

МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ РИСКОВ НА ОСНОВЕ VAR: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Л. Н. Орлова¹, А. Р. Саяхетдинов²

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

¹ e-mail: lnorlova@fa.ru

² e-mail: sayahetdinov@gmail.com

Аннотация. В настоящее время, когда возрастающие неопределенность, изменчивость и турбулентность являются главными атрибутами экономической деятельности, возрастает роль риск-менеджмента как инструмента обеспечения экономической и финансовой безопасности хозяйствующих субъектов. Риск-менеджмент обеспечивает в простой и понятной форме прогноз рисков, предлагает направления и способы из митигации. Для большинства хозяйствующих субъектов количественная оценка рисков является наиболее приемлемой и понятной, в связи с чем в последние десятилетия стала применяться методология оценки подверженности риску актива – Value at Risk (VaR), направленная на оценку и минимизацию возможных потерь стоимости активов. Целью исследования является обобщение теоретических подходов и лучших практик применения методики Value at Risk для обоснования и оценки финансовых рисков. Объектом исследования являются научные подходы к определению VaR как меры риска; предметом исследования являются экономические отношения и закономерности, возникающие в процессе прогнозирования и минимизации финансовых рисков хозяйствующих субъектов. В качестве основных методов исследования были выбраны методы логического анализа, обобщения, структурирования, экономико-математические методы. Эмпирической базой исследования послужили данные открытых информационных ресурсов, аналитических агентств, статистические материалы. Информационной базой исследования являются открытые источники, аккумулирующие данные о котировке акций хозяйствующих субъектов. Новизна исследования заключается в обобщении возможностей применения методологии VaR для оценки рисков активов различных хозяйствующих субъектов, определение способов интерпретации данного показателя в зависимости от используемых подходов к его определению. В качестве выводов и рекомендаций авторами представлены направления практического применения методологии VaR в условиях обладания различными объемами информации и входных данных.

Ключевые слова: риск-менеджмент, финансовая безопасность, количественные методы оценки риска, методология Value at Risk.

Для цитирования: Орлова Л. Н., Саяхетдинов А. Р. Методики количественной оценки рисков на основе VaR: сравнительный анализ // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2023. – № 2. – С. 63–74, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2023-2-63>.

Original article

METHODS FOR QUANTITATIVE RISK ASSESSMENT BASED ON VAR: COMPARATIVE ANALYSIS

L. N. Orlova¹, A. R. Sayakhedtinov²

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

¹ e-mail: lnorlova@fa.ru

² e-mail: sayahetdinov@gmail.com

Abstract. At present, when increasing uncertainty, volatility and turbulence are the main attributes of economic activity, the role of risk management as a tool for ensuring the economic and financial security of economic entities is increasing. Risk management provides a risk forecast in a simple and understandable form, suggests directions and methods for mitigation. For most business entities, quantitative risk assessment is the most acceptable and understandable, and therefore, in recent decades, the Value at Risk (VaR) methodology for assessing asset risk exposure has been used, aimed at assessing and minimizing possible asset value losses. The purpose of the study is to summarize theoretical approaches and best practices for applying the Value at Risk methodology to substantiate and assess financial risks. The object of the study is scientific approaches to the definition of VaR as a measure

of risk; the subject of the study is economic relations and patterns that arise in the process of forecasting and minimizing the financial risks of economic entities. The methods of logical analysis, generalization, structuring, economic and mathematical methods were chosen as the main research methods. The empirical basis of the study was data from open information resources, analytical agencies, and statistical materials. The information base of the study is open sources, accumulating data on the quotation of shares of economic entities. The novelty of the study lies in the generalization of the possibilities of applying the VaR methodology for assessing the risks of assets of various business entities, determining the ways of interpreting this indicator depending on the approaches used to determine it. As conclusions and recommendations, the authors present directions for the practical application of the VaR methodology in the presence of various amounts of information and input data.

Key words: risk management, financial security, quantitative risk assessment methods, Value at Risk methodology.

Cite as: Orlova, L. N., Sayakhmetdinov, A. R. (2023) [Methods for quantitative risk assessment based on VaR: comparative analysis]. *Intellekt. Innovacii. Investicii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 2, pp. 63–74, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2023-2-63>.

Введение

Развитие финансового рынка в условиях возрастающей неопределенности и нестабильности, увеличение объема обращения на рынке различных видов ценных бумаг (акции, облигации, финансовые деривативы) приводит к широкому использованию различных финансовых инструментов. Возможности работы с ценными бумагами и активами имеют все больше и больше экономических субъектов – не только профессиональные участники рынка, но и частные лица, обладающие свободными денежными ресурсами. Следствием этого тренда является повышение волатильности финансовых инструментов, что, в свою очередь, ведет к увеличению уровня рисков, в связи с чем появляется необходимость более точного их анализа. Для большинства хозяйствующих субъектов количественная оценка рисков является наиболее приемлемой и понятной [8], в связи с чем в последние десятилетия стала применяться методология оценки подверженности риску актива – Value at Risk (VaR), направленная на оценку и минимизацию возможных потерь стоимости активов.

