 | 282.87 | 252.06 | 241.64 | 284.40 | 262.51 | 241.25 |
| 284.11 | 272.98 | 242.66 | 282.30 | 282.90 | 246.04 | 279.40 | 291.78 | 251.39 | 275.91 | 299.17 | 258.57 |
| 272.38 | 304.76 | 267.28 | 269.37 | 308.39 | 277.10 | 267.40 | 310.04 | 287.53 | 266.90 | 309.86 | 298.01 |

Варіант №10

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 572.03 | 546.72 | 526.55 | 513.55 | 509.21 | 514.32 | 528.91 | 552.25 | 582.95 | 618.98 | 657.92 | 697.13 |
| 733.90 | 765.76 | 790.61 | 806.92 | 813.82 | 811.22 | 799.75 | 780.78 | 756.27 | 728.59 | 700.41 | 674.41 |
| 653.10 | 638.63 | 632.59 | 635.89 | 648.74 | 670.53 | 699.98 | 735.19 | 773.78 | 813.14 | 850.57 | 883.53 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 64.86 | 77.25 | 66.73 | 68.63 | 77.20 | 64.63 | 73.03 | 75.16 | 64.52 | 76.84 | 71.91 | 66.57 |
| 79.01 | 68.62 | 70.30 | 79.03 | 66.47 | 74.69 | 77.04 | 66.28 | 78.54 | 73.81 | 68.27 | 80.77 |
| 70.51 | 71.96 | 80.86 | 68.31 | 76.36 | 78.93 | 68.05 | 80.23 | 75.72 | 69.98 | 82.53 | 72.40 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 382.53 | 233.28 | 276.94 | 391.82 | 254.51 | 255.88 | 394.02 | 279.64 | 238.66 | 389.11 | 306.84 | 226.83 |
| 377.66 | 334.10 | 221.49 | 360.74 | 359.42 | 223.24 | 339.87 | 380.95 | 232.10 | 316.87 | 397.13 | 247.52 |
| 293.75 | 406.85 | 268.46 | 272.50 | 409.50 | 293.40 | 255.00 | 405.02 | 320.53 | 242.80 | 393.96 | 347.84 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 116.64 | 195.91 | 127.94 | 139.82 | 194.55 | 113.42 | 167.05 | 180.37 | 111.62 | 190.47 | 158.44 | 123.76 |
| 203.43 | 136.25 | 146.70 | 202.51 | 121.40 | 173.92 | 188.67 | 119.16 | 197.58 | 166.87 | 130.90 | 210.93 |
| 144.57 | 153.58 | 210.46 | 129.39 | 180.79 | 196.96 | 126.72 | 204.67 | 175.31 | 138.04 | 218.42 | 152.90 |

Варіант №11

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 119.77 | 121.02 | 113.08 | 103.71 | 102.00 | 109.98 | 120.79 | 124.96 | 119.12 | 109.11 | 104.60 | 110.21 |
| 121.24 | 128.03 | 124.79 | 114.98 | 108.08 | 110.91 | 121.32 | 130.23 | 129.90 | 121.11 | 112.40 | 112.26 |
| 121.28 | 131.63 | 134.27 | 127.24 | 117.47 | 114.41 | 121.34 | 132.36 | 137.80 | 133.13 | 123.11 | 117.42 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 37.95 | 36.08 | 34.55 | 33.50 | 33.02 | 33.18 | 33.96 | 35.34 | 37.20 | 39.41 | 41.82 | 44.25 |
| 46.52 | 48.46 | 49.93 | 50.83 | 51.11 | 50.75 | 49.80 | 48.35 | 46.53 | 44.50 | 42.43 | 40.52 |
| 38.91 | 37.76 | 37.17 | 37.21 | 37.88 | 39.15 | 40.92 | 43.09 | 45.47 | 47.91 | 50.22 | 52.24 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 123.66 | 113.85 | 130.72 | 108.23 | 137.00 | 103.64 | 142.02 | 100.49 | 145.45 | 99.07 | 147.05 | 99.53 |
| 146.74 | 101.89 | 144.59 | 106.01 | 140.81 | 111.59 | 135.75 | 118.24 | 129.85 | 125.47 | 123.63 | 132.76 |
| 117.64 | 139.56 | 112.38 | 145.37 | 108.33 | 149.79 | 105.85 | 152.49 | 105.19 | 153.32 | 106.43 | 152.24 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 307.23 | 297.62 | 321.36 | 295.90 | 334.51 | 295.47 | 346.10 | 296.83 | 355.69 | 300.36 | 363.00 | 306.25 |
| 367.91 | 314.50 | 370.53 | 324.95 | 371.11 | 337.24 | 370.08 | 350.86 | 368.02 | 365.20 | 365.56 | 379.61 |
| 363.37 | 393.42 | 362.10 | 406.00 | 362.35 | 416.82 | 364.55 | 425.51 | 369.02 | 431.84 | 375.88 | 435.80 |

