

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ВИКОНАННЯ СЦЕНАРНОГО СТРЕС-ТЕСТУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЮ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз застосування методу Монте-Карло для сценарного стрес-тестування інвестиційного портфелю, розрахунку середньої дохідності та побудови ймовірнісної оцінки ризиків. Розглянуті основні проблеми процесу сценарного моделювання та запропоновані шляхи для їх вирішення

Ключові слова: сценарний аналіз, стрес-тестування, Монте-Карло, ризики.

Abstract

The analysis of the application of the Monte Carlo method for scenario stress testing of the investment portfolio, calculation of the average return and construction of a probabilistic risk assessment is performed. The main problems of the scenario modeling process are considered and the ways for their solution are offered

Keywords: scenario analysis, stress testing, Monte Carlo, risks.

Вступ

В умовах активного розвитку світової економіки інвесторам необхідно максимально точно оцінювати всі можливі ризики перед покупкою цінних паперів, щоб уникнути можливих фінансових збитків. Точно спрогнозувати майбутній хід подій є неможливою задачею, тому необхідно зіставити хоча б ймовірнісне уявлення про те, яким може бути майбутнє. Допомогти виконати дану задачу може саме сценарний аналіз, в якому використовується систематичний підхід для прогнозування певного діапазону можливих майбутніх результатів. Аналіз сценаріїв полегшує прийняття бізнес-рішень за рахунок обліку ряду потенційних подій і можливих майбутніх подій в бізнес-середовищі [1].

Однією з основних проблем сценарного аналізу інвестиційного портфелю є необхідність опису всіх можливих сценаріїв розвитку подій, для отримання результатів для кожного із них. Для цього необхідно залучати аналітиків, які проаналізують всі можливі ризики та сформулюють вхідні дані для даного інвестиційного портфелю. Даний підхід в свою чергу дасть результати ґрунтовані на реальних умовах, але займає велику кількість часу та в деяких випадках є економічно не вигідним [1, 2].

Результати дослідження

Метод Монте-Карло дозволяє генерувати велику кількість сценаріїв, що дає можливість розглянути максимально велику кількість можливих подій та аналізувати їх в подальшому для проведення статистичних обрахунків та виділення потенційних ризиків. Адже чим більша кількість сценаріїв розглядається, тим більша точність отриманих результатів моделювання. Результати всіх симуляцій аналізуються, тобто типовий сценарний аналіз фінансового портфелю може бути

пов'язаний з ризиком, наприклад, наскільки ймовірним є те, що даний фінансовий портфель втратить 3% протягом 30 днів.

На початковій стадії процесу моделювання необхідно зібрати, або завантажити вже зібрані історичні дані для змінних обраного інвестиційного портфелю іа привести їх до вигляду відносної зміни ціни закриття:

$$pch = \frac{P(t+1)-P(t)}{P(t)}, \quad (1)$$

де $P(t)$ – ціна закриття акцій в обраний момент часу t ,

$P(t + 1)$ – ціна закриття акцій в наступний момент часу, відповідно до частоти історичних даних [3].

Процес моделювання однієї змінної методом Монте-Карло відбувається в два кроки:

- взяти оригінальний часовий ряд змінної;
- обрати m значень із заміною, обраних випадковим чином та рівномірно.

Даний метод передбачає, що майбутні значення змінної є випадковою передискретизацією минулих повторень. Результати даного методу є наближеними, але вони дають відправну точку для подальшого аналізу змінної [4].

Інвестиційний портфель являє собою комбінації прибутковості та ваги, тому щоб провести моделювання для портфелю, необхідно привести всі історичні дані змінних портфею до одного часового ряду – зваженої суми прибутковості акцій. З огляду на прибутковість R_i , i - го запасу та враховуючи вагу w_i кожної акції в портфелі (усі ваги в сумі повинні давати 1), прибутковість R портфелю може бути виражена як:

$$R = \sum_i R_i w_i. \quad (2)$$

При виконанні моделювання портфелю з використанням даного методу, майбутня прибутковість порфелю розраховується як випадкова вибірка минулих повторень. Враховуючи те, що дане твердження є неможливим, табільш того, сценарний аналіз проводиться для моделювання тих ситуацій, які можуть статися при виникненні певних умов. Наприклад що станеться, якщо середня денна прибутковість кожної акції стане нижче її історичної вартості. Для моделювання такої ситуації, необхідно відкорегувати історичні дані відповідно до заданого сценарію, та змоделювати портфель на модифікованих даних (рисунок 1) [5].

```
[ ] simulated_portfolios.head()
```

	returns_0	returns_1	returns_2	returns_3	returns_4	returns_5	returns_6	returns_7	returns_8	returns_9	returns_10	returns_11	returns_12
0	-0.004030	0.013924	0.025369	-0.013417	0.009231	-0.000013	0.005447	0.004581	0.002429	0.001805	0.003180	0.007486	0.006214
1	-0.024546	0.016157	0.008841	0.002798	0.002492	-0.004326	-0.007587	0.004361	-0.009341	0.000039	0.006538	-0.001545	0.004111
2	0.000480	-0.002539	-0.008240	-0.009255	-0.011971	0.005173	-0.001634	-0.002883	0.002360	-0.020653	0.012644	0.005121	-0.009054
3	-0.001678	-0.002979	-0.006820	0.000287	-0.006198	0.003396	0.004592	0.003690	-0.002065	0.008266	-0.002428	0.007581	0.005943
4	0.001969	0.008622	0.007474	0.004720	-0.001580	0.003149	0.008510	-0.005114	-0.009094	0.003595	-0.004791	-0.010723	0.013839

5 rows x 200 columns

Рисунок 1 – Результати моделювання портфелю методом Монте-Карло

В отриманій таблиці кожен стовбець являє собою сценарий модельованого портфелю, а кожен рядок – період в майбутньому.