Целью исследования является обобщение теоретических подходов и лучших практик применения методики Value at Risk для обоснования и оценки финансовых рисков хозяйствующих субъектов. Постановка цели исследования предопределила необходимость решения следующих задач: 1) определение основных подходов к применению VaR и возможностей их применения в практической деятельности хозяйствующих субъектов; 2) определение достоинств и недостатков метода дельта-нормальной оценки, метода исторической симуляции, метода симуляции Монте-Карло; 3) разработка рекомендаций по практическому использованию моделей и интерпретации полученных данных.

Материалы и методы. Методология VaR

В настоящее время, когда возрастающие неопределенность, изменчивость и турбулентность являются главными атрибутами экономической деятельности, возрастает роль риск-менеджмента как

инструмента обеспечения экономической и финансовой безопасности хозяйствующих субъектов [3]. Риск-менеджмент обеспечивает в простой и понятной форме прогноз рисков, предлагает направления и способы из митигации [9]. Методология VaR (Value at Risk) является одним из методов экономико-математического анализа. В наиболее общей форме VaR измеряет падение стоимости рискованного актива в течение определенного периода времени при заданном доверительном интервале.

Широкое применение методологии VaR началось в конце прошлого века, когда появился сервис компании J.P.Morgan под названием RiskMetrics, позволяющий оперативно устанавливать ковариации и дисперсии различных ценных бумаг и классов активов и определять меру риска в стоимостном выражении. Но необходимо отметить, что математические методы, лежащие в основе расчета VaR, использовались для оценки риска и раньше, например, в портфельном анализе Г. Марковица [4]. Показатель VaR стали использовать коммерческие банки, а также контролирующие их органы. В настоящее время VaR является инструментом оценки риска и в компаниях нефинансового сектора.

Методология VaR как инструмент количественной оценки риска прочно набирает обороты и в российской практике [7], применяется как в банковской сфере, так и реальном секторе экономики для обоснования инвестиционных вложений в основной капитал [1], при управлении таможенными и отраслевыми рисками [2]. Применение методологии VaR представляет собой математическую основу цифровых трансформаций в бизнесе [12], так как позволяет практически в режиме реального времени на основе быстрой обработки большого массива данных строить прогнозы о допустимых величинах риска деятельности хозяйствующих субъектов [5].

VaR является методом количественной оценки рисков, что подразумевает под собой измерение величины рыночного риска и потенциальной максимальной потери для финансовых инструментов или финансового портфолио на определенном отрезке

времени при стандартных рыночных условиях и заданном доверительном уровне.

Математически показатель VaR можно определить следующим способом [14]:

$$p = \mathbb{P}(\Delta V_{\Delta t} \leq VaR) = F_{\alpha}(VaR), \quad (1)$$

где

$\Delta V_{\Delta t}$ – представляет собой изменение активов на временном горизонте Δt ;

$F_{\alpha}(VaR)$ – функцию кумулятивного распределения VaR;

p – заданный уровень вероятности;

α – уровень значимости для данного распределения.

Как вероятностный показатель VaR можно записать следующим образом [11]:

$$VaR_p = x_p = \inf\{x | F_{\alpha}(x) \geq p\}, \quad (2)$$

где

$\inf$ – это минимальное реальное число.

Соответственно из данного определения можно выделить три пункта, которые необходимы для вычисления VaR [11]:

1. Временной период (горизонт, на котором будет рассчитываться риск);
2. Значение VaR, выраженное в определенной денежной сумме;
3. Доверительный уровень, такой как $p \in (0; 1)$.

Так же в зависимости от того, что требуется найти, могут быть добавлены такие параметры, как частота данных; значение $F_{\alpha}(x)$ или квантиля данного распределения.

В соответствии с формулой (2), VaR в первую очередь показывает верхнюю границу выраженного в денежном эквиваленте ущерба, который хозяйствующий субъект может понести в один из дней на выбранном временном отрезке с заданной вероятностью. То есть, если в результате вычислений получилось, что VaR при уровне значимости 99% равен 1 миллиону денежных единиц на временном горизонте одного месяца, то из этого можно сделать вывод, что с вероятностью 0,99 потери на рынке в ближайшее время от выбранной временной точки на основании статистики за месяц не превысят 1 миллион денежных единиц, а потери могут превысить данный лимит с вероятностью 0,01. Показатель VaR можно также использовать и для вычисления вероятности наступления того или иного случая. Для этого необходимо заранее определить показатель VaR (соответственно установить мак-

симум, который некто готов потерять) и, исходя из формулы (1), высчитать вероятность того, что потери не превысят заданное значение.

Необходимо отметить, что на практике все данные, необходимые для подсчета VaR в соответствии с его математическим определением, крайне редко находятся в необходимой диспозиции. Поэтому существует несколько подходов к подсчету VaR, ключевыми из которых являются параметрические, непараметрические и полупараметрические методы [11].

К первой группе методов относится метод дельта-нормальной оценки, ко второй – метод исторической симуляции и к третьей – метод симуляции Монте-Карло. Также стоит отметить существование достаточно большого количества других методик, но в рамках представленного исследования акцент будет сделан на наиболее распространенных.

