

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025_156-158

УДК 004.94

МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ СЦЕНАРИЕВ ПОВЕДЕНИЯ РЫНКА И ВЛИЯНИЯ СЛУЧАЙНЫХ СОБЫТИЙ НА ПОРТФЕЛЬ

MONTE CARLO METHOD FOR MODELING THE ASSESSMENT OF POTENTIAL SCENARIOS OF MARKET BEHAVIOR AND THE IMPACT OF RANDOM EVENTS ON THE PORTFOLIO

Величко В.А., магистрант, кафедра информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, г. Воронеж

Юдина Н.Ю., научный руководитель, канд. техн. наук, доц., ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, г. Воронеж

Брославский Д.Р., магистрант, кафедра информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, г. Воронеж

Бунеев И.А., магистрант, кафедра информационных технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, г. Воронеж

Velychko V.A., master's student Department of Information Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Yudina N.Yu., scientific supervisor, PhD in engineering, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Broslovsky D.R., master's student Department of Information Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Buneev I.A., master's student Department of Information Technology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Аннотация: Метод Монте-Карло является одним из наиболее эффективных инструментов моделирования рыночных сценариев и анализа финансовых рисков. В данной статье рассматриваются математические основы метода, его применение для оценки инвестиционных портфелей, а также использование модели Блэка-Шоулза для оценки стоимости производных финансовых инструментов. Приводится пример применения метода для анализа влияния случайных макроэкономических событий на портфель инвестора. Обсуждаются преимущества метода, его точность и вычислительная сложность, а также роль в современных автоматизированных торговых системах.

Abstract: The Monte Carlo method is one of the most effective tools for modeling market scenarios and analyzing financial risks. This article discusses the mathematical foundations of the method, its application to evaluate investment portfolios, as well as the use of the Black-Scholes model to evaluate the value of derivative financial instruments. An example of using the method to analyze the impact of random macroeconomic events on an investor's portfolio is given. The advantages of the method, its accuracy and computational complexity, as well as its role in modern automated trading systems are discussed.

Ключевые слова: метод Монте-Карло, стохастическое моделирование, финансовые риски, инвестиционный портфель, модель Блэка-Шоулза.

Keywords: Monte Carlo method, stochastic modeling, financial risks, investment portfolio, Black-Scholes model.

Метод Монте-Карло является мощным инструментом моделирования рыночных сценариев и оценки влияния случайных событий на инвестиционные портфели. Основная идея метода заключается в использовании случайных чисел для генерации множества возможных траекторий развития рынка, что позволяет получить статистически обоснованное распределение возможных исходов.

Математической основой метода Монте-Карло является стохастическое моделирование. Один из наиболее распространенных подходов базируется на уравнении геометрического броуновского движения, которое описывает динамику цен актива следующим образом:

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t \quad (1)$$

где S_t – цена актива в момент времени t , μ – средняя доходность, σ – волатильность, W_t – винеровский процесс, моделирующий случайные рыночные колебания.

Для численного решения этого уравнения применяется дискретизация по методу Эйлера-Маруямы, что позволяет получить приближенное значение цены на следующем шаге:

$$S_{t+\Delta t} = S_t \exp\left(\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t}Z_t\right) \quad (2)$$

где Z_t – случайная величина, распределенная по нормальному закону $N(0, 1)$.

Повторяя этот процесс для множества траекторий, можно построить вероятностное распределение возможных будущих значений цены.

При моделировании инвестиционных портфелей метод Монте-Карло применяется для оценки вероятностного распределения доходностей и рисков. Стоимость портфеля в будущем зависит от весов активов и их доходностей:

$$V_{t+\Delta t} = V_t(1 + \omega^T r) \quad (3)$$

Этот подход позволяет оценить возможные потери с заданной вероятностью, например, вычислить показатель Value-at-Risk (VaR), который определяется через квантиль распределения доходности портфеля:

$$VaR_\alpha = -\inf\{x | P(R \leq x) \geq \alpha\} \quad (4)$$

Метод Монте-Карло также используется в оценке производных финансовых инструментов, например, в модели Блэка-Шоулза для европейских опционов. Согласно данной модели, стоимость опциона на покупку с ценой исполнения K рассчитывается как математическое ожидание дисконтированной прибыли:

$$C = e^{-rT} E[\max(S_T - K, 0)] \quad (5)$$

где r – безрисковая ставка, T – срок экспирации, S_T – цена актива в момент истечения опциона.

Метод Монте-Карло позволяет численно оценить этот интеграл, моделируя множество возможных траекторий S_t и вычисляя среднее значение выигрышной функции.

Применение метода можно продемонстрировать на примере хеджирования портфеля. Допустим, инвестор хочет оценить влияние макроэкономического шока на стоимость своего портфеля.

С помощью Монте-Карло можно смоделировать тысячи возможных рыночных сценариев, учитывая случайные колебания процентных ставок, инфляции и цен на активы. Анализ полученных результатов позволяет выявить наименее устойчивые позиции и скорректировать стратегию управления рисками.

Преимущества метода Монте-Карло включают его универсальность, возможность моделирования сложных нелинейных зависимостей и учет стохастической природы финансовых рынков. Однако его точность зависит от количества симуляций и вычислительных ресурсов.

В условиях современных технологий использование Монте-Карло в автоматизированных торговых системах и управлении портфелями становится все более распространенным.

В заключение, метод Монте-Карло является ценным инструментом для анализа неопределенности на финансовых рынках. Он позволяет количественно оценивать риск и прогнозировать возможные сценарии развития рыночной ситуации. В сочетании с другими методами финансового анализа, Монте-Карло помогает принимать более взвешенные инвестиционные решения и повышать устойчивость портфелей к случайным рыночным событиям.

Список литературы

1. Метод Монте-Карло на графических процессорах: Учебное пособие / Некрасов К.А., Поташников С.И., Боярченков А.С., - 2-е изд., стер. - Москва: Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 58 с.
2. Кутузов, О. И. Моделирование систем. Имитационный метод / О. И. Кутузов, Т. М. Татарникова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 224 с. — ISBN 978-5-507-48872-8.
3. Glasserman, P. (2004). Monte Carlo Methods in Financial Engineering. Springer.
4. Hull, J. C. (2017). Options, Futures, and Other Derivatives (10th ed.). Pearson.

References

1. Monte Carlo Method on Graphic Processors: Tutorial / Nekrasov K.A., Potashnikov S.I., Boyarchenkov A.S., - 2nd ed., reprinted - Moscow: Flinta, Publishing House of the Ural University, 2017. - 58 p.
2. Kutuzov, O. I. Modeling of systems. Simulation method / O. I. Kutuzov, T. M. Tatarnikova. - 2nd ed., reprinted. - St. Petersburg: Lan, 2024. - 224 p. - ISBN 978-5-507-48872-8.
3. Glasserman, P. (2004). Monte Carlo Methods in Financial Engineering. Springer.
4. Hull, J. C. (2017). Options, Futures, and Other Derivatives (10th ed.). Pearson.