К вопросу о природе риска и методах его учёта в управлении экономическими системами

Коровин Дмитрий Игоревич
д.э.н., к.ф.-м.н., профессор кафедры моделирования и системного анализа, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, dikorovin@fa.ru

В статье излагаются примеры использования некоторых подходов в имитационном моделировании экономических и финансовых процессов. Автор предлагает процедуры симуляции в экономике и финансах согласовать с поддерживаемым им определениям риска. Предполагая, что вероятностный подход к оцениванию риска является наиболее популярным, в работе основное место уделено методам имитационного моделирования с применением метода Монте-Карло. Для генерации различных экономических показателей необходимо генерировать случайные величины с определенным вероятностным распределением. Вопросам выбора функции распределения, порождающей симуляцию значений моделируемой величины, уделяется, по мнению автора, недостаточное внимание. Если нам известны статистики наблюдений реальных показателей, подлежащих моделированию, то в лучшем случае исследователи перебирают известные им функции распределения, отбирая наилучшую по статистическим критериям. Однако, в случаях отсутствия ретроспективных наблюдений такое решение невозможно. В этих случаях автор, где и когда это возможно, предлагает применять принципы причинно-следственного анализа, позволяющего понять характер причин неопределенности в фиксации показателя процесса. На сегодняшний день известных подходов недостаточно. В приведенных описаниях примеров продемонстрировано как отобранные таким образом распределения приводят к результатам. Само имитационное моделирование предлагается рассмотреть как способ анализа предлагаемых мероприятий по управлению рисками на предприятии и в управлении экономико-социальными системами.

Ключевые слова: Риск, метод Монте-Карло, имитационное моделирование, распределение вероятностей.

«Научите попугая произносить „спрос" и „предложение" и у вас будет готовый экономист». Данная фраза, традиционно приписываемая Томасу Карлейлю, иллюстрирует упрощённое восприятие экономической науки как дисциплины, сводящейся к механическому применению базовых категорий. В современной практике государственного управления аналогичную роль может сыграть термин «риск»: усвоение этого понятия нередко воспринимается как достаточное условие компетентности руководителя.

Между тем управление государственными системами, охватывающими практически все сферы экономической, социальной и политической деятельности, сопряжено с воздействием огромного числа факторов (взаимосвязанных и независимых), предсказать реакцию управляемого объекта на которые практически невозможно. Попытка учитывать лишь основные факторы вступает в противоречие с фундаментальной целью государственного управления — достижением благосостояния каждого гражданина, а не выполнением заявленных ключевых показателей, выбор и назначение которых осуществляются косвенно заинтересованными агентами. Риск в данном контексте становится способом учёта влияния не только основных, но и прочих факторов, природа которых зачастую остаётся вне сферы анализа.

Понятие риска: историко-терминологический аспект

Термин «риск» вошел в лексикон экономистов начиная с 1755 года, впервые возникнув в работе Ричарда Кантильона Essai sur la nature du commerce en général. Однако однозначного определения, принимаемого всеми заинтересованными лицами, до настоящего времени не сформировано. Представляется допустимым выделить два подхода к этому понятию, различающихся способами последующего применения данного феномена.

Первый подход — административный. Под риском понимается система оценки ситуации, состояния объекта или финансового инструмента, в которой на основе ретроспективной информации и статистических методов определяются границы интервалов. Попадание в них (или непопадание) свидетельствует о неприятии выбранного пути развития процесса. В контексте такого определения теория риска предстаёт как система управления организацией и финансовыми инструментами. Данный подход предполагает применение широкого спектра методик и приёмов, описываемых теориями риска в экономике и финансах. Расчётные схемы основываются на развитых математических моделях, которые, однако, являются унифицированными, то есть не зависят от личности лица, принимающего решение (далее — ЛПР), индивидуальных особенностей объектов и т. д.

Второй подход — персональный. Под риском понимается отношение конкретного лица, принимающего решения, к неопределённости достижения запланированных значений показателей экономического или финансового процесса. Это позволяет ЛПР использовать известные и доступные ему способы управления риском с учётом личного опыта и доступа к ресурсам. Второй подход признаётся теоретическим. Слишком многие факторы сложны для оценки. Но развитие вычислительной техники позволяет применять классические математические методы для учёта «персонального» риска в управлении на практике.