Результаты исследования Возможности применения метода дельта-нормальной оценки

Этот метод является одним из самых популярных методов, т.к. не требует значительных вычислений, хотя и результат получается достаточно приближенным. Метод основывается на том, что процентное изменение цены актива на финансовом рынке имеет нормальное распределение. Из этого предположения значение VaR рассчитывается по формуле [13, с. 75]:

$$VaR = Z_{\alpha} * \sigma * P * \sqrt{t}, \quad (3)$$

где

Z_{α} – значение Z нормального распределения для уровня значимости α ,

σ – стандартное отклонение доходности цены определенного финансового инструмента,

P – цена данного инструмента,

t – период, в течение которого владелец будет этот инструмент держать.

В качестве примера применения метода дельта-нормальной оценки приведем расчет риска владения акциями крупного банка на временном гори-

зонте в 33 дня, при уровне значимости 95%. Стоимость акций в рассматриваемый период времени отражена на рисунке 1.

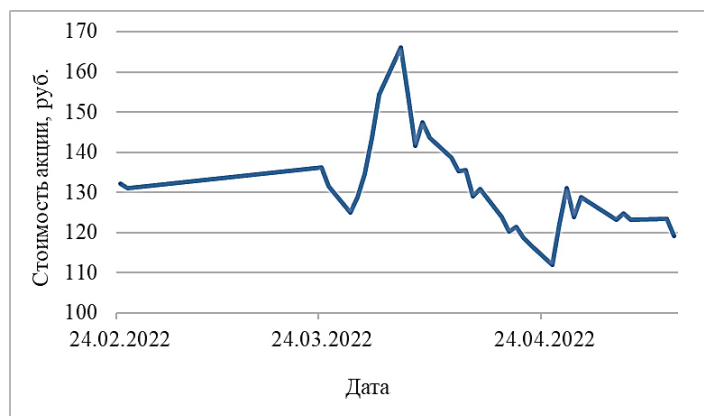


Рисунок 1. Стоимость акций банка

Источник: данные ресурса *Финам.ру*¹

Для определения доходности акций можно воспользоваться формулой:

$$\text{Доходность} = \ln\left(\frac{P_i}{P_{i-1}}\right), \quad \text{для } i = 1, 2, 3 \dots N, \quad (4)$$

где

P – цена акции в определенной точке,

N – число рассматриваемых периодов.

Полученные данные доходности представлены в таблице 1.

Таблица 1. Доходность акций банка

Дата	Доходность	Дата	Доходность	Дата	Доходность
25.02.2022	-1%	07.04.2022	4%	22.04.2022	-1%
24.03.2022	4%	08.04.2022	-3%	25.04.2022	-4%
25.03.2022	-4%	11.04.2022	-4%	26.04.2022	9%
28.03.2022	-5%	12.04.2022	-2%	27.04.2022	7%
29.03.2022	3%	13.04.2022	0%	28.04.2022	-6%
30.03.2022	4%	14.04.2022	-5%	29.04.2022	4%
31.03.2022	7%	15.04.2022	1%	04.05.2022	-4%
01.04.2022	7%	18.04.2022	-6%	05.05.2022	1%
04.04.2022	7%	19.04.2022	-3%	06.05.2022	-1%
05.04.2022	-7%	20.04.2022	1%	11.05.2022	0%
06.04.2022	-8%	21.04.2022	-2%	12.05.2022	-3%

Источник: рассчитано авторами на основе данных *Финам.ру*²

Непараметрический критерий согласия Колмогорова-Смирнова показал, что распределение доходности акций можно назвать нормальным (максимальное значение в разнице между наблюдаемыми значениями и соответствующими значениями при нормальном распределении составило 0,154,

при критическом значении в 0,224, что позволяет говорить о нормальном распределении). Определив стандартное отклонение ($\sigma = 0,0467$) и критическое табличное значение $Z_{0,95} = 1.6449$ по формуле (3), вычисляем VaR:

$$VaR = 1,6449 * 0,0467 * 119,1 * \sqrt{33} = 52,56.$$

Так как необходимо узнать максимальное значение возможного убытка, то больший интерес пред-

ставляет левый «хвост» критических значений, так как убытки соответствуют именно ему. Соответст-

¹ Финам.ру [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.finam.ru/quote/moex-akcii/sberbank/> (дата обращения: 13.05.2022).

² Там же.

венно можно спрогнозировать, что с вероятностью 0,95 убыток от одной акции ПАО «Сбербанк России» не превысит 52 рубля 56 копеек.

Возможности применения метода исторической симуляции

Этот метод также является достаточно простым в применении, так как не требует дополнительных вычислений. В отличие от метода дельта-нормальной оценки здесь отсутствует предположение о том, что доходности той или иной ценной бумаги соответствуют какому-либо распределению. Данный метод базируется на утверждении, что доходности инвестиционных инструментов независимы и идентичны, что позволяет использовать для вычисления значения VaR исторические данные о доходности активов.

