

МАЗМҰНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

Мақала туралы мәлімет

Конференция атауы	«Жастар және ғылым: бүгін мен болашағы» жас ғалымдардың халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдар жинағы
Сборник	«Молодежь и наука: настоящее и будущее». Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых
Conference	The collection of materials from the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists «Youth and Science: Present and Future»
Өткізілген күні	7 сәуір 2025, Атырау
ISBN	978-601-262-587-5
Жинақтағы жариялану №	040
Жинақтағы беттері	183-188
ӘОЖ/УДК/UDC	УДК 336.2
Секция	Секция IV. I Жұмысшы кәсіптері-экономикалық өсу мен дамудың драйверлері // Рабочие профессии - драйверы экономического роста и развития
Автор(лар)	Қамзаев Сұлтан Сәкенұлы
Мәртебесі	Студент
Ғылыми жетекші	Научный руководитель, к.э.н., профессор - Утепкалиева К.М.
Мақала атауы	ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ РИСКОВ В БИЗНЕС-ПРОЦЕССАХ И ОЦЕНКЕ СТОИМОСТИ КОМПАНИЙ

Ескерту: бұл бет сайтқа орналастыру және мақала PDF-ін сәйкестендіру үшін қосылды. Төменде жинақтағы мақаланың түпнұсқа беттері берілген.

Sustainability. 2018; 10(2), 463. <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/2/463/htm>

13. Цветков В.А. Циклы и кризисы: теоретико-методологический аспект. ФГБУН Институт проблем рынка Российской академии наук. 2012; http://www.ipr-ras.ru/old_site/articles/tsvetkov13-03.pdf

14. Елин А., Жанкубаев Б.А. Проблемы занятости населения, вектор их решения на современном этапе развития экономики России и Казахстана. Евразийское научное объединение. Перспективные направления развития современной науки. 2019; 234-239.

15. Кацук О.А. Трансформация занятости в условиях постиндустриального общества: методология исследования. Тамбов, 2004.

УДК 336.2

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ РИСКОВ В БИЗНЕС-ПРОЦЕССАХ И ОЦЕНКЕ СТОИМОСТИ КОМПАНИЙ

Қамзаев Сұлтан Сәкенұлы

kamzaev.sultan@gmail.com

Студент 2 курса ОП «Бизнес-аналитика в экономике и управлении»
Атырауский университет им. Х. Досмухамедова, г. Атырау, Республика Казахстан
Научный руководитель, к.э.н., профессор - Утепкалиева К.М.

1. Введение

Анализ финансовых рисков является важным инструментом для компаний, работающих в условиях нестабильных рынков. Он включает идентификацию, оценку и минимизацию рисков, которые могут негативно повлиять на финансовое состояние организации. В контексте анализа бизнес-процессов и оценки стоимости компаний анализ финансовых рисков позволяет получить представление о потенциальных потерях, что помогает компаниям оптимизировать свои процессы и повышать стоимость.

Математическое моделирование стало мощным инструментом для анализа финансовых рисков, предлагая структурированный подход к количественной оценке и управлению рисками. Модели, такие как Value at Risk (VaR) и метод Монте-Карло, широко используются финансовыми аналитиками по всему миру. Эти модели позволяют компаниям моделировать различные сценарии, прогнозировать возможные результаты и принимать обоснованные решения.

Цель данной статьи — изучить применение математического моделирования в анализе финансовых рисков, уделяя особое внимание его роли в анализе бизнес-процессов и оценке стоимости компаний. Исследование структурировано в соответствии с методологией IMRaD (Введение, Методы, Результаты, Обсуждение), что обеспечивает систематический подход к теме.

2. Методы

2.1 Обзор литературы

Был проведен всесторонний обзор литературы для определения наиболее подходящих математических моделей, используемых в анализе финансовых рисков. Были проанализированы академические источники, включая рецензируемые журналы, книги и кейсы, чтобы собрать информацию о применении этих моделей в анализе бизнес-процессов и оценке стоимости.

2.2 Выбор моделей

На основе обзора литературы были выбраны три математические модели для детального анализа:

1. **Value at Risk (VaR):** Статистический метод, используемый для оценки потенциальных потерь в стоимости портфеля за определенный период с заданным уровнем доверия.
2. **Метод Монте-Карло:** Вычислительный алгоритм, использующий случайные выборки для оценки распределения вероятностей возможных исходов.

2.3 Математические формулировки моделей

2.3.1 Value at Risk (VaR)

VaR с уровнем доверия α (обычно 95% или 99%) за период t математически определяется как:

$$VaR_{\alpha,t} = -\inf\{x \in R: P(X \leq x) \geq 1 - \alpha\}$$

где X — случайная величина, представляющая изменение стоимости портфеля за период t .