Неопределённость как базовая категория

Базовым элементом любого определения риска можно считать неопределённость. Вероятность можно использовать лишь в классическом определении как нормированную счётно-аддитивную меру; иная интерпретация приведёт к конфликту с методами стохастической финансовой математики. Удобно трактовать неопределённость как возможность получения различных исходов.

В теории познания окружающего мира зарекомендовал себя подход, известный как метод Монте-Карло. Суть метода заключается в многократном проигрывании виртуальной модели, близкой к реальности, и определении статистических характеристик, описывающих свойства реального процесса. При этом отсутствие знания о результате применения действий или бездействия компенсируется генерацией случайных значений.

В настоящее время развитие метода Монте-Карло реализуется в имитационном моделировании. Принято выделять три актуальных подхода: дискретно-событийный, агентно-ориентированный и системная динамика. Каждый подход имеет свои особенности и сферу применения, однако в ситуациях, характеризующихся неопределённостью, возникает необходимость генерации случайных величин, имеющих некоторое распределение. В различных практиках виду распределения уделяется недостаточное внимание. Действительно, если характер восприятия случайного возмущения неочевиден (то есть отсутствует информация о конкретных условиях воздействия и способах фиксации и реакции участников процесса), установить характер распределения результатов учёта независящих от наблюдателя процессов невозможно. В этом случае делаются лишь общие предположения о характере распределений: симметричность, компактный носитель и т. д.

Восприятие результата ЛПР

Предположение о том, что вычисленное значение некоторого анализируемого показателя является однозначным для ЛПР, представляется бессмысленным. ЛПР воспринимает результат как интервал (наихудший и наилучший варианты), как нечёткое множество или как распределение частот отклонений от ожидаемого значения — то есть как функцию распределения (плотность). Выбор формы восприятия зависит от уровня подготовки ЛПР, склонностей обучавших его преподавателей, набора использованных учебников и влияния окружения. Таким образом, независимо от наших предпочтений, мы приходим к понятию функции распределения (или, в рамках нечёткой логики, функции принадлежности).

Понимание характера распределения исходных характеристик факторов приобретает существенное значение. В качестве иллюстрации сошлёмся на опыт 2004 года, когда автор настоящей работы участвовал в экспертизе проекта организации коммерческо-производственной деятельности крупного предприятия в Ленинградской области. Бизнес-модель процесса описывала все производственные функции и использовала оценки первого и второго моментов по ретроспективным данным. В итоге получались показатели деятельности, которые объявлялись нормальными, доверительные интервалы для средних оказывались приемлемыми. Принимая во внимание важность характера распределений, нами были вычислены не моменты, а функции распределения итоговых показателей. Это производилось с применением преобразований случайных величин, свёрток и метода характеристических функций. Полученный результат оказался существенно более точным: среднеквадратическое отклонение превышало оценки средних в 14 раз, что делало значимость исходных выкладок ничтожной.

О происхождении знаний о распределениях в экономике и финансах

На стоимость фондового актива S(t) в момент времени t влияет большое количество действий (покупок и продаж разного количества акций по различным ценам). За каждый таймфрейм стоимость актива изменяется в $1+a_t$ раз, где a_t — текущий случайный показатель доходности. Тогда

$$S(t) = S(t-1)(1+a_t) = \ldots = S(0)\prod_{i=1}^{t}(1+a_i) = S(0)\exp\left(\sum_{i=1}^{t} ln(1+a_i)\right) \approx \approx S(0)exp\left(\sum_{i=1}^{t} a_i\right),$$

где последнее приближённое равенство применимо при условии малости таймфреймов, в течение которых a_i близки к нулю.

Учитывая, что воздействия на доходность носят случайный характер, можно предположить, что $\sum a_i$ представляет собой сумму большого числа случайных, ограниченных и независимых слагаемых. При выполнении некоторых правдоподобных ограничений, допускающих применение предельной теоремы, получаем логарифмически нормальное распределение для $S(t)$.

Однако, практики могут возразить: при существенном росте $S(t)$ доходность будет падать (нарушение условия независимости слагаемых), а редкие, но существенные события («тяжёлые хвосты») могут резко обрушить или, напротив, существенно поднять цены (нарушение условия ограниченности). Тем не менее, формула Блека-Шоулза (в варианте Самуэльсона) применяется во многих операциях и даже послужила основой для присуждения Нобелевской премии.