Однако из этого вытекает существенная проблема, которая может помешать как вычислениям, так и сопоставлению результатов разных методик. Она заключается в том, что для вычисления методом исторической симуляции требуется достаточно большой объем данных, касающийся котировок ценных бумаг, что не всегда можно получить или не всегда логично рассматривать. Например, при резкой смене

трендов развития, вызванных геополитическими факторами, резкое изменение стоимости ценных бумаг не связано с деятельностью самих хозяйствующих субъектов. Из-за размеров выборки значительное влияние на результат вычислений может оказать и дисперсия ряда данных, так при высоком уровне дисперсии может произойти значительное искажение. При слишком большой рассеянности может получиться так, что необходимый квантиль будет находиться далеко от основного массива данных.

Что же касается применения самого метода, то он заключается в том, что:

1. Собираются данные о доходности за обширный исторический период (в зависимости от исследовательского интереса длина периода может варьироваться);
2. Данные выстраиваются в порядке возрастания;
3. Вычисляется нужный квантиль из необходимых данных. Квантиль определяется по установленному уровню значимости, так если задан уровень значимости 95% – необходимо найти 5-й квантиль, 99%-ый уровень – 1-й квантиль и т. п.
4. Для вычисления значения VaR используется формула [15]:

$$VaR_k(\alpha) = -S_0 * \text{квантиль}_k, \quad (5)$$

где

S_0 – объем начальных инвестиций,
 k – индекс ценной бумаги.

Возможности применения метода исторической симуляции проиллюстрируем примером расчета VaR для акций крупной промышленной компании. Данные по стоимости акций анализировались за период продолжительностью в один год, при уровне

значимости 95% и изначальных инвестициях в размере 1 миллиона денежных единиц. На рисунке 2 представлена динамика цен промышленной компании за год (253 биржевых дня).



Рисунок 2. Изменение цены акции промышленной компании в течение года

Источник: рассчитано авторами на основе открытых данных Yahoo! Finance³

³ Yahoo! Finance [Электронный ресурс]. – URL: https://finance.yahoo.com/quote/TSLA/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAABoPV5bFpsN10Eb952OJ9E0YLSyqq2hnnWSU2MMdYkxPE8hyWHhHpYf1WP16gKekNqu6dh0QEV7mBb6Tmt32zQLcX_0MiaDQXSGDEn-9cnqtOuGMMXzuC7Vuo31hoJ37bwTwdzLOGtZep88ZkgWxYizA9-db8Qdt_8AcX-CJ15nY (дата обращения: 13.05.2022).

Исходя из данных о ценах на акцию, была рассчитана доходность акции в соответствии с форму-

лой (4) и произведена сортировка в порядке возрастания (в таблице 2 приведены первые 30 значений).

Таблица 2. Доходность акций промышленной компании

№	Доходность	№	Доходность	№	Доходность
1.	-12,99%	11.	-5,50%	21.	-4,95%
2.	-12,77%	12.	-5,48%	22.	-4,85%
3.	-12,28%	13.	-5,40%	23.	-4,72%
4.	-9,51%	14.	-5,26%	24.	-4,44%
5.	-8,70%	15.	-5,23%	25.	-4,42%
6.	-8,62%	16.	-5,16%	26.	-4,27%
7.	-7,25%	17.	-5,11%	27.	-4,26%
8.	-6,99%	18.	-5,08%	28.	-4,22%
9.	-6,64%	19.	-5,05%	29.	-4,22%
10.	-6,29%	20.	-4,96%	30.	-4,10%

Источник: рассчитано авторами на основе открытых данных Yahoo! Finance³

В соответствии с установленным уровнем значимости был найден 5-й квантиль, равный (-0,0532),

и вычислен показатель VaR:

$$VaR_5(0,05) = -1000000 * (-0,0532) = 53200.$$

Соответственно можно сделать вывод, что при вложении 1 миллиона денежных единиц, с вероятностью 0,95 потери не превысят 53200 денежных единиц. Так же возможно говорить о том, что влияние стандартного отклонения не критично, так как дисперсия равна $\sigma = 0,0356$, что можно назвать относительно низким значением.

Метод симуляции Монте-Карло

Этот метод относится к полупараметрическим методам, он начал приобретать большую популярность с развитием компьютерных технологий. По своей сути он похож на метод исторических симуляций, так как предполагает вычисление нужных квантилей, основанных на достигнутых доходностях и распределении убытков. Главным отличием метода Монте-Карло является то, что массив данных берется не из предыдущих наблюдений, а создается путем повторения стохастических симуляций необходимых финансовых переменных. Это позволяет добиться того, что в распоряжении аналитика будут данные о большинстве возможных сценариев, которые могут произойти на рынке.

Такой подход позволяет: во-первых, избавиться от лимитов, связанных со сложностью и многообразием типов финансовых инструментов; во-вторых, обойти проблему того, что данные по доходностям различных инструментов зачастую не проходят проверку на нелинейность (что является ключевым фактором в различных экономических и эконометрических моделях); в-третьих, изба-

виться от неравномерностей, которые встречаются в реальных массивах данных.

Главным недостатком метода Монте-Карло является огромный объем вычислений. Это связано с многообразием как финансовых инструментов, так и способов их оценки, существованием различных валют, различием в сроках погашения. Это разнообразие создает достаточно большой набор рыночных факторов, которые необходимо учитывать при моделировании симуляции. Помимо этого, имеет место быть и выборная ошибка модели, так как рыночные колебания – это стохастический процесс, что делает достаточно трудным исчерпывающее описание модели.

