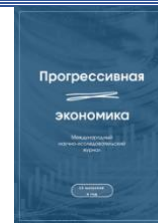


Международный научно-исследовательский журнал  
«Прогрессивная экономика»  
№ 12 / 2025 [https://progressive-economy.ru/vypusk\\_1/ispolzovanie-ekonometricheskogo-analiza-pri-oczenke-riskov-investicij-v-stroitelstvo/](https://progressive-economy.ru/vypusk_1/ispolzovanie-ekonometricheskogo-analiza-pri-oczenke-riskov-investicij-v-stroitelstvo/)  
Научная статья / Original article  
Шифр научной специальности ВАК: 5.2.3  
УДК 330.131.7  
DOI: 10.54861/27131211\_2025\_12\_377



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКОВ ИНВЕСТИЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВО

*Черешнев В.И., соискатель, Московский Инновационный Университет,  
г. Москва, Россия*

*ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0363-1891>*

**Аннотация.** Российская строительная область характеризуется высокой чувствительностью к инвестиционным рискам, обусловленной особенностями развития рынка недвижимости, что делает тему данного исследования особенно актуальной. Целью настоящей статьи является разработка и описание методики оценки рисков инвестиций в строительство на основе применения эконометрических моделей с использованием регрессоров, показывающих рентабельность строительного проекта. Результатом исследования является логистическая регрессия, которая учитывает сложность и многомерность рисков, характерных для проектов в сфере строительства. Авторская методика включает в себя шкалу интерпретации и упрощённый риск-индекс, который может быть использован в случае, если для проведения эконометрического анализа недостаточно количественных данных. Методика методики оценки рисков была апробирована на выборке из порядка 20 реализованных строительных проектов в г. Москва и Московской области. Доказано, что использование логистической регрессии позволяет перейти от исключительно субъективных оценок экспертов к расчету формализованных вероятностных мер, позволяющих учитывать многомерность рисков и предсказывающих вероятность неудачного исхода проекта. Предложенный методический подход обладает высокой практической значимостью, поскольку внедрение эконометрического метода в анализ инвестиционных рисков в области строительства позволяет переходить от интуитивных оценок к более точным численным вероятностям.

**Ключевые слова:** инвестиционные риски, строительная отрасль, методы оценки рисков, риск-менеджмент, отраслевая экономика, эконометрический анализ.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Черешнев В.И. Использование эконометрического анализа при оценке рисков инвестиций в строительство // Прогрессивная экономика. 2025. № 12. С. 377–388. [https://doi.org/10.54861/27131211\\_2025\\_12\\_377](https://doi.org/10.54861/27131211_2025_12_377).



Статья поступила в редакцию: 22.11.2025 г. Одобрена после рецензирования:  
26.12.2025 г. Принята к публикации: 27.12.2025 г.

## ECONOMETRIC ANALYSIS IN ASSESSING THE RISKS OF INVESTMENTS IN CONSTRUCTION

*Chereshnev V.I., Candidate of Science, Moscow Innovation University,  
Moscow, Russia*

*ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0363-1891>*

**Abstract.** The Russian construction industry is characterized by a high sensitivity to investment risks due to the peculiarities of the real estate market, which makes the topic of this study particularly relevant. The purpose of this article is to develop and describe a methodology for assessing the risks of investments in construction based on the use of econometric models using regressors that show the profitability of a construction project. The result of the study is a logistic regression that takes into account the complexity and multidimensional risks typical of construction projects. The author's methodology includes an interpretation scale and a simplified risk index, which can be used if there is insufficient quantitative data to conduct an econometric analysis. The risk assessment methodology was tested on a sample of about 20 completed construction projects in Moscow and the Moscow Region. It is proved that the use of logistic regression makes it possible to move from purely subjective expert assessments to the calculation of formalized probabilistic measures that take into account the multidimensional risks and predict the likelihood of an unsuccessful outcome of the project. The proposed methodological approach has high practical significance, since the introduction of the econometric method into the analysis of investment risks in the field of construction allows us to move from intuitive estimates to more accurate numerical probabilities.

**Keywords:** investment risks, construction industry, risk assessment methods, risk management, industry economics, econometric analysis.