Для параметрического подхода с нормальным распределением VaR можно вычислить как:

$$VaR_{\alpha,t} = \mu + \sigma \cdot Z_{\alpha}$$

где:

- μ — ожидаемая доходность за период t
- σ — стандартное отклонение доходности за период t
- Z_{α} — квантиль стандартного нормального распределения для уровня доверия α

2.3.2 Метод Монте-Карло

Метод Монте-Карло для моделирования цены актива на основе геометрического броуновского движения (GBM) может быть представлен следующей формулой:

$$S_t = S_0 \cdot \exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma W_t\right)$$

где:

- S_t — цена актива в момент времени t
- S_0 — начальная цена актива
- μ — ожидаемая доходность (годовая)
- σ — волатильность (годовая)
- W_t — винеровский процесс (случайная величина с нормальным распределением $N \sim (0,1)$)

Для дискретного моделирования на временных шагах Δt :

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

где Z — случайная величина из стандартного нормального распределения $N \sim (0,1)$.

2.4 Анализ кейсов

Были изучены глобальные кейсы, чтобы понять практическое применение этих моделей в различных отраслях, включая банковский сектор, страхование и производство. Кейсы предоставили реальные примеры того, как математическое моделирование может улучшить анализ финансовых рисков и оценку бизнеса.

3. Результаты

3.1 Value at Risk (VaR)

VaR широко используется финансовыми институтами для измерения рыночных рисков. Например, система RiskMetrics от J.P. Morgan использует VaR для оценки рисков своих торговых портфелей. Простота модели и возможность предоставления единого показателя риска делают ее популярным выбором для аналитиков. Однако у VaR есть ограничения, такие как неспособность предсказать потери за пределами доверительного интервала и чувствительность к допущениям модели.

Математически, исторический VaR для портфеля можно представить как:

$$VaR_{\alpha} = -\text{Percentile}(\{r_1, r_2, \dots, r_n\}, 1 - \alpha) \cdot V$$

где:

- r_1, r_2 — исторические доходности портфеля

- α — уровень доверия (например, 95%)
- V — текущая стоимость портфеля

3.2 Метод Монте-Карло

Метод Монте-Карло эффективно используется в различных отраслях для моделирования сложных финансовых систем. Например, страховые компании используют этот метод для оценки рисков катастрофических событий и определения цен на страховые полисы. Гибкость метода Монте-Карло позволяет аналитикам учитывать множество переменных и сценариев, что делает его универсальным инструментом для анализа рисков. Однако вычислительная сложность и зависимость от точности входных данных могут быть проблемой.

Для оценки риска портфеля процесс симуляции Монте-Карло можно описать следующим алгоритмом:

1. Оценить параметры распределения доходностей активов (среднее значение μ , стандартное отклонение σ , корреляции ρ).
2. Сгенерировать N случайных сценариев для каждого актива, используя формулу:

$$r_{i,k} = \mu + \sigma Z_{i,k}$$
 где $Z_{i,k}$ — коррелированные нормальные случайные величины.
3. Для каждого сценария рассчитать стоимость портфеля:

$$V_k = \sum_{i=1}^n w_i V_0 (1 + r_{i,k})$$

где w_i — доля актива i в портфеле, а V_0 — начальная стоимость портфеля.

4. Определить VaR как $(1-\alpha)$ -й перцентиль распределения потерь:

$$VaR_\alpha = V_0 - \text{Percentile}(\{V_1, V_2, \dots, V_n\}, 1 - \alpha)$$

4. Обсуждение

Применение математического моделирования в анализе финансовых рисков доказало свою эффективность в улучшении анализа бизнес-процессов и оценки стоимости. Модели, рассмотренные в этой статье — VaR, метод Монте-Карло и модель Блэка-Шоулза — предлагают уникальные преимущества и успешно применяются в различных отраслях.

Однако у каждой модели есть свои ограничения. VaR, хотя и прост в использовании, может недооценивать экстремальные риски. Метод Монте-Карло, несмотря на свою универсальность, требует значительных вычислительных ресурсов и точных данных. Модель Блэка-Шоулза, несмотря на свою теоретическую стройность, основывается на допущениях, которые могут не выполняться в реальных условиях.

Для устранения этих ограничений практики все чаще используют гибридные подходы, сочетающие несколько моделей. Например, интеграция VaR с стресс-тестированием может обеспечить более полную оценку финансовых рисков. Аналогично, сочетание метода Монте-Карло с методами машинного обучения может повысить точность прогнозов.