Процесс вычисления VaR методом Монте-Карло включает следующие ключевые этапы:

1. Сбор данных, необходимых для создания подходящей модели. Несмотря на то, что метод основан на симуляции, нужно понимать, что для создания точной модели необходима информация о характеристиках, которыми обладает распределение доходностей того или иного инструмента, что, в свою очередь, достаточно трудно без обладания исторической информацией;

2. Выбор подходящей модели и вычисление необходимых параметров. Часто для симуляции поведения финансовых инструментов используется геометрическая Броуновская модель. Она предполагает то, что изменения в стоимости активов незначительны во временной перспективе, а ее форму можно записать как:

$$\Delta S_{t+1} = S_t(\mu * \Delta t + \sigma * \Delta W_t), \quad (7)$$

где

S_t – объем инвестиций в момент времени t ,

W_t – Винеровский процесс (математическая модель, описывающая броуновское движение), который, в свою очередь, описывается уравнением:

$$W_t = \varepsilon_k \sqrt{\Delta t}, \quad \text{для } k = 1, 2, 3, \dots, n, \quad (8)$$

где

ε_k – i.i.d. (независимые одинаково распределённые случайные величины) случайные переменные со средним значением 0 и дисперсией 1,

n – количество итераций.

На основе полученных данных вычисляется максимальная, минимальная и средняя дневная доходности, дневное стандартное отклонение, аналогичные данные за год и ожидаемая доходность.

3. Используя полученные во втором шаге па-

$$\text{Доходность} = \mu * \Delta t + \sigma * \varepsilon_k * \sqrt{\Delta t} \quad \text{для } k = 1, 2, 3, \dots, n, \quad (9)$$

где

μ – ожидаемая доходность,

Δt – временное изменение,

σ – годовое стандартное отклонение.

4. Данные о доходности, полученные в пункте 3, необходимо выстроить в порядке возрастания. Далее значение VaR находится аналогично методу исторической симуляции.

Возможности применения метода Монте-Карло рассмотрим на примере акций компании, разрабатывающей компьютерные игры (для анализа были взяты 2 тысячи протестированных доходностей при объеме начальных инвестиций в 1 миллион де-

нежных единиц и уровне значимости 95%). На рисунке 3 представлены данные о стоимости акций компании за период с 13 мая 2020 года по 12 мая 2022 года. Цена имеет нисходящий тренд с достаточно резкими падениями, в связи с чем можно предположить, что показатель VaR мог бы оказаться значительным, если бы расчёты производились методом исторической симуляции.

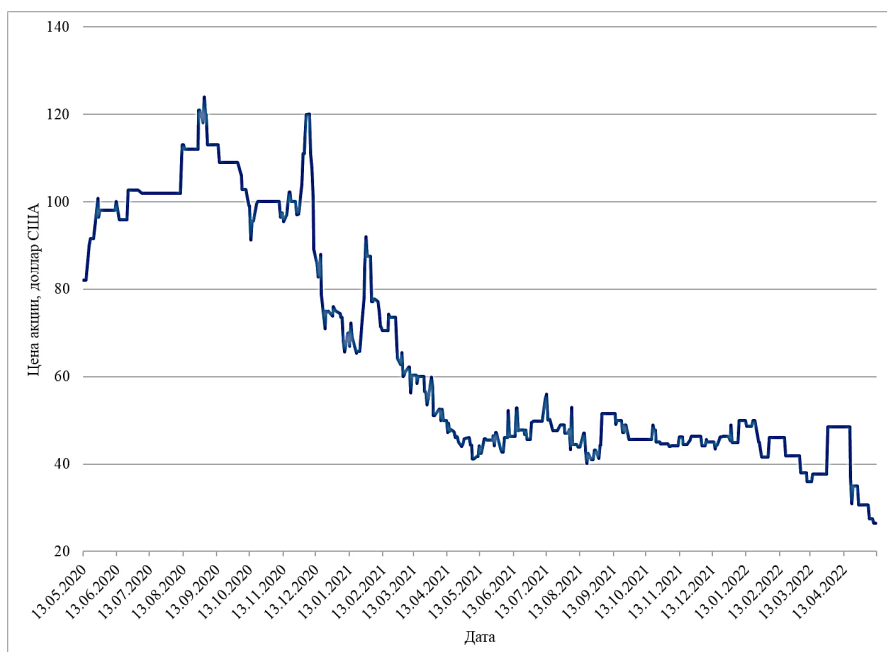


Рисунок 3. Цена акции компании-разработчика компьютерных игр

Источник: открытые данные Yahoo! Finance⁴

⁴ Yahoo! Finance [Электронный ресурс]. – URL: <https://finance.yahoo.com/quote/OTGLF/> (дата обращения: 13.05.2022).

На основе формулы (4) далее была рассчитана доходность акции, а потом определены такие показатели, как среднее значение доходности акции за

год, годовое стандартное отклонение, среднее количество торгов в году и прочие (таблица 3).