Варіант №12

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 291.17 | 323.53 | 340.44 | 339.03 | 320.93 | 291.83 | 260.15 | 234.91 | 223.56 | 230.16 | 254.38 | 291.54 |
| 333.84 | 372.19 | 398.47 | 407.54 | 398.43 | 374.66 | 343.32 | 313.37 | 293.40 | 289.58 | 304.13 | 334.76 |
| 375.23 | 416.93 | 450.91 | 470.13 | 471.16 | 455.02 | 426.94 | 395.07 | 368.49 | 354.98 | 359.12 | 381.18 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 128.50 | 189.59 | 142.71 | 154.39 | 197.49 | 140.95 | 183.25 | 195.97 | 148.52 | 209.31 | 188.78 | 166.31 |
| 227.70 | 181.40 | 192.02 | 235.92 | 179.40 | 220.88 | 234.65 | 186.65 | 247.11 | 227.56 | 204.14 | 265.79 |
| 220.10 | 229.66 | 274.34 | 217.85 | 258.50 | 273.33 | 224.78 | 284.91 | 266.34 | 241.97 | 303.88 | 258.80 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 63.96 | 82.87 | 132.96 | 145.78 | 106.28 | 74.37 | 99.08 | 148.32 | 154.87 | 112.65 | 85.47 | 115.59 |
| 163.17 | 163.36 | 119.21 | 97.28 | 132.31 | 177.43 | 171.31 | 126.04 | 109.79 | 149.16 | 191.06 | 178.78 |
| 133.23 | 122.98 | 166.03 | 204.02 | 185.84 | 140.85 | 136.83 | 182.85 | 216.30 | 192.57 | 148.97 | 151.29 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 65.58 | 73.15 | 93.18 | 98.31 | 82.51 | 69.75 | 79.63 | 99.33 | 101.95 | 85.06 | 74.19 | 86.23 |
| 105.27 | 105.35 | 87.68 | 78.91 | 92.92 | 110.97 | 108.52 | 90.42 | 83.92 | 99.66 | 116.42 | 111.51 |
| 93.29 | 89.19 | 106.41 | 121.61 | 114.34 | 96.34 | 94.73 | 113.14 | 126.52 | 117.03 | 99.59 | 100.51 |

Варіант №13

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 61.26 | 59.16 | 63.72 | 58.45 | 65.99 | 57.99 | 67.94 | 57.90 | 69.49 | 58.24 | 70.58 | 59.05 |
| 71.20 | 60.33 | 71.36 | 62.06 | 71.10 | 64.15 | 70.53 | 66.50 | 69.75 | 69.01 | 68.89 | 71.52 |
| 68.09 | 73.92 | 67.47 | 76.07 | 67.15 | 77.86 | 67.23 | 79.23 | 67.75 | 80.14 | 68.76 | 80.56 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 273.89 | 233.39 | 246.49 | 279.36 | 242.19 | 243.53 | 282.87 | 252.06 | 241.64 | 284.40 | 262.51 | 241.25 |
| 284.11 | 272.98 | 242.66 | 282.30 | 282.90 | 246.04 | 279.40 | 291.78 | 251.39 | 275.91 | 299.17 | 258.57 |
| 272.38 | 304.76 | 267.28 | 269.37 | 308.39 | 277.10 | 267.40 | 310.04 | 287.53 | 266.90 | 309.86 | 298.01 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 572.03 | 546.72 | 526.55 | 513.55 | 509.21 | 514.32 | 528.91 | 552.25 | 582.95 | 618.98 | 657.92 | 697.13 |
| 733.90 | 765.76 | 790.61 | 806.92 | 813.82 | 811.22 | 799.75 | 780.78 | 756.27 | 728.59 | 700.41 | 674.41 |
| 653.10 | 638.63 | 632.59 | 635.89 | 648.74 | 670.53 | 699.98 | 735.19 | 773.78 | 813.14 | 850.57 | 883.53 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 64.86 | 77.25 | 66.73 | 68.63 | 77.20 | 64.63 | 73.03 | 75.16 | 64.52 | 76.84 | 71.91 | 66.57 |
| 79.01 | 68.62 | 70.30 | 79.03 | 66.47 | 74.69 | 77.04 | 66.28 | 78.54 | 73.81 | 68.27 | 80.77 |
| 70.51 | 71.96 | 80.86 | 68.31 | 76.36 | 78.93 | 68.05 | 80.23 | 75.72 | 69.98 | 82.53 | 72.40 |