Детальное исследование характера влияния случайных факторов на измеряемый показатель с учётом последующей реакции ЛПР позволяет формулировать более точные предположения о «физике» процесса. Например, специфика работы отдела дебиторской задолженности предполагает, что интенсивность погашения задолженностей должна возрастать со временем. Подбирая коэффициенты k и n для построения функции интенсивности наступления моментов погашения

$\lambda(t)=kt^n$

соответствующей статистике погашения дебиторской задолженности клиентами компании X, мы получаем возможность использовать для генерации моментов погашения псевдослучайную величину с распределением Вейбулла. Действительно, зная, что интенсивность есть условная вероятность наступления события в момент t при условии, что до этого события не произошло, и решив задачу Коши для неизвестной функции распределения $F(t)$:

$F'(t)=\lambda(t)(1-F(t))$,

получим искомый результат.

Проверка значимости учёта распределений

Необходимость учёта распределений источников неопределенности можно проверить эмпирически. Для этого достаточно заменить в имитационной модели исходное распределение иным, но с теми же первым и вторым моментами, и сравнить результаты. Если расхождение отсутствует, то либо учёт неопределённости действительно несущественен в данной модели, либо модель формирует не ту неопределённость. Не исключён также вариант, при котором модель является учебной и обучаемому не доведена информация о возможности возникновения иного закона распределения.

Иллюстративный пример: оценка инвестиционного проекта

Одно известное российское машиностроительное предприятие приняло решение о производстве новой продукции совместно с японскими партнёрами (описываемая ситуация относится к 2000-м годам). Для реализации проекта необходимо было получить существенный кредит, который под гарантии регионального правительства готов был предоставить крупный российский банк. Был представлен бизнес-план с обязательным расчётом NPV проекта, в котором ставка дисконтирования определялась по известным методикам финансового менеджмента: базовая безрисковая ставка (в тот момент — ставка рефинансирования ЦБ) с надбавками за страновой, отраслевой риск, риск менеджмента и т.д. Ставка была завышена. Проект предполагался долгосрочным, базовая ставка могла существенно изменяться; тем не менее, финансисты, не обратив внимания на характер денежного потока (после первого слагаемого он не являлся знакопостоянным), применили стандартные расчёты. Банк кредит выдал. Предприятие проект, в том числе по объективным причинам, не реализовало. Бюджет возместил банку средства. Очевидно, что проблема не сводится исключительно к ошибке финансистов, но применение имитационного моделирования позволило бы указать на более существенные риски данной финансовой операции.

Рассмотрим упрощённый пример. Пусть начальная сумма кредита CF0 =500; CF1, CF2, CF3 — оценки величин выгод от проекта через один, два и три года соответственно. Они представляют собой случайные величины со средними m_i (из бизнес-плана) и дисперсиями s_i^2, определяемыми экспертами предприятия (как правило, необходимых датасетов требуемых статистик не имеется). Сделаем предположение о характере изменения ставки дисконтирования. Пусть ставка a_{i+1} в последующем периоде определяется как

$a_{i+1}=a_i+d_i$,

где: d_i - случайные величины, определённые на отрезке $[-u;u]$, имеющие бета-распределение с параметрами α_i и β_i. Эти параметры либо вычисляются по известным из ретроспективы средним и дисперсиям соответствующих наблюдений, либо, учитывая, что от соотношения параметров зависит предпочтительность отрицательных значений (тренд на снижение ставки, $1<\alpha_i<\beta_i$) или положительных значений (тренд на рост ставки, $1<\beta_i<\alpha_i$), подбираются требуемым образом [2].

В описанном примере значения CF1, CF2, CF3 реализованы как генерации нормально распределённых (в демонстрационных целях) величин с заданными m_i и s_i; ставки дисконтирования изменяются каждый период по правилу $a_i=a_{i-1}+d_i$, где: d_i - случайные величины с бета-распределением, параметрами α_i и β_i и симметричными границами носителя. Вычисление дисконт-факторов учитывает возможность изменения ставки и в данном случае отличается от классической формулы.

Укажем, что для генерации выбранных распределений применялось правило Смирнова, согласно которому если $\{x_1, \ldots, x_n\}$ - последовательность независимых равномерно распределённых на [0;1] величин, то $\{y_i: y_i=F^{-1}(x_i),i=1,\ldots,n\}$ - последовательность случайных величин, имеющих функцию распределения $F(t)$.