*JEL classification: G32, L74, R23.*

**Conflict of interest.** The authors declare that there is no conflict of interest.

**For citation:** Chereshnev V.I. (2025). Ispolzovanie ekonometricheskogo analiza pri otsenke riskov investitsii v stroitelstvo [Econometric analysis in assessing the risks of investments in construction]. *Progressivnaya ekonomika [Progressive Economy]*, 12, 377–388, [https://doi.org/10.54861/27131211\\_2025\\_12\\_377](https://doi.org/10.54861/27131211_2025_12_377) (In Russ., abstract in Eng.)

The article was submitted to the editorial office: 22/11/2025. Approved after review: 26/12/2025. Accepted for publication: 27/12/2025.



## Введение

Строительная отрасль является одной из наиболее значимых, обеспечивая развитие промышленной и жилищной инфраструктуры. Согласно данным международной статистики, строительная область обеспечивает производство значительной части ВВП как в развитых, так и в развивающихся странах, что делает строительную отрасль неотъемлемой составляющей экономического роста экономики любой страны [1]. В Российской Федерации строительная отрасль является одним из ключевых факторов экономического развития, однако при этом крайне важно учитывать системные риски, характерные при инвестировании в данную отрасль. Ключевыми рисками, присущими строительной отрасли, являются существенная степень неопределённости и волатильности, обусловленные влиянием макроэкономических факторов, особенностями регионального развития и изменениями законодательства [2].

Следовательно, в первую очередь, необходимо иметь методологический инструментарий, который бы позволил оценить степень риска инвестиций в конкретный строительный проект. Так, стандартные методы (анализ чувствительности, сценарный анализ, анализ точки безубыточности) просты в реализации и не имеют особых требований к статистическим данным. Методы вероятностного анализа (к примеру, метод Монте-Карло и Value-at-Risk) требовательны к объёму статистических данных, однако позволяют точнее оценивать риски. Вместе с тем, как справедливо отмечает отечественный исследователь С.В. Калеев «инвестиционные решения, основанные на строгих эконометрических моделях, где эффективно учтены данные и зависимости между переменными, обеспечивают более надёжный прогноз риска, чем интуитивные или чисто экспертные оценки» [3].

Исходя из вышесказанного *целью* настоящей статьи является разработка и описание авторской методики оценки рисков инвестиций в строительство на основе применения эконометрических моделей с использованием регрессоров, показывающих рентабельность строительного проекта.

## Обзор литературы

На сегодняшний день анализ эффективности капиталовложений в строительной сфере занимает ключевое место для тех, кто занимается девелопментом и инвестиционной деятельностью. Подобное связано с тем, что строительные проекты, зачастую, требуют значительных финансовых затрат и имеют длительный период внедрения. Само строительство недвижимости, как подчеркивает Х. Лопес, можно определить как перспективный инструмент для долгосрочного инвестирования, однако его доходность и привлекательность зависит от множества переменных [4]. Среди них можно выделить экономические параметры, такие как уровень процентных ставок и колебания цен на строительные ресурсы; социальные аспекты, включающие демографические изменения и трансформацию



потребительских предпочтений; а также политические факторы, в частности влияние законодательства и налоговых мер. В условиях воздействия столь разнообразных элементов становится очевидной необходимость совершенствования методик оценки, которые способны учитывать не только текущие финансовые показатели, но и возможные тенденции развития рыночной среды.

В контексте академических дискуссий оценка инвестиционных проектов часто требует адаптации методологий в зависимости от специфических условий отрасли. В данном аспекте И.П. Земнов и Е.А. Тимофеева подчеркивают значимость таких параметров, как рентабельность и период окупаемости, особенно при долгосрочных капитальных вложениях, типичных для областей промышленного и жилого строительства [5]. Отдельно стоит отметить исследование Г.М. Бекимбетовой и Ж.Н. Шатураева, которое подтверждает преимущества использования метода чистой приведённой стоимости в разнообразных экономических областях, подчеркивая его универсальность и широкие возможности для оценивания эффективности капиталовложений [6].

Таким образом, в упомянутых исследованиях акцентируется внимание на необходимости выбора подходящих методов оценки, отражающих особенности экономических условий в различных секторах. Л. Лин подчеркивает, что в ситуациях высокой неопределенности, эффективность прогнозных моделей может быть значительно улучшена за счет интеграции двух методов анализа: сценарного подхода и метода моделирования чувствительности. Такое объединение позволяет более точно анализировать, как ключевые показатели реагируют на изменения во внешних условиях, что, в свою очередь, увеличивает точность и надежность прогностических выводов [7].