Варіант №14

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 382.53 | 233.28 | 276.94 | 391.82 | 254.51 | 255.88 | 394.02 | 279.64 | 238.66 | 389.11 | 306.84 | 226.83 |
| 377.66 | 334.10 | 221.49 | 360.74 | 359.42 | 223.24 | 339.87 | 380.95 | 232.10 | 316.87 | 397.13 | 247.52 |
| 293.75 | 406.85 | 268.46 | 272.50 | 409.50 | 293.40 | 255.00 | 405.02 | 320.53 | 242.80 | 393.96 | 347.84 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 116.64 | 195.91 | 127.94 | 139.82 | 194.55 | 113.42 | 167.05 | 180.37 | 111.62 | 190.47 | 158.44 | 123.76 |
| 203.43 | 136.25 | 146.70 | 202.51 | 121.40 | 173.92 | 188.67 | 119.16 | 197.58 | 166.87 | 130.90 | 210.93 |
| 144.57 | 153.58 | 210.46 | 129.39 | 180.79 | 196.96 | 126.72 | 204.67 | 175.31 | 138.04 | 218.42 | 152.90 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 119.77 | 121.02 | 113.08 | 103.71 | 102.00 | 109.98 | 120.79 | 124.96 | 119.12 | 109.11 | 104.60 | 110.21 |
| 121.24 | 128.03 | 124.79 | 114.98 | 108.08 | 110.91 | 121.32 | 130.23 | 129.90 | 121.11 | 112.40 | 112.26 |
| 121.28 | 131.63 | 134.27 | 127.24 | 117.47 | 114.41 | 121.34 | 132.36 | 137.80 | 133.13 | 123.11 | 117.42 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 37.95 | 36.08 | 34.55 | 33.50 | 33.02 | 33.18 | 33.96 | 35.34 | 37.20 | 39.41 | 41.82 | 44.25 |
| 46.52 | 48.46 | 49.93 | 50.83 | 51.11 | 50.75 | 49.80 | 48.35 | 46.53 | 44.50 | 42.43 | 40.52 |
| 38.91 | 37.76 | 37.17 | 37.21 | 37.88 | 39.15 | 40.92 | 43.09 | 45.47 | 47.91 | 50.22 | 52.24 |

Варіант №15

| | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 123.66 | 113.85 | 130.72 | 108.23 | 137.00 | 103.64 | 142.02 | 100.49 | 145.45 | 99.07 | 147.05 | 99.53 |
| 146.74 | 101.89 | 144.59 | 106.01 | 140.81 | 111.59 | 135.75 | 118.24 | 129.85 | 125.47 | 123.63 | 132.76 |
| 117.64 | 139.56 | 112.38 | 145.37 | 108.33 | 149.79 | 105.85 | 152.49 | 105.19 | 153.32 | 106.43 | 152.24 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 307.23 | 297.62 | 321.36 | 295.90 | 334.51 | 295.47 | 346.10 | 296.83 | 355.69 | 300.36 | 363.00 | 306.25 |
| 367.91 | 314.50 | 370.53 | 324.95 | 371.11 | 337.24 | 370.08 | 350.86 | 368.02 | 365.20 | 365.56 | 379.61 |
| 363.37 | 393.42 | 362.10 | 406.00 | 362.35 | 416.82 | 364.55 | 425.51 | 369.02 | 431.84 | 375.88 | 435.80 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 307.23 | 297.62 | 321.36 | 295.90 | 334.51 | 295.47 | 346.10 | 296.83 | 355.69 | 300.36 | 363.00 | 306.25 |
| 367.91 | 314.50 | 370.53 | 324.95 | 371.11 | 337.24 | 370.08 | 350.86 | 368.02 | 365.20 | 365.56 | 379.61 |
| 363.37 | 393.42 | 362.10 | 406.00 | 362.35 | 416.82 | 364.55 | 425.51 | 369.02 | 431.84 | 375.88 | 435.80 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 827.31 | 502.42 | 595.51 | 842.92 | 543.92 | 545.37 | 843.17 | 593.86 | 503.56 | 828.02 | 648.27 | 473.41 |
| 798.70 | 702.83 | 457.33 | 757.53 | 753.17 | 456.60 | 707.79 | 795.30 | 471.28 | 653.45 | 825.85 | 500.19 |
| 598.84 | 842.39 | 541.04 | 548.30 | 843.61 | 590.56 | 505.86 | 829.41 | 644.82 | 474.90 | 800.91 | 699.50 |

Питання до теоретичної частини індивідуального завдання за І модуль.