Производя вычисления в цикле, получаем достаточно длинную последовательность случайных значений чистой приведённой стоимости, при расчёте которой учитываются смоделированные риски. Как правило, представляет интерес эмпирический закон распределения, анализ которого позволяет дать ответы на вопросы о частотах появления тех или иных интервалов значений. Таким образом, например, можно определить показатели, аналогичные VaR.

Пример: оценка времени критического пути в задачах с сетевым графиком

Сетевое планирование является простым, доступным способом для построения планов работ, состоящих из большого числа этапов, выполнение части из которых возможно производить параллельно. Предполагая, что мы знаем раннее и позднее время выполнение работ, порядок выполнения работ, мы в состоянии построить сетевой граф, в котором, определив среднее время выполнения работ, мы в можем найти среднее время критического пути, как сумму средних времен работ, которые этот путь составляют. Произведя оценки дисперсии данных работ, мы делаем предположение о независимости слагаемых, используем предельную теорему для построения доверительных интервалов величины, рассматриваемой нами как время критического пути. В действительности, если организатор работ имеет опыт в распределении сил и средств для выполнения каждой отдельной работы мы получаем сетевой граф, в котором возникает большое количество подкритических путей. Число и состав работ в таких путях разное, не обязательно достаточно большое по количеству. Поэтому, для получения более точного анализа времени критического пути мы рассматриваем следующую модель. Пусть время выполнения работ описывается бета-распределением на носителе (раннее время окончания работ; позднее время окончания работ). Параметры распределения можно оценить методом моментов (с решением квадратного уравнения), оценив математическое ожидание и дисперсию или сделав экспертное предположение о соотношении этих параметров, зная особенности технологической работы. Если этот подход неприемлем, то моменты оцениваются как в методике PERT. Генерируем значения времен выполнения работ и запускаем имитационный процесс: исследуем сетевой граф, приписывая каждой его вершине Ti число V(Ti):

$V(Ti)=\max(V(Ti_1)+t(i_1, i); V(Ti_2)+t(i_2, i);\ldots; V(Ti_n)+t(i_n, i))$,

где: $\{Ti_1, \ldots, Ti_n\}$ – набор инцидентных Ti вершин, из которых есть входящие в Ti ребра, $t(i_j, i)$ – сгенерированные времена выполнения работ, инициируемых вершинами i_j и i. Вычисляем V(Тфинальная вершина) – критическое время и фиксируем критический путь – последовательность вершин, на

которой это время реализуется. Удобно это сделать «обратным ходом» от финальной вершины, выбирая в последовательности аргументов функции max(.) то выражение (соответсвующее вершине критического пути из которой в текущую вершину мы приходим), на котором это максимум реализуется. Один из способов хранения информации о критическом пути - код, состоящий из n-2 позиций, в котором на j-ой позиции стоит 1, если критический путь проходит через j-ую вершину и 0, если не проходит. Первая и последняя вершина всегда элементы последовательности, поэтому они нам для анализа количества путей, которые могут стать критическими неинтересны. Делаем необходимое количество имитаций, определяем распределение времени критического пути и распределение свойства критичности по допустимым путям в сетевом графе. Эта информация, во-первых, не основывается на некорректном утверждении о применимости предельной теоремы для оценки времени критического пути, во-вторых, дает понимание того, на каких путях (последовательностях работ) необходимо провести дополнительные резервные мероприятия.

Управление рисками в имитационной модели

Управление рисками осуществляется путём включения в модель процедур, направленных на снижение риска, но в процессе реализации которых также возникают случайные возмущения. Например: при резервировании - цены на хранение резервов; при страховании - изменения внешних факторов среды, способных снизить финансовую эффективность; при диверсификации - внешние воздействия, влияющие одновременно на все активы, и т. д.

Выводы

В условиях, когда внешняя среда претерпевает существенные изменения под воздействием политических флуктуаций, а ретроспективные данные становятся малопригодными для корректного моделирования, можно с основанием полагать, что имитационное моделирование с применением стохастических методов и учётом персональных качеств ЛПР в ближайшем будущем займёт существенное место среди методов исследования экономических и финансовых трендов. В данном контексте наиболее продуктивным представляется агентно-ориентированное имитационное моделирование.