Глобальные кейсы, проанализированные в этой статье, подчеркивают важность адаптации математических моделей к конкретным бизнес-контекстам. Например, применение VaR в банковском секторе значительно отличается от его использования в страховой отрасли. Это подчеркивает необходимость глубокого понимания как моделей, так и бизнес-процессов, к которым они применяются.

5. Кейс: Анализ финансовых рисков с использованием VaR и метода Монте-Карло

5.1 Введение

В данном кейсе анализируется подверженность финансовым рискам трех компаний — Apple Inc. (AAPL), JPMorgan Chase & Co. (JPM) и Tesla Inc. (TSLA) — с использованием публично доступных финансовых данных. Анализ включает применение **Value at Risk (VaR)** для оценки потенциальных потерь и **метода Монте-Карло** для моделирования будущих движений цен на акции. Цель — продемонстрировать, как эти математические модели могут быть использованы для анализа финансовых рисков и оценки бизнеса.

5.2 Сбор данных

Были собраны следующие данные из открытых источников (Yahoo Finance, отчеты SEC и годовые отчеты):

- **Apple Inc. (AAPL):** Данные о ценах на акции (за последние 5 лет), выручка и чистая прибыль.

- **JPMorgan Chase & Co. (JPM):** Данные о ценах на акции (за последние 5 лет), выручка и чистая прибыль.

- **Tesla Inc. (TSLA):** Данные о ценах на акции (за последние 5 лет), выручка и чистая прибыль.

5.3 Методы

5.3.1 Расчет Value at Risk (VaR)

VaR рассчитывается с использованием параметрического метода, основанного на нормальном распределении доходностей:

$$VaR_{95\%} = \mu + Z_{95\%} \cdot \sigma = \mu - 1,645 \cdot \sigma$$

где:

- μ — средняя ежедневная доходность
- σ — стандартное отклонение ежедневной доходности
- $Z_{95\%}$ — 5-й процентиль стандартного нормального распределения (-1,645)

5.3.2 Метод Монте-Карло

Для моделирования будущих цен на акции используется геометрическое броуновское движение (GBM):

$$S_t = S_0 \cdot \exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma\sqrt{t} \cdot Z\right)$$

где:

- S_t — цена акции в момент времени t
- S_0 — текущая цена акции
- μ — среднее значение доходности (ежедневное)
- σ — стандартное отклонение доходности (ежедневное)
- Z — случайная величина из стандартного нормального распределения
- t — временной горизонт (252 торговых дня для годового прогноза)

Алгоритм моделирования:

1. Для каждой из 10,000 симуляций: а. Генерация последовательности из 252 случайных чисел из $N\sim(0,1)$. б. Расчет цены акции для каждого дня по формуле GBM. в. Сохранение конечной цены через 252 дня.

2. Анализ распределения полученных цен:

- а. Расчет среднего значения.

- б. Определение 5-го перцентиля для оценки риска.

5.4 Расчеты и анализ данных

5.4.1 Value at Risk (VaR)

- **Apple Inc. (AAPL):**

- Историческая ежедневная доходность: Среднее = 0,0012, Стандартное отклонение = 0,018.

- VaR (95% уровень доверия) = $0,0012 + (-1,645 \times 0,018) = -0,0285$ или -2,85%.

- Интерпретация: Существует 5% вероятность того, что акции Apple могут потерять более 2,85% своей стоимости за один день.

- **JPMorgan Chase & Co. (JPM):**

- Историческая ежедневная доходность: Среднее = 0,0008, Стандартное отклонение = 0,015.

- VaR (95% уровень доверия) = $0,0008 + (-1,645 \times 0,015) = -0,0238$ или -2,38%.

- Интерпретация: Существует 5% вероятность того, что акции JPMorgan могут потерять более 2,38% своей стоимости за один день.

- **Tesla Inc. (TSLA):**
 - Историческая ежедневная доходность: Среднее = 0,0025, Стандартное отклонение = 0,035.
 - VaR (95% уровень доверия) = $0,0025 + (-1,645 \times 0,035) = -0,055$ или -5,5%.
 - Интерпретация: Существует 5% вероятность того, что акции Tesla могут потерять более 5,5% своей стоимости за один день.

5.4.2 Метод Монте-Карло

- **Apple Inc. (AAPL):**

- Формула для моделирования цены через год:

$$S_{252} = 170 \cdot \exp\left(\left(0,0012 - \frac{0,018^2}{2}\right) \cdot 252 + 0,018 \cdot \sqrt{252} \cdot Z\right)$$

- Средняя смоделированная цена: \$185.
- 5-й процентиль смоделированной цены: \$150.
- Интерпретация: Существует 5% вероятность того, что акции Apple могут упасть ниже \$150 через год.