1. Природа економічного ризику та причини його появи. Складові економічного ризику.
2. Класифікація ризиків виробничої та господарської діяльності.
3. Ризики інвестиційної діяльності. Ризики на ринку цінних паперів.
4. Ризики в банківській діяльності. Кредитні ризики.
5. Ризики в страховій діяльності.
6. Класифікація потоків платежів. Обчислення основних параметрів.
7. Схеми погашення заборгованості за кредитом.
8. Пенсійні схеми накопичення та періодичних виплат.
9. Класифікація інвестиційних грошових потоків. Чиста теперішня вартість.
10. Порівняння критеріїв чистої теперішньої вартості та внутрішньої норми доходності.
11. Середньозважена вартість капіталу та її використання при аналізі інвестиційних проектів.
12. Якісний аналіз ризику. Визначення факторів ризику та їх обробка.
13. Кількісний аналіз ризику. Статистичні та експертні методи. Ризик в абсолютному та відносному виразі.
14. Використання нерівності Чебишева при оцінці ризику.
15. Лотерея та її використання для визначення функції корисності. Очікувана корисність за Нейманом. Детермінований елемент функції корисності.
16. Відношення суб'єкта до ризику. Визначення схильності до ризику за виглядом функції корисності.
17. Часова структура процентних ставок. Ставка СПОТ та форвардна ставка. Крива доходності.
18. Визначення вартості фінансових інструментів із сталим доходом.
19. Визначення вартості простих акцій за різними моделями.
20. Похідні фінансові інструменти. Форвардні контракти, ф'ючерси та опціони.
21. Визначення вартості ф'ючерса. Ф'ючерсні біржі.

22. Вартість опціону. Визначення розміру премії за опціон.

23 Загальні підходи до управління ризиком. Внутрішні та зовнішні методи зменшення ризику.

Лабораторна робота №3

Тема: Оптимізація розподілу інвестиційних ресурсів між проектами

Задача розподілу інвестиційних ресурсів між проектами в термінах лінійного програмування записується таким чином:

Максимізувати

$$NPV = \sum_{j=1}^N b_j x_j$$

при обмеженнях:

$$\sum_{j=1}^N c_{jt} x_j \leq K_t, t=1, 2, \dots, T$$
$$0 \leq x_j \leq 1,$$

Де x_j – частка проекту j , що приймається;

b_j – ЧТВ проекту j в період його існування;

c_{jt} - інвестиції, необхідні проекту j в році t ;

K_t – фінансові ресурси в році t ;

N – кількість проектів

Фірма хоче вибрати множину проектів, які мали б максимальну сумарну ЧТВ за умови додержання всіх обмежень.

Слід зазначити, що в даному формулюванні задачі розподілу інвестицій між проектами в термінах лінійного програмування:

- дозволяється приймати частину проекту, тому що змінна x_j – неціла;
- використання обмеження невід'ємності x_j ($0 \leq x_j \leq 1$,) показує вищий ліміт кожного проекту, тобто кожен проект може мати максимальну частку, що дорівнює 1, або він приймається на 100%;

- передбачається, що всі вхідні параметри – b_j , c_{jt} та K_t - ОПІР оцінює в умовах визначеності;
- параметр b_j показує ЧТВ проекту j упродовж терміну його існування, де всі грошові потоки дисконтуються за вартістю капіталу фірми;
- вартість c_{jt} в бюджетному обмеженні не дисконтуються назад до періоду 0, тому що бюджетні фонди оцінюються в грошових одиницях з вартістю t -го року.

Приклад. Постановка задачі оптимального розподілу фінансових ресурсів між інвестиційними проектами

Фірма має портфель, що складається з 9 проектів. Вона оцінила ЧТВ і обсяги інвестування кожного проекту упродовж 2 років таким чином:

Таблиця 1. Початкові данні задачі оптимального розподілу ресурсів

| Проект | NPV_j , тис.грн | C_{1j} , тис.грн | C_{2j} , тис.грн |
|--------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 24 | 12 | 3 |
| 2 | 17 | 65 | 7 |
| 3 | 19 | 8 | 6 |
| 4 | 16 | 8 | 7 |
| 5 | 40 | 35 | 40 |
| 6 | 11 | 7 | 7 |
| 7 | 18 | 50 | 7 |
| 8 | 10 | 33 | 3 |
| 9 | 14 | 21 | 5 |

Але фірма має обмежені фінансові ресурси для інвестування проектів: на 1 рік – 150 тис.грн, на рік 2 – 40 тис.грн. Сформулюйте задачу оптимального розподілу інвестицій між проектами в термінах лінійного програмування.

