

## Приклад 1.

Компанія Альфа визначає умови ризику в термінах стану економіки. Настання сильного економічного зростання вона оцінює з імовірністю 0.3, середнього економічного зростання — з імовірністю 0.5 і слабкого — з імовірністю 0.2.

Грошові надходження від інвестицій у три проекти передбачаються такими:

Економічне зростання	Імовірність	Очікувані грошові надходження		
		A	B	C
Сильне	0.3	\$1800	\$1600	\$2000
Середнє	0.5	1500	1200	1600
Слабке	0.2	800	1000	900

Визначити абсолютні і відносну міри ризику трьох проектів.

### Розв'язання.

1. Сподіваний (середній) грошовий потік (математичне сподівання):

$$M(A) = \sum_{i=1}^3 R_i^A p_i = \$1800(0.3) + \$1500(0.5) + \$800(0.2) = \$1450.$$

Аналогічно  $M(B) = \$1280$  і  $M(C) = \$1580$ .

2. Дисперсія —  $\sigma^2$ .

Розрахуємо дисперсію для проекту A:

$$\begin{aligned}\sigma_A^2 &= \sum_{i=1}^3 p_i (R_i^A - M(A))^2 = 0.3(\$1800 - \$1450)^2 + \\ &+ 0.5(\$1500 - \$1450)^2 + 0.2(\$800 - \$1450)^2 = 122500.\end{aligned}$$

Аналогічно  $\sigma_B^2 = 49600$  і  $\sigma_C^2 = 145600$ .

Мінімальне значення дисперсії грошових надходжень як міри ризику має проект B, тому він менш ризикований з усіх.

3. Стандартне відхилення —  $\sigma$ :

$$\begin{aligned}\sigma_A &= \sqrt{\sigma_A^2} = \sqrt{122500} = \$350. \\ \sigma_B &= \$223 \text{ і } \sigma_C = \$382.\end{aligned}$$

Мінімальне значення стандартного відхилення як міри ризику має проект B.

4. Коефіцієнт варіації —  $\nu$ .

Коефіцієнт варіації показує міру ризику, що вимірюється стандартним відхиленням на \$1 очікуваних прибутків. Тобто, чим нижчим є коефіцієнт варіації, тим меншим є значення відносного ризику:

$$\begin{aligned}\nu_A &= \frac{\sigma}{R} = \frac{\$350}{\$1450} = 0.2414. \\ \nu_B &= 0.1742; \nu_C = 0.2418.\end{aligned}$$

Проект B має найменший коефіцієнт варіації і тому є найменш ризиковим.

### Задача.

Розглядаються три проекти щодо інвестування: А, В, С. За прогнозами аналітиків у майбутньому можливий один з трьох варіантів розвитку економіки (три стани економіки) з ймовірностями:  $p_1 = 0,1$ ,  $p_2 = 0,5$ ,  $p_3 = 0,4$ . Залежно від стану економіки можливі такі значення чистої теперішньої вартості (NPV) цих проектів( у тис. грн.):

Інвестиційні проекти	Можливі стани економіки		
	1	2	3
А	-500	500	-250
В	-250	-250	500
С	75	75	0

Необхідно порівняти привабливість цих проектів для інвестування за показниками кількісної оцінки ефективності та ризику.

**Розв'язання:** Позначимо через  $X_A$ ,  $X_B$ ,  $X_C$  – випадкові величини чистої теперішньої вартості (NPV) проектів А, В, С.

У якості показника кількісної оцінки ефективності проектів обчислимо сподівані значення чистої теперішньої вартості (NPV) проектів, тобто математичні сподівання випадкових величин  $X_A$ ,  $X_B$ ,  $X_C$ :

$$M(X_A) = 0,1 \cdot (-500) + 0,5 \cdot 500 + 0,4 \cdot (-250) = 100 (\text{тис.грн.})$$

$$M(X_B) = 0,1 \cdot (-250) + 0,5 \cdot (-250) + 0,4 \cdot 500 = 50 (\text{тис.грн.})$$

$$M(X_C) = 0,1 \cdot 75 + 0,5 \cdot 75 + 0,4 \cdot 0 = 45 (\text{тис.грн.})$$

Найбільше значення сподіваної чистої теперішньої вартості проекту має проект А, для проектів В і С значення сподіваної чистої теперішньої вартості відрізняються несуттєво.

Оцінимо ризикованість проектів, використовуючи різні показники кількісної оцінки ризику.