Литература

1. Егоров, В. Н. Основы экономической теории надежности производственных систем / В. Н. Егоров, Д. И. Коровин. — Москва : Наука, 2006. — 524, [1] с. : ил., табл. — ISBN 5-02-034984-4.
2. Коровин, Д. И. Оптимизация промышленного производства методами имитационного моделирования : монография / Д. И. Коровин, М. В. Коротеев, Д. А. Петросов ; под ред. Д. И. Коровина. — Москва : КноРус, 2024. — 133 с. — ISBN 978-5-406-12956-2.
3. Knight F. H. Risk, uncertainty and profit. – Boston : Houghton Mifflin, 1921. – 381 p.
4. Handbook of the economics of risk and uncertainty / ed. by M. J. Machina, W. K. Viscusi. – Amsterdam : Elsevier, 2014. – 624 p.
5. Samuelson P. A. A complete model of warrant pricing that maximizes utility / P. A. Samuelson, R. C. Merton // Industrial Management Review. – 1969. – Vol. 10. – P. 17–46.
6. Hacura A. Risk analysis in investment appraisal based on the Monte Carlo simulation / A. Hacura, M. Jelen, R. Turyna // Transactions of the Universities of Košice. – 2001. – № 11. – P. 27–34.
7. Benhamed A. Investigation and modelling of economic systematic risk and capital requirement: a Monte Carlo simulation / A. Benhamed, M. S. Gassouma // Journal of Risk and Financial Management. – 2023. – Vol. 16, № 4. – Art. 241.
8. Maggauer K. Monte Carlo simulation-based economic risk assessment in energy communities / K. Maggauer, B. Fina // SSRN Electronic Journal. – 2024. – DOI: 10.2139/ssrn.4699586.
9. Khindanova I. A Monte Carlo model of a wind power generation investment / I. Khindanova, H. Angarita // Journal of Applied Business and Economics. – 2015. – Vol. 15, № 1. – P. 104–118.
10. Devroye L. Non-uniform random variate generation / L. Devroye. – New York : Springer-Verlag, 1986. – 843 p.
11. Голованов С. О. Применение методов имитационного моделирования в оценке рисков экономической безопасности организации при цифровой трансформации / С. О. Голованов // Проблемы анализа риска. – 2025. – Т. 14, № 80. – С. 78–95.
12. Kelley J. E. Critical-path planning and scheduling / J. E. Kelley, M. R. Walker // Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference. – 1959. – P. 160–173.
13. Charnes A. Critical path analyses via chance constrained and stochastic programming / A. Charnes, W. W. Cooper, G. L. Thompson // Operations Research. – 1964. – Vol. 12, № 3. – P. 460–470.
14. Sculli D. The completion time of PERT networks / D. Sculli // Journal of the Operational Research Society. – 1983. – Vol. 34, № 5. – P. 409–416.
15. Качалов Р. М. Управление экономическим риском: теоретические основы и приложения / Р. М. Качалов. – Москва ; Санкт-Петербург : Нестор-История, 2012. – 388 с.
16. Качалов Р. М. Разработка стратегии предприятия на основе оценки факторов экономического риска / Р. М. Качалов, В. Н. Мороз // Экономическая наука современной России. – 2025. – Т. 28, № 4. – С. 77–88.
17. Клейнер Г. Б. Системная экономика как платформа развития современной экономической теории / Г. Б. Клейнер // Вопросы экономики. – 2013. – № 6. – С. 4–28.
18. Имитационное моделирование экономических систем / отв. ред. К. А. Багриновский. – Москва : Наука, 1978. – 288 с.
19. Цыренов Д. Ч. Оценка инвестиционного проекта методом Монте-Карло при наличии риска / Д. Ч. Цыренов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2018. – Т. 11, № 8. – С. 495–504.
20. Горелик В. А. Управление риском в стохастических задачах фондового инвестирования / В. А. Горелик, Т. В. Золотова // Труды MLS'D-2020. – Москва, 2020. – С. 303–311.

Regarding the nature of risk and methods for accounting for it in the management of economic systems

Korovin D.I.