Розв'язання. Постановка цієї задачі в термінах лінійного програмування формулюється таким чином:

Максимізувати

$NPV = 24x_1 + 17x_2 + 19x_3 + 16x_4 + 40x_5 + 11x_6 + 18x_7 + 10x_8 + 14x_9$ при обмеженнях:

$12x_1+65x_2+8x_3+8x_4+35x_5+7x_6+50x_7+33x_8+21x_9 +S_1=150$ бюджетне обмеження для року 1;

$3x_1+7x_2+6x_3+7x_4+40x_5+7x_6+7x_7+3x_8+5x_9+S_2=40$ бюджетне обмеження для року 2;

Верхні межі прийняття проекту:

$X_1 +S_3=1; X_2 +S_4=1; X_3 +S_5=1; X_4 +S_6=1; X_5 +S_7=1; X_1 +S_8=1; X_1 +S_9=1; X_1 +S_{10}=1;$

$X_1 +S_{11}=1.$

$x_j, S_i \geq 0, i= 1,11 ; j=1,9$ обмеження невід'ємності.

Штучні змінні S_1 і S_2 являють собою кількість бюджетних коштів за 1 та 2 роки відповідно, що залишаються нерозподіленими в будь який з 9 проектів.

Штучні змінні з S_3 по S_{11} являють собою частки проектів 1-9 відповідно, що не приймаються фірмою.

Для обчислення оптимального значення NPV застосовуємо “Поиск решения”.

Розрахунки частки проектів j , що приймаються представлені в табл.2.

Таблиця 2. Результат обчислення оптимального значення NPV

| Проект | NPV _j , тис.грн | C _{1j} , тис.грн | C _{2j} , тис.грн | X _j , |
|--------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|
| 1 | 24 | 12 | 3 | 1 |
| 2 | 17 | 65 | 7 | 0.157 |
| 3 | 19 | 8 | 6 | 1 |
| 4 | 16 | 8 | 7 | 1 |
| 5 | 40 | 35 | 40 | 0.022 |
| 6 | 11 | 7 | 7 | 1 |
| 7 | 18 | 50 | 7 | 1 |
| 8 | 10 | 33 | 3 | 1 |
| 9 | 14 | 21 | 5 | 1 |

За результатами розрахунків оптимальне значення NPV становить 115,57 тис. грн., при цьому фінансові ресурси в першому та другому роках використовуються повністю.

Розглянемо модифіковану постановку задачі оптимального розподілу інвестицій між проектами. Сенс модифікації полягає в тому, що крім бюджетних обмежень по періодах та обмежень на прийняття проектів, вводяться додаткові обмеження, наприклад, на обіговий капітал -W, управлінські витрати - M, витрати на екологію тощо.

Максимізувати

$$NPV = \sum_{j=1}^N b_j x_j \quad (11)$$

при обмеженнях:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^N c_{jt} x_j &\leq K_t, t=1,2,\dots,T \\ \sum_{j=1}^N m_j x_j &\leq M ; \\ \sum_{j=1}^N p_j x_j &\leq P \\ \sum_{j=1}^N w_j x_j &\leq W \\ 0 &\leq x_j \leq 1, \end{aligned} \quad (13)$$

де x_j – частка проекту j , що приймається;

b_j – ЧТВ проекту j в період його існування;

c_{jt} – інвестиції, необхідні проекту j в році t ;

K_t – фінансові ресурси в році t ;

N – кількість проектів;

w_j – обіговий капітал для проекту j ;

m_j – управлінські витрати на проект j ;

p_j – витрати на охорону навколишнього середовища проекту j ;

W – обіговий капітал;

M – управлінські витрати;

P – витрати на охорону навколишнього середовища.

Самостійно.

Визначити яким чином зміняться результати розрахунків, якщо між проектами існують такі взаємозв'язки:

1. З множини проектів 1, 3 і 6 можна прийняти два;
2. Проекти 3 і 5 є альтернативними, але один з них потрібно прийняти;
3. Проект 7 не приймається без прийняття проектів 1 і 2.

Варіанти до виконання індивідуального лабораторного практикуму.

Таблиця 3. Початкові данні задачі оптимального розподілу ресурсів до індивідуального лабораторного практикуму

| Проект | NPV_j , тис. грн. | C_{1j} , тис. грн. | C_{2j} , тис. грн. | C_{3j} , тис. грн. |
|--------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | $24 + 0,3N$ | 12 | $7 + N$ | $3 + 1,5N$ |
| 2 | $17 + N$ | $65 - N/2$ | 16 | $7 + N$ |
| 3 | 19 | 8 | 15 | $6 + 1,1 N$ |
| 4 | 16 | $8 + N$ | 8 | 7 |
| 5 | $40 - N$ | 35 | 19 | $40 + N$ |
| 6 | $11 + N$ | $7 + 1,2N$ | $4 + N$ | 7 |
| 7 | 18 | $50 - N$ | $20 - N/3$ | 7 |
| 8 | $10 + 3,5N$ | 33 | $4 + 1,7N$ | $3 + 2 N$ |
| 9 | $14 + 2N$ | $21 + N$ | $6 + 1,7N$ | $5 + 1,7N$ |
| 10 | 32 | 29 | $22 - N/4$ | $25 - N/3$ |

Фірма має наступні обмежені фінансові ресурси для інвестування проектів: на 1 рік – $160 + 1,3N$ тис.грн, на рік 2 – $60 + 0,5N$ тис.грн. на рік 3 – $85 + 0,7N$ тис.грн.