Обчислимо у якості показника кількісної оцінки ризику дисперсію (варіацію):

$$D(X_A) = (-500 - 100)^2 \cdot 0,1 + (500 - 100)^2 \cdot 0,5 + (-250 - 100)^2 \cdot 0,4 = 165000$$

$$D(X_B) = (-250 - 50)^2 \cdot 0,1 + (-250 - 50)^2 \cdot 0,5 + (500 - 50)^2 \cdot 0,4 = 135000$$

$$D(X_C) = (75 - 45)^2 \cdot 0,1 + (75 - 45)^2 \cdot 0,5 + (0 - 45)^2 \cdot 0,4 = 1350$$

та середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma^2(X_A) = \sqrt{V(X_A)} \approx 406,202 (\text{тис. грн.})$$

$$\sigma^2(X_B) = \sqrt{V(X_B)} \approx 367,424 (\text{тис. грн.})$$

$$\sigma^2(X_C) = \sqrt{V(X_C)} \approx 36,742 (\text{тис. грн.})$$

Для проекту А значення середньоквадратичного відхилення найбільше, тобто і ступінь ризику найбільший. Для проекту С значення середньоквадратичного відхилення найменше, тобто і ступінь ризику найменший. Що стосується проекту В, то ми бачимо, що значення середньоквадратичного відхилення для цього проекту в десять разів більше, ніж для третього, хоча сподівані значення чистої теперішньої вартості відрізняються несуттєво. І, навпаки, хоча сподівані значення чистої теперішньої вартості першого і другого проектів відрізняються в два рази – значення середньоквадратичного відхилення відрізняються несуттєво.

Тобто, якщо використовувати в якості кількісної оцінки ризику середньоквадратичне відхилення (дисперсію), то людина неохоче до ризику обере проект С (з найменшим ступенем ризику). Людина схильна до ризику може обрати проект А, що має найкращий показник ефективності (сподіване значення чистої теперішньої вартості), хоча і більш ризикований.

Обчислимо як показник кількісної оцінки ризику коефіцієнт варіації:

$$CV(X_A) = \frac{\sigma(X_A)}{M(X_A)} = \frac{406,202}{100} \approx 4,062$$

$$CV(X_B) = \frac{\sigma(X_B)}{M(X_B)} = \frac{367,424}{50} \approx 7,348$$

$$CV(X_C) = \frac{\sigma(X_C)}{M(X_C)} = \frac{36,742}{45} \approx 0,816$$

За цим показником найменш ризикованим є проект С, найбільш ризикованим – В. Тому неохоче до ризику людина обере проект С, а схильна до ризику особа може обрати проект А, який хоча і більш ризикований ніж проект С, але ж і більш прибутковий.

Доречно також розглянути семіквадратичне відхилення (що враховує лише несприятливі відхилення) як ще один показник кількісної оцінки ризику:

$$SSV(X_A) = \sqrt{(-500 - 100)^2 \cdot 0,1 + (-250 - 100)^2 \cdot 0,4} \approx 291,548 (\text{тис. грн.})$$

$$SSV(X_B) = \sqrt{(-250 - 50)^2 \cdot 0,1 + (-250 - 50)^2 \cdot 0,5} \approx 232,379 (\text{тис. грн.})$$

$$SSV(X_C) = \sqrt{(0 - 45)^2 \cdot 0,4} \approx 28,461 (\text{тис. грн.})$$

та коефіцієнт семіваріації:

$$CSV(X_A) = \frac{SSV(X_A)}{M(X_A)} = \frac{291,548}{100} \approx 2,915$$

$$CSV(X_B) = \frac{SSV(X_B)}{M(X_B)} = \frac{232,379}{50} \approx 4,648$$

$$CSV(X_C) = \frac{SSV(X_C)}{M(X_C)} = \frac{28,461}{45} \approx 0,632$$

За цими показниками ми бачимо, що найменш ризикованим є проект С. Тому знову можемо зробити висновок, що неохоча до ризику людина обере проект С, а схильна до ризику особа може обрати проект А.

Розглянемо ще такі широко розповсюджені показники кількісної оцінки ризику як імовірність небажаної події (імовірність збитків) та величину сподіваних збитків.

Ми будемо вважати, що небажана подія полягає в неодоленні прибутку, і обчислимо для кожного з проектів  $p = P(NPV \leq 0)$ .

$$p_A = P(NPV_A \leq 0) = 0,1 + 0,4 = 0,5$$

$$p_B = P(NPV_B \leq 0) = 0,1 + 0,5 = 0,6$$

$$p_C = P(NPV_C \leq 0) = 0,4$$

Найменш ризикованим за цим показником є проект С, найбільш ризикованим – В.

У величині сподіваних збитків будемо враховувати і випадок  $NPV = 0$ , що вказує на ризик невикористаних можливостей.

$$Z_A = -500 \cdot 0,1 - 250 \cdot 0,4 = -150 \text{ (тис. грн.)}$$

$$Z_B = -250 \cdot 0,1 - 250 \cdot 0,5 = -150 \text{ (тис. грн.)}$$

$$Z_C = 0 \cdot 0,4 = 0 \text{ (тис. грн.)}$$

Найменш ризикованим за цим показником є проект С.

Узагальнюючи результати нашого дослідження, можна зробити висновок, що неохоча до ризику особа обере найменш ризикований, хоча і найменш прибутковий проект С; схильна до ризику особа може обрати проект А, який є найбільш прибутковим і має помірні показники кількісної оцінки ризику; враховуючи співвідношення між сподіваним значенням чистої теперішньої вартості та показниками кількісної оцінки ризику проект В обирати не варто.