Таблица 3. Статистические характеристики, описывающие доходность акции компании-разработчика компьютерных игр

Статистическая характеристика	Значение
Количество наблюдений	504,00
Минимальная дневная доходность	-0,27
Максимальная дневная доходность	0,25
Цена акции на данный момент (S_0)	26,43
Количество проводимых за год торгов	252,00
Коэффициент временного изменения (Δt) для 1 дня	0,00
Средняя дневная доходность	0,00
Дневное стандартное отклонение	0,04
Среднегодовая доходность за 1 год	-0,57
Среднегодовое стандартное отклонение (σ)	0,67
Ожидаемая доходность (μ)	-0,79
Количество итераций	2000,00
Зерно	273,00
Модуль (m)	2147483647,00

Источник: рассчитано авторами на основе открытых данных Yahoo! Finance⁵

В рассматриваемом примере в MS Excel была создана последовательность из 2000 случайных чисел с помощью конгруэнтного генератора слу-

чайных чисел (в соответствии с этим генератором случайное число вычисляется по формуле

$$r_{i+1} = \text{mod}(k * r_i + b, m),$$

где

r – случайное число -той итерации,

k, b – реальные числа,

m – делитель,

mod – функция, означающая остаток от деления на определённое число).

Сгенерированные случайные числа были переведены в числа с равномерным распределением, а затем полученный ряд был преобразован в ряд чисел с нормальным распределением, который с по-

мощью формулы (9) переработан в последовательность доходностей, соответствующую геометрической броуновской последовательности. В таблице 4 представлены первые 10 значений каждого этапа.

Таблица 4. Этапы построения симуляционной модели доходности акций компании (первые 10 значений)

Подготовительное значение	Число из равномерного распределения	Число из нормального распределения	Доходность
273			
458791906	0,2136	-0,7938	-3,66%
1931773589	0,8996	1,2790	5,08%
491498968	0,2289	-0,7426	-3,44%
309764227	0,1442	-1,0614	-4,79%
1204092998	0,5607	0,1527	0,33%

⁵ Там же.

Продолжение таблицы 4

1813270433	0,8444	1,0126	3,95%
216453067	0,1008	-1,2770	-5,70%
1938303792	0,9026	1,2965	5,15%
1525955787	0,7106	0,5551	2,03%
170183677	0,0792	-1,4101	-6,26%

Источник: рассчитано авторами на основе открытых данных Yahoo! Finance⁶

Упорядочив информацию о доходностях в порядке возрастания и определив 5-й квантиль

(-0,074596), можно найти значение VaR для данного объема инвестиций:

$$VaR_5 = (-1000000) * (-0.074596) = 74596.$$

Соответственно, можно сделать вывод, что потери в стоимости акций компании-производителя компьютерных игр при инвестициях в 1 000 000 денежных единиц с вероятностью 0,95 не превысят 74596 денежных единиц.

Выводы и рекомендации. Достоинства и недостатки методов определения VaR

Анализ теоретических положений основных методов определения VaR позволил выделить достоинства и недостатки каждого метода, определить возможности практического применения как отдельных методов, так и методологии VaR в целом.

Говоря о методологии VaR в целом, можно выделить следующие преимущества:

- исчерпывающая и понятная аналитическая информация о возможных рисках в количественном выражении;
- достаточно высокая точность прогнозирования (при условии рассмотрения исчерпывающего числа факторов) стоимости финансовых инструментов;
- большой набор методик вычисления, позволяющих рассчитывать показатель VaR почти в любой ситуации.

Однако с последним коррелирует и недостаток данной методологии. Она в большей степени зависит от выбора распределения, а также подбора остальных критериев. Недостаточная точность в этих вопросах может вылиться в искажение результата, которое может сыграть критическую роль.

Что же касается отдельных методик, то стоит сказать, что большинство из них подвержены влиянию выбора распределения: при дельта-нормальной оценке и симуляции Монте-Карло приходится использовать распределения, которые влияют на результат. В зависимости от выбора могут получиться разные показатели. Вычисления методом дельта-нормальной оценки достаточно «грубые»,

так как учитывают лишь стандартное отклонение доходности. В свою очередь, метод исторической симуляции в значительной степени подвержен влиянию стандартного отклонения (которое может значительно исказить результат, отдаляя необходимые квантили от основного массива данных), для большого массива данных присутствует зависимость от доходности в прошлом. Более того, предположение, что распределение доходности в будущем идентично прошлому, может быть не всегда верным.

Метод Монте-Карло отличается повышенной сложностью и большим объемом дополнительных вычислений. Однако его достоинством являются невысокие требования к объему исторических данных. Метод Монте-Карло можно использовать при ограниченном количестве информации; он позволяет рассмотреть большинство возможных сценариев, которые могут произойти, так как симуляция в своей основе не имеет ограничений.

Преимуществами дельта-нормального метода вычисления VaR являются нетребовательность к начальной информации и простота вычисления. Главным преимуществом метода исторической симуляции является исключение субъективных характеристик расчетов.