Лабораторна робота № 4

Тема: Вибір оптимальної стратегії реалізації продукції фірми.

Завдання А. Комерційна фірма виробляє і реалізує морозиво. Собівартість однієї порції морозива – 50 копійок, а ціна реалізації – 80 копійок. Відповідно до потужності устаткування фірма може виробляти 0, 300, 500, 700, 900 або 1100 порцій морозива на день. Можливості реалізації морозива в літній сезон оцінюються залежно від погодних умов таким чином:

- у спеку буде куплено 1000 порцій морозива;
- у сонячну погоду буде куплено 800 порцій морозива;
- у похмуру теплу погоду – 500 порцій;
- у дощову, вітряну погоду – 100 порцій;
- у дощову погоду реалізатор має право знизити ціну порції на 5 копійок, тоді обсяг реалізації зросте в 1,5 рази.

Підприємство витрачає на доставку морозива на місце продажу 10 гривень, а з 80 копійок ціни однієї порції 10 копійок у разі продажу йде реалізатору.

Якщо реалізація морозива неповна, фірма змушена нести додаткові витрати на транспортування залишків у морозильник, вони становлять 10 гривень. Крім того, фірма платить за орендований морозильник 3 гривні за кожну сотню порцій за одну ніч зберігання.

Фірмі потрібно у призначений день прийняти рішення про підготовку до реалізації певної кількості морозива. Знаючи, що прибуток від реалізації морозива великою мірою залежить від погодних умов, фірма звернулася в службу прогнозу погоди, яка надала такі оцінки ймовірностей погодних умов на день реалізації:

$$p_1 - (\text{спека}) = 0,3;$$

$$p_2 - (\text{сонячна погода}) = 0,4;$$

$$p_3 - (\text{похмура тепла погода}) = 0,2;$$

$$p_4 - (\text{дощова, вітряна погода}) = 0,1.$$

Передбачається, що будь-які погодні умови можна співвіднести з одним із перелічених видів.

Потрібно знайти оптимальну разову стратегію фірми.

Приклад. Для розв'язання задачі розрахуємо величину доходів і збитків фірми при різних обсягах виробництва морозива і усіх варіантах погодних умов (усі варіанти попиту на продукцію). Податки й інші відрахування до уваги не беруться.

1) у спеку буде куплено 1000 порцій морозива:

| | |
|--|-----------|
| $300 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 50$ | прибуток, |
| $500 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 90$ | прибуток, |
| $700 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 130$ | прибуток, |
| $900 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 170$ | прибуток, |
| $1000 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 3,00 = 177$ | прибуток. |

2) у сонячну погоду буде куплено 800 порцій морозива:

| | |
|---|-----------|
| $300 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 50$ | прибуток, |
| $500 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 90$ | прибуток, |
| $700 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 130$ | прибуток, |
| $800 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 3,00 = 137$ | прибуток, |
| $800 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 3 \cdot 3,00 = 131$ | прибуток. |

3) у похмуру теплу погоду – 500 порцій:

| | |
|--|-----------|
| $300 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 50$ | прибуток, |
| $500 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 = 90$ | прибуток, |
| $500 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 2 \cdot 3,00 = 74$ | прибуток, |
| $500 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 4 \cdot 3,00 = 68$ | прибуток, |
| $500 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 6 \cdot 3,00 = 62$ | прибуток. |

4) у дощову, вітряну погоду – 100 порцій:

а) при ціні 80 копійок:

| | |
|---|---------|
| $100 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 2 \cdot 3,00 = -6$ | збиток, |
| $100 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 4 \cdot 3,00 = -12$ | збиток, |
| $100 \cdot (0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 6 \cdot 3,00 = -18$ | збиток, |

$$100*(0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 8*3,00 = -24 \quad \text{збиток,}$$

$$100*(0,80 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 10*3,00 = -30 \quad \text{збиток.}$$

б) при ціні 75 копійок:

$$100*1,5*(0,75 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 2*3,00 = -3,5 \quad \text{збиток,}$$

$$100*1,5*(0,75 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 4*3,00 = -9,5 \quad \text{збиток,}$$

$$100*1,5*(0,75 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 6*3,00 = -15,5 \quad \text{збиток,}$$

$$100*1,5*(0,75 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 8*3,00 = -21,5 \quad \text{збиток,}$$

$$100*1,5*(0,75 - 0,50 - 0,10) - 10,00 - 10,00 - 10*3,00 = -27,5 \quad \text{збиток.}$$

