

*Чемес В. С., здобувач 2 курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки, Волонтир Л. О., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій*

## **АНАЛІЗ РИЗИКІВ У ФІНАНСОВОМУ СЕКТОРІ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ ТА СТАТИСТИКИ**

*Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця*

Зростання економічної та фінансової нестабільності підкреслює необхідність проведення аналізу ризиків у фінансовому секторі. Але через їх складність і непередбачуваність розуміння та ефективного управління цими ризиками залишається складною задачею.

Метою цього дослідження є виявлення основних елементів ризиків, що виникають у фінансовому секторі, а також дослідження можливості використання методів, пов'язаних із теорією ймовірностей та статистикою, для аналізу та управління цими елементами.

Ризик – це ймовірність того, що небажана подія або втрата може вплинути на досягнення цілей чи результати певної діяльності. Коли справа доходить до фінансового сектору, ризик може складатися з різних елементів, наприклад, несплати кредиту, непередбачуваних витрат або навіть ймовірності фінансової катастрофи [1, 2].

Існує багато типів ризиків, зокрема кредитний, ринковий, операційний, ризик ліквідності, політичних змін, технологічний ризик та інші. Кожен із цих типів ризиків може мати власні унікальні характеристики та наслідки [2].

Теорія ймовірностей та математична статистика є незамінними інструментами для вирішення ключових завдань в аналізі ризиків. Однією з важливих задач є оцінка ймовірності настання ризикових подій. Використовуючи ймовірнісні моделі, можна визначити ймовірність виникнення конкретних ризикових ситуацій, як-от дефолти або ринкові кризи, що дає змогу фінансовим інститутам краще підготуватися до можливих сценаріїв.

Додатково, ці методи забезпечують кількісну оцінку ризиків. Математичні підходи, як-от Value at Risk (*VaR*) та Expected Shortfall (*ES*), дають змогу точно оцінити можливі збитки та ймовірність їх настання, що є важливим для прийняття рішень щодо управління капіталом та резервів.

*VaR* оцінює максимальний потенційний збиток за певний період із заданою ймовірністю. Формула для *VaR* для нормального розподілу виглядає так:

$$VaR = \mu - Z \cdot \sigma,$$

де  $\mu$  – середнє повернення активу;

$Z$  – квантиль нормального розподілу для заданого рівня довіри (наприклад, для 95 % рівня довіри  $Z = 1.65$ );

$\sigma$  – стандартне відхилення повернень активу [3].

ES оцінює середній збиток у випадку, якщо збитки перевищують VaR. Для нормального розподілу ES обчислюється як:

$$ES = \frac{\sigma \cdot \phi(Z)}{1 - \alpha} - \mu,$$

де  $\phi(Z)$  – щільність нормального розподілу в точці  $Z$ ;

$\alpha$  – рівень довіри (наприклад, для 95 % рівня довіри  $\alpha = 0.05$ ) [4].

Аналіз та прогнозування волатильності є ще одним важливим завданням. Моделі, як-от GARCH, допомагають прогнозувати мінливість ринкових цін, що є ключовим для управління ринковими ризиками, та оцінки потенційної волатильності активів.

Базова GARCH(1,1) модель описується рівняннями:

$$h_t = \omega + \alpha \epsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1},$$

де  $h_t$  – умовна дисперсія в момент часу  $t$ ;

$\omega, \alpha, \beta$  – параметри моделі;

$\epsilon_{t-1}$  – попередня залишкова величина.

До того ж статистичні методи сприяють оптимізації інвестиційного портфеля. Вони дають змогу визначити оптимальну структуру портфеля, яка мінімізує ризики за заданого рівня очікуваної доходності, враховуючи кореляцію між активами.

Сценарний аналіз та стрес-тестування також є важливими аспектами, де теорія ймовірностей відіграє ключову роль. Моделювання різних економічних та ринкових сценаріїв дає змогу оцінити стійкість фінансових інститутів до зовнішніх шоків, що сприяє кращому розумінню впливу різних факторів на фінансову стабільність.