Financial University under the Government of the Russian Federation

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article presents examples of the use of certain approaches in the simulation modeling of economic and financial processes. The author proposes aligning simulation procedures in economics and finance with the definitions of risk that he supports. Assuming that the probabilistic approach to risk assessment is the most popular, the work focuses primarily on simulation modeling methods using the Monte Carlo method. To generate various economic indicators, it is necessary to generate random variables with a specific probability distribution. According to the author, insufficient attention is paid to the issues of selecting a distribution function that generates simulations of the values of the modeled quantity. If we know the statistics of observations of the real indicators to be modeled, then, at best, researchers go through the distribution functions they know, selecting the best one according to statistical criteria. However, in cases where there are no retrospective observations, such a solution is impossible. In this case, the author, where and when possible, suggests applying the principles of cause-and-effect analysis, which makes it possible to understand the nature of the causes of uncertainty in fixing the process indicator. To date, the known approaches are insufficient. The examples provided demonstrate how the distributions selected in this way lead to results. It is proposed to consider simulation modeling itself as a method for analyzing proposed risk management measures at the enterprise and in the management of economic and social systems.

Keywords: Risk, Monte Carlo method, simulation modeling, probability distribution.

References

1. Egorov, V. N. Fundamentals of the Economic Theory of Reliability of Production Systems / V. N. Egorov, D. I. Korovin. — Moscow: Nauka, 2006. — 524, [1] p.: ill., tables. — ISBN 5-02-034984-4.
2. Korovin, D. I. Optimization of Industrial Production Using Simulation Modeling Methods: A Monograph / D. I. Korovin, M. V. Koroteev, D. A. Petrosov; ed. by D. I. Korovin. — Moscow: KnoRus, 2024. — 133 p. — ISBN 978-5-406-12956-2.
3. Knight, F. H. Risk, Uncertainty and Profit. – Boston: Houghton Mifflin, 1921. – 381 p.
4. Handbook of the Economics of Risk and Uncertainty / ed. by M. J. Machina, W. K. Viscusi. – Amsterdam: Elsevier, 2014. – 624 p.
5. Samuelson, P. A. A Complete Model of Warrant Pricing That Maximizes Utility / P. A. Samuelson, R. C. Merton // Industrial Management Review. – 1969. – Vol. 10. – P. 17–46.
6. Hacura, A. Risk Analysis in Investment Appraisal Based on the Monte Carlo Simulation / A. Hacura, M. Jelen, R. Turyna // Transactions of the Universities of Košice. – 2001. – No. 11. – P. 27–34.
7. Benhamed, A. Investigation and Modelling of Economic Systematic Risk and Capital Requirement: A Monte Carlo Simulation / A. Benhamed, M. S. Gassouma // Journal of Risk and Financial Management. – 2023. – Vol. 16, No. 4. – Art. 241.
8. Maggauer K. Monte Carlo simulation-based economic risk assessment in energy communities / K. Maggauer, B. Fina // SSRN Electronic Journal. – 2024. – DOI: 10.2139/ssrn.4699586.
9. Khindanova I. A Monte Carlo model of a wind power generation investment / I. Khindanova, H. Angarita // Journal of Applied Business and Economics. – 2015. – Vol. 15, No. 1. – pp. 104–118.
10. Devroye L. Non-uniform random variate generation / L. Devroye. – New York: Springer-Verlag, 1986. – 843 p.
11. Golovanov S. O. Application of simulation modeling methods in assessing economic security risks for an organization undergoing digital transformation / S. O. Golovanov // Risk Analysis Problems (Problemy analiza riska). – 2025. – Vol. 14, No. 80. – pp. 78–95.
12. Kelley J. E. Critical-path planning and scheduling / J. E. Kelley, M. R. Walker // Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference. – 1959. – pp. 160–173.
13. Charnes A. Critical path analyses via chance constrained and stochastic programming / A. Charnes, W. W. Cooper, G. L. Thompson // Operations Research. – 1964. – Vol. 12, No. 3. – pp. 460–470.
14. Sculli D. The completion time of PERT networks / D. Sculli // Journal of the Operational Research Society. – 1983. – Vol. 34, No. 5. – pp. 409–416.
15. Kachalov R. M. Economic Risk Management: Theoretical Foundations and Applications / R. M. Kachalov. – Moscow; Saint Petersburg: Nestor-Istoriya, 2012. – 388 p.
16. Kachalov R. M. Developing an Enterprise Strategy Based on the Assessment of Economic Risk Factors / R. M. Kachalov, V. N. Moroz // Economic Science of Modern Russia. – 2025. – Vol. 28, No. 4. – pp. 77–88.
17. Kleiner G. B. Systems Economics as a Platform for the Development of Modern Economic Theory / G. B. Kleiner // Voprosy Ekonomiki. – 2013. – No. 6. – pp. 4–28.