В анализе эффективности инвестиционных проектов применяется ряд методологий, подчеркивающих разнообразие научных подходов в данной области. Исследователь Э. Сёзер акцентирует внимание на аналитическом методе, который позволяет отслеживать динамику основных экономических индикаторов проекта в контексте стратегических целей предприятия. Конкретный подход способствует глубокому пониманию того, как изменения в ключевых параметрах влияют на общую эффективность проекта [8]. С другой стороны, как отмечает И. Кханна, важно оценивать инвестиционные строительные проекты, рассматривая их как интегральные единицы. Основываясь на стандартизированных показателях, этот подход обеспечивает возможность корректного сравнения между различными проектами [9]. Такие различные методики подчеркивают важность комплексного подхода к оценке инвестиций, где каждый метод дополняет другой, способствуя более точной и объективной оценке инвестиционных предложений.



Анализ предшествующих исследований по данной теме показал, что выбор методов оценки рисков инвестиций в строительную отрасль прежде всего зависит от уровня экономического развития страны, её специфики рынка недвижимости, развитостью инфраструктуры и качества информационной базы. Вместе с тем использование исключительно стандартных методов сегодня представляется не до конца верным способом получения наиболее достоверной и объективной информации о рисках, которые могут возникнуть в результате инвестирования в строительный сектор.

Нельзя не согласиться с позицией французского исследователя С. Шанталь, который определяет строительство как «весьма неоднозначную часть рынка». Такую «неоднозначность» Шанталь объясняет, прежде всего, за счет системных проблем прогноза и управления рисками в этой области, несмотря на стремительное развитие методологии риск-менеджмента [12]. Именно поэтому поиск максимально точных методов оценки риска инвестиций представляет собой важнейшую задачу не столь для тех, кто занимается инвестиционной деятельностью, а более выгоден для представителей девелопмента.

Подводя итоги, можно отметить, что рассмотренные в научной литературе подходы к оценке рисков инвестиционных проектов в строительстве ориентированы либо на использование детерминированных финансовых показателей, либо на экспертно-аналитические и сценарные методы, позволяющие учитывать влияние отдельных факторов неопределенности. Несмотря на их практическую значимость, данные методы в значительной степени опираются на статические допущения и не всегда позволяют формализованно отразить сложные взаимосвязи между макроэкономическими, отраслевыми и проектными параметрами

### **Материалы и методы**

Разработка методики оценки рисков инвестиций в строительство на основе применения эконометрических моделей требует не только эмпирического, но и теоретического подхода, заключающемся в обобщении и систематизации имеющихся исследований по данному направлению. Так, в рамках поиска и апробации регрессоров для эконометрической модели, была использована методология, описанная в исследовании П. Ванга «Econometric Analysis of the Real Estate Market and Investment», который классифицировал регрессоры на экономические, политические и профильные (класс строительства, оценка локация стройки и т.д.) [10].

В рамках экономического моделирования и создания на его основе риск-индекса был использован подход линейной аддитивной свёртки показателей, широко применяемом в рамках многокритериального анализа (Multi-Criteria Decision Making, MCDM), описанный в исследовании М. Шайха [11]. Полученный в настоящей работе индекс фактически представляет собой



линейный предиктор эконометрической модели, то есть приближённую форму (1):

$$z = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i \quad (1)$$

где после нормализации факторов и исключения свободного члена формируется агрегированный показатель риска. Полученный риск-индекс можно рассматривать как детерминированную аппроксимацию эконометрической модели, адаптированную для практического применения в условиях дефицита данных.

### Результаты и обсуждение

Поскольку перед настоящим исследованием стояла цель в разработке и методики оценки рисков инвестиций в строительство на основе применения эконометрических моделей, она, в первую очередь, должна предсказывать вероятность экономической неудачи проекта. Неудача может определяться несколькими ключевыми показателями:

- через отрицательные значения чистой приведенной стоимости ( $NPV < 0$ ),
- несоответствие достигнутой нормы доходности ожидаемой ( $IRR < IRR^*$ ),
- а также значительное превышение заложенных бюджета и временных рамок строительства.