Заключение

В данной статье была рассмотрена методология VaR, определяющая количественную меру риска, а также три наиболее распространенных метода вычисления показателя Value at Risk: метод дельта-нормальной оценки, метод исторической симуляции и метод симуляции Монте-Карло. В рамках рассматриваемых методов были проведены аналитические расчеты показателя VaR для хозяйствующих субъектов финансового и реального секторов экономики, выделены преимущества и недостатки каждого метода.

⁶ Там же.

В ходе исследования подтвердилось, что методология VaR является мощным инструментом оценки рисков, позволяющей получить четкий и исчерпывающий результат о количественной мере рисков хозяйствующих субъектов.

Для оценки степени своей подверженности риску методологию VaR может использовать любой хозяйствующий субъект. Наиболее часто VaR используют коммерческие банки для определения потенциальной стоимости и потери стоимости их

портфелей ценных бумаг. И это связано, прежде всего, с ужесточением регуляторных требований к деятельности банков с точки зрения обеспечения их надежности. VaR может быть определен для отдельного актива, портфеля активов или стоимости хозяйствующего субъекта целиком. Именно в этом заключаются преимущества и перспективность использования методологии VaR как совокупности методов количественной оценки рисков.

Литература

1. Алиаскарова Ж. А., Асадулаев А. Б., Пашкус В. Ю. Прогнозирование динамики инвестиций в основной капитал и валовую добавленную стоимость на основе моделей VAR и VECM // Проблемы современной экономики. – 2020. – № 4 (76). – С. 41–45. – EDN: UWMTAT.
2. Афонин Д. Н. Применение критерия VAR (Value at Risk) в системе управления таможенными рисками // Бюллетень инновационных технологий. – 2021. – Т. 5. – № 2 (18). – С. 56–57. – EDN: RGYYSNS.
3. Васильев Д. Е., Орлова Л. Н. Финансовая безопасность экономических субъектов на микро и макроуровнях // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 6–1. – С. 12–22. – <https://doi.org/10.17513/vaael.2240>. – EDN: MHAUVU.
4. Дамодаран А. Стратегический риск-менеджмент: принципы и методики. Пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2017. – 496 с.
5. Леонтьева Л. С., Орлова Л. Н., Ван Ч. Л. Цифровые трансформации в предпринимательстве // Вестник Московского университета. Серия 21: Управление (государство и общество). – 2019. – № 2. – С. 28–43. – EDN: RGZWCY.
6. Леонтьева Л. С., Макарова Е. Б. Определение устойчивости портфеля проектов предприятий нефтегазового сектора экономики к внешним факторам // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – № 1. – С. 32–40. – <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2021-1-32>. – EDN: UHBSZC.
7. Пашковский Д. А., Быков А. А., Кондратьев-Фирсов В. М. Методический подход к количественной оценке риска с использованием метода исторического моделирования VAR // Газовая промышленность. – 2022. – № 5 (832). – С. 98–107. – EDN: BHKOKE.
8. Шапала В. Г., Латкин М. А., Ветрова Ю. В. Количественные методы оценки и прогнозирования рисков // Инновационная наука. – 2016. – № 4–4. – С. 51–54. – EDN: VSUOPL.
9. Avdiysky V. I., Bezdenezhnykh V. M., Lebedev I. A. (2018) Risk in Activities of Organizations as Economic Category, *Espacios*, Vol. 39, № 34, pp. 128–136. – EDN: YBNQPB.
10. Cheung Y. H., Powell R. J. (2012) Anybody can do Value at Risk: A Teaching Study using Parametric Computation and Monte Carlo Simulation, *Australasian Accounting, Business and Finance Journal*, Vol. 6, Is. 5, pp. 101–118.
11. Halkos G. E., Tsirivis A. S. (2019) Value-at-risk methodologies for effective energy portfolio risk management, *Economic Analysis and Policy*, Vol. 62, pp. 197–212, <https://doi.org/10.1016/j.eap.2019.03.002>.
12. Ilin A. B., Sizova Yu. S., Asalieva Z. A. (2022) Business digital transformation effects on entrepreneurial vocational map in Russia, *Intellect. Innovations. Investments*. Vol. 1. pp. 10–19, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-1-10>. EDN: IODNFC.
13. Maruddani D. A. I., Abdurakhman A. (2021) Delta-Normal Value at Risk Using Exponential Duration with Convexity for Measuring Government Bond Risk, *DLSU Business & Economics Review*, No. 31(1), pp. 74–79.
14. Sun X., Xie Q., Chen X. (2019) Research on Financial Risk Management Based on VaR, *International Conference on Economic Development and Management Science (EDMS 2019)*, Dalian Normal University, Dalian, China, 22.11.2019–23.11.2019, pp. 32–36.
15. Susanti D., Sukono, Verrany M. J. (2020) Value-at-Risk Estimation Method Based on Normal Distribution, Logistics Distribution and Historical Simulation, *Operations Research: International Conference Series*, Vol. 1, No. 1, pp. 13–18, <https://doi.org/10.47194/orics.v1i1.19>.