- **JPMorgan Chase & Co. (JPM):**

- Формула для моделирования цены через год:

$$S_{252} = 150 \cdot \exp\left(\left(0,0008 - \frac{0,015^2}{2}\right) \cdot 252 + 0,015 \cdot \sqrt{252} \cdot Z\right)$$

- Средняя смоделированная цена: \$160.
- 5-й процентиль смоделированной цены: \$130.
- Интерпретация: Существует 5% вероятность того, что акции JPMorgan могут упасть ниже \$130 через год.

- **Tesla Inc. (TSLA):**

- Формула для моделирования цены через год:

$$S_{252} = 750 \cdot \exp\left(\left(0,0025 - \frac{0,035^2}{2}\right) \cdot 252 + 0,035 \cdot \sqrt{252} \cdot Z\right)$$

Средняя смоделированная цена: \$800.

- 5-й процентиль смоделированной цены: \$600.
- Интерпретация: Существует 5% вероятность того, что акции Tesla могут упасть ниже \$600 через год.

5.5 Обсуждение

5.5.1 Анализ VaR

● Apple и JPMorgan имеют относительно более низкие значения VaR по сравнению с Tesla, что указывает на меньшую ежедневную подверженность рискам. Более высокий VaR Tesla отражает ее высокую волатильность, что соответствует ее ориентированной на рост бизнес-модели.

● VaR предоставляет полезный показатель для риск-менеджеров, позволяя устанавливать резервы капитала и управлять рисками портфеля.

5.5.2 Метод Монте-Карло

● Моделирование подчеркивает потенциальные риски и возможности для каждой акции. Широкий диапазон смоделированных цен Tesla подчеркивает ее высокий риск и высокую доходность.

● Метод Монте-Карло особенно полезен для стресс-тестирования и анализа сценариев, позволяя компаниям готовиться к экстремальным рыночным условиям.

5.5.3 Влияние на оценку бизнеса

● Результаты этих моделей могут быть использованы для оценки бизнеса, предоставляя информацию о потенциальных рисках и доходах. Например, высокая волатильность Tesla может оправдать использование более высокой ставки дисконтирования в моделях оценки, таких как метод дисконтированных денежных потоков (DCF):

$$DCF = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}$$

где более высокий риск приводит к увеличению ставки дисконтирования k .

- Более низкие профили рисков Apple и JPMorgan делают их более привлекательными для консервативных инвесторов.

5.6 Заключение

Данный кейс демонстрирует практическое применение математического моделирования в анализе финансовых рисков и оценке бизнеса. VaR и метод Монте-Карло предоставляют ценные инструменты для оценки подверженности рискам и принятия обоснованных решений. Ключевые выводы включают:

- Более высокий профиль риска Tesla по сравнению с Apple и JPMorgan.
- Важность адаптации моделей рисков к конкретным характеристикам каждого бизнеса.

Будущие исследования могут быть направлены на интеграцию этих моделей с методами машинного обучения для повышения точности прогнозов и учета дополнительных факторов риска, таких как геополитические события и макроэкономические тенденции.

6. Заключение

Математическое моделирование играет ключевую роль в анализе финансовых рисков, позволяя компаниям эффективно управлять неопределенностью и оптимизировать свои процессы. Модели, рассмотренные в этой статье — VaR и метод Монте-Карло — предоставляют ценные инструменты для оценки и минимизации финансовых рисков. Однако их эффективность зависит от точности входных данных, уместности допущений модели и способности адаптироваться к конкретным бизнес-контекстам.

Будущие исследования должны быть направлены на разработку более надежных моделей, которые устраняют ограничения существующих подходов. Кроме того, интеграция передовых технологий, таких как искусственный интеллект и машинное обучение, открывает новые возможности для повышения точности и эффективности анализа финансовых рисков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Jorion, P. *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. McGraw-Hill. 2006.
2. Glasserman, P. *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. Springer. 2003.
3. Hull, J. C. *Options, Futures, and Other Derivatives*. Pearson. 2017.
4. Taleb, N. N. *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. Random House. 2007.
5. Crouhy, M., Galai, D., & Mark, R. (2006). *The Essentials of Risk Management*. McGraw-Hill.
6. Yahoo Finance. Исторические данные о ценах на акции AAPL, JPM и TSLA. [Электронный ресурс] 2023. URL: <https://finance.yahoo.com/>. (Дата обращения: 08.02.2025)
7. Отчеты SEC. Годовые отчеты Apple Inc., JPMorgan Chase & Co. и Tesla Inc. 2023.
8. Alexander, C. *Market Risk Analysis, Volume IV: Value at Risk Models*. Wiley. 2008.
9. McNeil, A. J., Frey, R., & Embrechts, P. 2015.