Нарешті, моніторинг та контроль ризиків є невід'ємною частиною фінансового аналізу. Використання статистичних методів дає змогу створювати системи раннього попередження, які допомагають виявляти та реагувати на ризики на ранніх етапах їх розвитку.

### **Приклад обчислення VaR та ES**

Припустимо, у нас є портфель з історичними даними повернення активів за останній рік. Ми маємо такі щомісячні повернення (у відсотках):

-2 %, 1 %, 3 %, -1 %, 4 %, -3 %, 2 %, -2 %, 1 %, 5 %, -1 %, 3 %.

**Крок 1:** Обчислення середнього повернення та стандартного відхилення.

Середнє повернення ( $\mu$ ):

$$\mu = \frac{-2 + 1 + 3 - 1 + 4 - 3 + 2 - 2 + 1 + 5 - 1 + 3}{12} = \frac{10}{12} = 0.833 \%$$

Стандартне відхилення ( $\sigma$ ) розраховується за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}},$$

де  $x_i$  – кожне зі значень вибірки;

$\mu$  – середнє арифметичне вибірки;

$n$  – кількість значень вибірки.

Тепер обчислимо сукупне значення цих відхилень та їх середнє значення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{75.6667}{12}} = 2.511 \%$$

**Крок 2:** Розрахунок  $VaR$ .

Припустимо, ми хочемо розрахувати  $VaR$  для рівня довіри 95 %. Квантиль для 95 % рівня довіри нормального розподілу ( $Z$ ) дорівнює 1.645:

$$VaR = \mu - Z \cdot \sigma = 0,833 \% - 1,645 \cdot 2,511 \% = - 3,2974 \%$$

Це означає, що зі ймовірністю 95 % максимальний збиток за місяць не перевищить 3.2974 %.

**Крок 3:** Розрахунок Expected Shortfall ( $ES$ ).

Для  $Z = 1.645$ ,  $\phi(1.645) \approx 0.103$ .

Оскільки ми розглядаємо 95 % рівень довіри,  $\alpha = 0.95$ , то:

$$ES = 0,833 \% - \frac{2,511\% \cdot 0,103}{0,05} = 0,833 \% - 5,17 \% = - 4,3395 \%$$

Це означає, що в середньому збиток у випадку, якщо він перевищить  $VaR$ , становитиме 4.337 %.

**Висновки.** Ця робота покликана привернути увагу до різноманітних типів ризиків та демонструє практичну значимість ймовірнісних моделей для можливості оцінки ймовірності настання ризикових подій, як-от дефолти або ринкові кризи. На основі теоретичних відомостей на практичному прикладі продемонстровано використання теорії ймовірностей та математичної статистики для розв'язування спеціалізованих прикладних задач з оцінки ризиків у фінансовому секторі. Наведені в роботі приклади стосуються кількісної оцінки ризиків, як-от Value at Risk ( $VaR$ ) та Expected Shortfall ( $ES$ ).

#### Список використаних джерел

1. Що таке ризики і як вони впливають на якість роботи. *QATestLab*. 03.02.2022. URL: <https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/what-are-the-risks-and-how-do-they-affect/> (дата звернення: 15.05.2024).
2. Жигір А. А. Різновиди підприємницьких ризиків та їх класифікація. *Ефективна економіка*. 2012. № 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1063> (дата звернення: 15.05.2024).
3. What Is Value at Risk (VaR)? How to Calculate It. Composer. Dec. 07 2023. URL: <https://www.composer.trade/learn/value-at-risk> (дата звернення: 16.05.2024).
4. Expected Shortfall closed-form for Normal distribution. Jérémie Smaga's personal blog. Nov. 6, 2016. URL: <https://blog.smaga.ch/expected-shortfall-closed-form-for-normal-distribution/> (дата звернення: 17.05.2024).