References

1. Aliaskarova, Zh. A., Asadulaev, A. B., Pashkus, V. Yu. (2020) [Forecasting the dynamics of investments in fixed assets and gross value added based on VAR and VECM models]. *Problemy sovremennoy ekonomiki* [Problems of modern economy]. Vol. 4 (76), pp. 41–45. (In Russ.).
2. Afonin, D. N. (2021) [Application of the VAR (Value at Risk) criterion in the customs risk management

system]. *Byulleten' innovacionnyh tekhnologij* [Bulletin of innovative technologies]. Vol. 5, Is. 2 (18), pp. 56–57. (In Russ.).

3. Vasiliev, D. E., Orlova, L. N. (2022) [Financial security of economic entities at micro and macro levels]. *Vestnik Altajskoj akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law]. Vol. 6–1, pp. 12–22. (In Russ.).

4. Damodaran, A. (2017) *Strategicheskij risk-mendzhment: principy i metodiki* [Strategic Risk Talking. A framework for Risk Management]. Williams, 496 p.

5. Leontyeva, L. S., Orlova, L. N., Wang, C. L. (2019) [Digital transformations in entrepreneurship]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 21: Upravlenie (gosudarstvo i obshchestvo)* [Bulletin of Moscow University. Series 21: Governance (State and Society)]. Vol. 2, pp. 28–43. (In Russ.).

6. Leontieva, L. S., Makarova, E. B. (2021) [Determining the sustainability of the portfolio of projects of enterprises in the oil and gas sector of the economy to external factor]. *Intellekt. Innovacii. Investicii* [Intellect. Innovation. Investments]. Vol. 1, pp. 32–40. (In Russ.).

7. Pashkovsky, D. A., Bykov, A. A., Kondratyev-Firsov, V. M. (2022) [Methodological approach to quantitative risk assessment using the historical modeling method VAR]. *Gazovaya promyshlennost'* [Gas industry]. Vol. 5 (832), pp. 98–107. (In Russ.).

8. Chaptala, V. G., Latkin, M. A., Vetrova, Yu. V. (2016) [Quantitative methods of risk assessment and forecasting]. *Innovacionnaya nauka* [Innovative science]. Vol. 4–4, pp. 51–54. (In Russ.).

9. Avdiysky, V. I., Bezdenezhnykh, V. M., Lebedev, I. A. (2018) Risk in Activities of Organizations as Economic Category. *Espacios*. Vol. 39. No 34, pp. 128–136. (In Eng.).

10. Cheung, Y. H., Powell, R. J. (2012) [Anybody can do Value at Risk: A Teaching Study using Parametric]. *Australasian Accounting, Business and Finance Journal*. Vol. 6. Is. 5. Ar. 7. P. 104–113. (In Eng.).

11. Halkos, G. E., Tsirivis, A. S. (2019) Value-at-risk methodologies for effective energy portfolio risk management. *Economic Analysis and Policy*. Vol. 62, pp. 198–210. (In Eng.).

12. Ilin, A. B., Sizova, Yu. S., Asalieva, Z. A. (2022) [Business digital transformation effects on entrepreneurial vocational map in Russia]. *Intellekt. Innovacii. Investicii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 1, pp. 10–19. (In Eng.).

13. Maruddani, D. A. I., Abdurakhman, A. (2021) Delta-Normal Value at Risk Using Exponential Duration with Convexity for Measuring Government Bond Risk. *DLSU Business & Economics Review*. Vol. 31(1), pp. 74–79. (In Eng.).

14. Sun, X., Xie Q., Chen, X. (2019) Research on Financial Risk Management Based on VaR. *International Conference on Economic Development and Management Science (EDMS 2019)*, pp. 32–35. (In Eng.).

15. Susanti, D., Sukono, Verrany, M. J. (2020) Value -at-Risk Estimation Method Based on Normal Distribution, Logistics Distribution and Historical Simulation. *Operations Research: International Conference Series*. Vol. 1. No. 1, pp. 14–15. (In Eng.).

Информация об авторах:

Любовь Николаевна Орлова, доктор экономических наук, доцент, профессор департамента экономической безопасности и управления рисками, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

ORCID ID: 0000-0002-8144-4900, **Scopus Author ID:** 57216924411

e-mail: lnorlova@fa.ru

Артур Рузиевич Саяхетдинов, студент, направление подготовки 38.03.01 Экономика, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

ORCID ID: 0009-0002-5506-2658

e-mail: sayahetdinov@gmail.com

Вклад соавторов:

Орлова Л. Н. – 50%,

Саяхетдинов А. Р. – 50%.

Статья поступила в редакцию: 19.02.2023; принята в печать: 23.03.2023.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Liubov Nikolaevna Orlova, Doctor of Science Economics, Associate Professor, Professor of the Department of

Economic Security and Risk Management, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

ORCID ID: 0000-0002-8144-4900, **Scopus Author ID:** 57216924411

e-mail: lnorlova@fa.ru

Artur Ruzilevich Sayakhedtinov, student, training program 38.03.01 Economics, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

ORCID ID: 0009-0002-5506-2658

e-mail: sayahetdinov@gmail.com

Contribution of the authors:

Orlova L. N. – 50%,

Sayakhedtinov A. R. – 50%.

The paper was submitted: 19.02.2023.

Accepted for publication: 23.03.2023.

The authors have read and approved the final manuscript.