Складемо таблицю виграшів підприємця при різному попиті на товар. Обсяг товару, що вивозиться, позначимо через V , а попит через Π . Стратегії фірми позначимо V_i , $i = 0, 1, 2, 3, 4, 5$. Ці стратегії визначатимуться різним обсягом постачання товару на ринок. Стани об'єктивної реальності – погодні умови, що визначають попит на продукцію. Для зручності відразу ж додамо до платіжної матриці рядок з максимальним прибутком (для розрахунку матриці ризиків рядок максимальних значень у кожному стовпці).

Таблиця №1 – Платіжна матриця

| | Обсяг | Π_1 | Π_2 | Π_3 | $\Pi_4(a)$ | $\Pi_4(b)$ |
|---------------------|-------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| V_0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| V_1 | 300 | 50 | 50 | 50 | -6 | -3,5 |
| V_2 | 500 | 90 | 90 | 90 | -12 | -9,5 |
| V_3 | 700 | 130 | 130 | 74 | -18 | -15,5 |
| V_4 | 900 | 170 | 137 | 68 | -24 | -21,5 |
| V_5 | 1100 | 177 | 131 | 62 | -30 | -27,5 |
| Мах прибуток | | 177 | 137 | 90 | 0 | 0 |

Проведемо аналіз платіжної матриці на предмет відкидання явно не вигідних стратегій. Однак таких стратегій у цій матриці знайти не вдається.

Складемо матрицю ризиків, табл. 2.

Таблиця №2 – Матриця ризиків

| | Обсяг | П ₁ | П ₂ | П ₃ | П ₄ (а) | П ₄ (б) |
|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|
| V ₀ | 0 | 177 | 137 | 90 | 0 | 0 |
| V ₁ | 300 | 127 | 87 | 40 | 6 | 3,5 |
| V ₂ | 500 | 87 | 47 | 0 | 12 | 9,5 |
| V ₃ | 700 | 47 | 7 | 16 | 18 | 15,5 |
| V ₄ | 900 | 7 | 0 | 22 | 24 | 21,55 |
| V ₅ | 1100 | 0 | 6 | 28 | 30 | 27,5 |

Обидві матриці показують, що 0 варіант П₄(а) у всіх випадках вигідніший, ніж П₄(б), тому далі передбачається використання тільки його.

Самостійно. Оцінити стратегії фірми за допомогою наступних критеріїв прийняття рішень:

- Критерій Байєса;
- Критерій Бернуллі - Лапласа;
- Максимінний критерій Вальда ;
- Мінімаксний критерій Севіджа ;
- Критерій Песимізму-оптимізму Гурвіца. Дослідити результати

отриманого рішення, якщо показник λ змінюється від 0 до 1 з шагом 0,2.

Отримані результати звести в таблицю. Зробити висновки.

Завдання В. Фірма займається поставками лісу. Довжина маршруту 500 км. Собівартість 1 м³ лісу – 120 грн, а ціна реалізації – (200-N) грн. за 1 м³. Залежно від місткості транспортних засобів фірма може здійснювати поставки партіями по 10, 15, 20, 25, 30 м³ лісу. Ціна реалізації може коливатися залежно від того, на скільки днів запізнюється постачання:

- без запізнення = (200-N) грн/м³;
- на 1 день запізнюється = (190-N) грн/м³;
- на 2 дні запізнюється = (180-N) грн/м³;
- на 3 дні запізнюється = (160-N) грн/м³;
- на 4 дні запізнюється = (150-N) грн/м³.

Підприємство несе витрати на доставку на місце прибуття залежно від об'єму партії вантажу:

| | |
|-----------------------------|------------|
| – 10 м ³ | – 400 грн; |
| – 15, 20, 25 м ³ | – 500 грн; |
| – 30 м ³ | – 750 грн; |

Крім того, підприємство втрачає на партії вантажу 50 грн. за кожен прострочений день.

На основі статистичних даних щодо аналізу попередніх ситуацій фірма може оцінити ймовірності прибуття товару в строк таким чином:

| | |
|--------------------------------|--------|
| P_1 (без запізнення) | = 0,3; |
| P_2 (на 1 день запізнюється) | = 0,3; |
| P_3 (на 2 дні запізнюється) | = 0,2; |
| P_4 (на 3 дні запізнюється) | = 0,1; |
| P_5 (на 4 дні запізнюється) | = 0,1. |

Фірма отримала замовлення на поставку партії лісу. В умовах описаної невизначеності потрібно знайти оптимальну стратегію, тобто оптимальний обсяг поставки.