Враховуючи щоденну прибутковість портфелю можна побудувати прибутковість через N днів за формулою складених відсотків:

$$R(t + 1) = \prod_{i=1}^N [1 + R(t + i)] - 1. \quad (3)$$

Оскільки прибутковість – це досить малі числа, дану формулу можна апроксимувати:

$$R(t + 1) \approx \sum_{i=1}^N R(t + i). \quad (4)$$

Тобто, дохід портфелю за N днів – це сума повернень за N днів.

Окрім цього з даних результатів моделювання можна, отримати ймовірнісну оцінку ризику. Для цього необхідно виділити 95-й та 5-й перцентилі з сукупності майбутньої прибутковості, після чого їх можна зобразити на графіку (рисунок 2) [6].

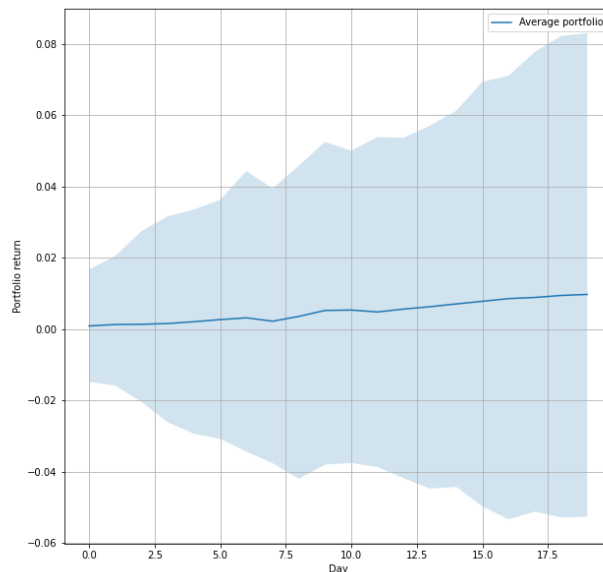


Рисунок 2 – Довірчий інтервал майбутніх доходів.

З графіку зображеного на рисунку 2, можна сказати що через 20 днів існує ймовірність 5% що портфель втратить 5.3% (нижня лінія інтервалу), окрім цього є ймовірність 5% що прибутковість даного портфелю буде більшою ніж 8.3% (верхня лінія інтервалу). В середньому очікується що портфель буде приносити 1% прибутку (суцільна лінія) [3].

Висновки

У роботі проведено аналіз застосування методу Монте-Карло для сценарного моделювання інвестиційного портфелю, розрахунку середньої дохідності та побудови ймовірнісної оцінки ризиків. Розглянуті основні проблеми процесу сценарного моделювання та запропоновані шляхи для їх вирішення, що допоможуть оптимізувати процес моделювання та зменшити можливі ризики під формування інвестиційного портфелю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дубовой В.М., Кветний Р.Н., Михальов О.І., Усов А.В. Моделювання та оптимізація систем. Підручник.- Вінниця, ВНТУ: Едельвейс, -2017. -802 с.

2. Захарчук О. В. Автоматизація проведення сценарного аналізу на фінансових ринках з використанням макроекономічного моделювання [Електронний ресурс] / О.В. Захарчук, В. Ю. Коцюбинський // Конференції ВНТУ електронні наукові видання. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2017/paper/view/2216>.

3. Bertrand K. H. Scenario Analysis in Risk Management: Theory and Practice in Finance / Bertrand K. Hassani. - Springer 2016. - 162 с.

4. Kosow H., Methods of Future and Scenario Analysis. Overview, Assessment, and Selection Criteria / H. Kosow, R. Gassner – Bonn: German Institute for Development, 2008. - 120 с.

5. Rippel M., Stress Testing and Scenario Analysis: The Key Challenges of Operational Risk Management. / M. Rippel, P. Teply – VDM Verlag Dr. Müller, 2010. – 128 с.

6. Bellini T., Stress Testing and Risk Integration in Banks. / T. Bellini – Academic Press, 2016. – 316с.

Кветний Роман Наумович — д-р. техн. наук, професор, завідувач кафедри АІТ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: rkvetny@sprava.net.

Олександр Васильович Захарчук — аспірант кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olekmay@gmail.com;

Roman N. Kvyetnyy — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Automation and Intellectual Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: rkvetny@sprava.net.

Oleksand V. Zaharchuk — Department Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: olekmay@gmail.com;