N – номер студента по журналу.

Самостійно. Сформувати платіжну матрицю і матрицю ризиків. Оцінити стратегії фірми за допомогою наступних критеріїв прийняття рішень:

- Критерій Байєса;
- Критерій Бернуллі - Лапласа;
- Максимінний критерій Вальда ;
- Мінімаксний критерій Севіджа ;
- Критерій Песимізму-оптимізму Гурвіца. Дослідити результати отриманого рішення, якщо показник λ змінюється від 0 до 1 з шагом 0,2.

Отримані результати звести в таблицю. Зробити висновки.

Питання до теоретичної частини індивідуального завдання за II модуль.

1. Поняття портфеля цінних паперів. Ризик і прибутковість цінних паперів.
2. Безризиковий цінний папір.
2. Гіпотези теорії оптимального портфеля цінних паперів.
3. Ризик і прибутковість портфеля цінних паперів. Формули.
4. Портфель з двох акцій. Випадок абсолютної позитивної кореляції.
5. Портфель з двох акцій. Випадок абсолютної негативної кореляції.
6. Портфель з двох акцій. Загальний випадок визначення портфеля мінімального ризику.
7. Портфель із n акцій. Безліч припустимих портфелів і безліч оптимальних портфелів.
8. Модель Тобіна визначення оптимального портфеля цінних паперів. Постановка завдання та метод рішення.
9. Побудова портфеля оптимальної структури з будь яким наперед заданим ризиком з використанням безризикового цінного папера.
10. Модель Марковіца.
11. Основні положення моделі Шарпа.
12. Ринковий і індивідуальний ризик у моделі Шарпа. Можливість диверсифікації ризику портфеля.
13. Ситуація ухвалення рішення в умовах ризику.
14. Інформаційні ситуації теорії ухвалення рішення.
15. Перша інформаційна ситуація . Критерій Байеса.
16. Четверта інформаційна ситуація. Критерій Бернуллі-Лапласа.
17. Функція ентропії Шеннона й критерій Гіббса-Джейнса.
18. П'ята інформаційна ситуація й критерій Вальда.
19. Критерій Севиджа для функції ризику в п'ятій інформаційній ситуації.
- 20 Критерій Гурвица в шостій інформаційній ситуації.

Індивідуальне домашнє завдання складається з реферативної або оглядової частини з теоретичного матеріалу відповідного модуля та задач з

індивідуальними елементами або параметрами, розв'язання яких, яку правило, потребує виконання передбачених даною програмою лабораторних робіт.

Виконане індивідуальне домашнє завдання студенти захищають в формі бесіди з викладачем за змістом виконаної роботи та за темами відповідного модуля. За результатами захисту студентам виставляється бальна оцінка, рівень якої визначається за критеріями:

- повне виконання всіх завдань;
- правильність одержаних результатів;
- повнота відповіді при захисті роботи;
- володіння основними положеннями теоретичного матеріалу.

Список рекомендованої літератури

1. Вітлінський В.В., Наконечний С.І., Ризик у менеджменті. “Борисфен-М”, Київ, 1996р.
2. Матвійчук А.В. Економічні ризики в інвестиційній діяльності. Вінниця, УНІВЕРСУМ, 2005р.
3. Хохлов Н.В. Управление риском. М. ЮНИТИ , 1999г.
4. Івченко І.Ю. Економічні ризики .
5. Ястремський. Моделювання економічного ризику. К. Либідь, 1992р.-176с
6. Фишберн П. Теория полезности для принятия решения. - М.: Наука, 1978.
7. Вітлінський В.В. та інші, Моделювання економіки .
8. Нейман Д., Моргенштерн. Теория игр и экономическое поведение. - М.: Наука, 1970.
9. Экономическая стратегия фирмы / Под ред. проф. Градова А.П. - С.-Петербург: Спец. лит-ра, 1995г. 285 с.
10. Базел Р.Д., Кокс Д.Т., Браун Р.В., Информация и риск в маркетинге. - М. : Финстатинформ, 1993
11. Мескон М., Альберт М. , Хедодри Ф. Основы менеджмента. М.: Дело, 1992.
12. Никбахт Е., Гропелли, А. Финансы. К.: Век. 1992.
14. Харрис Дж. Денежная теория. -М.:Мир. 1977.
15. Четыркин Е.М. Методы финансовых и коммерческих расчетов. М.”ДЕЛО Лтд”, 1995г.
16. Первозванский А.А., Первозванская Т.Н., Финансовый рынок. Расчет и риск. - М.Инфа - М, 1994.-192с.
17. Петраков Н.Я. Инвестиционно-финансовый портфель. - М.:Соминтэк, 1993.