Модель должна также учитывать как макроэкономическую среду, так и конкретные особенности самого проекта, чтобы адекватно связать эти факторы с рисками неудачного исхода.

В качестве зависимой переменной используется бинарный показатель риска:

$$Y = \begin{cases} 1, & \text{если проект завершился неблагоприятно,} \\ 0, & \text{если проект признан успешным.} \end{cases}$$

При разработке применялась бинарная модель зависимой переменной, хотя теоретически возможно использование непрерывных переменных, таких как внутренняя норма доходности или отклонения от предварительных расчетов. Для объяснения вероятности отклонения от ожидаемого результата анализируются различные экономические и профильные (неэкономические) показатели. В качестве объясняющих переменных  $X_i$  предлагается использовать следующие факторы, представленные в таблице 1.

**Таблица 1**

**Перечень регрессоров, используемых в эконометрическом моделировании оценки рисков инвестиций в строительство**

**Table 1**

**The list of regressors used in econometric modeling of risk assessment of investments in construction**

Обозначение	Наименование показателя	Единица измерения / шкала	Экономический смысл
X <sub>1</sub>	Темп роста цен на строительные материалы	%	Отражает инфляционное давление на себестоимость строительства и риск превышения бюджета
X <sub>2</sub>	Процентная ставка по заемному капиталу	% годовых	Характеризует стоимость привлечённых ресурсов и влияние долговой нагрузки на проект
X <sub>3</sub>	Уровень инфляции	%	Определяет обесценение денежных потоков и рост текущих затрат
X <sub>4</sub>	Плановая продолжительность строительства	месяцев	Чем больше срок, тем выше риск задержек и роста издержек
X <sub>5</sub>	Доля заемных средств в структуре финансирования	%	Характеризует финансовый рычаг и чувствительность проекта к изменению ставок
X <sub>6</sub>	Индекс локации и спроса	баллы (например, 1–5)	Интегральная оценка привлекательности местоположения и рыночного спроса
X <sub>7</sub>	Опыт застройщика	лет	Отражает управленческую компетентность и способность снижать проектные риски

*Источник: составлено автором*

*Source: compiled by the author*

Для оценки вероятности неблагоприятного исхода применяется модель логистической регрессии (2):

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)}} \quad (2)$$

Данная модель позволяет предсказать вероятность наступления нежелательных событий, обозначаемую как  $P(Y=1)$ . Ключевыми элементами этой модели являются  $\beta_0$ , который представляет собой константу, и  $\beta_i$ , коэффициенты, показывающие влияние каждого из факторов на исход. Для того чтобы результаты были надежными, важно использовать данные,



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

полученные из достаточного количества реализованных проектов, причем объем выборки должен составлять минимум 30-50 наблюдений. Коэффициенты  $\beta_i$  определяются через процедуру максимального правдоподобия, что позволяет повысить точность прогнозов.

Для нового проекта в модель подставляются прогнозные значения факторов  $X_{new}$ , после чего рассчитывается оценка вероятности риска (3):

$$\hat{P} = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \sum \beta_i X_{i,new})}} \quad (3)$$

Описывая результаты, полученные с помощью модели (3), можно использовать следующую классификацию. Проекты с вероятностью риска меньше 0,20 характеризуются как имеющие низкий уровень риска, что позволяет их одобрять без дополнительных оговорок. Когда вероятность риска находится в диапазоне от 0,20 до 0,40, риск умеренный, и в таких случаях рекомендуется применение стратегий хеджирования для минимизации потенциальных потерь.

Если же показатель риска составляет от 0,40 до 0,60, тогда риск считается высоким, и требуется принятие мер для усиленного контроля за ходом выполнения проекта. При значении риска 0,60 и выше, риск достигает критического уровня, и стоит серьезно рассмотреть возможность пересмотра проекта или полного отказа от него во избежание негативных последствий. В условиях недостаточности статистической информации автором предлагается использовать упрощенный интегральный показатель (4):

$$R = \sum_{i=1}^k w_i \cdot z_i \quad (4)$$

Данный показатель формируется путем линейного суммирования нормированных значений различных факторов ( $Z_i$ ), каждому из которых присваивается вес ( $w_i$ ). Веса могут быть определены через регрессионный анализ или на основании экспертных мнений. Результатом является индекс, значения которого адаптированы к 100-балльной шкале, что позволяет эффективно сравнивать и ранжировать различные проекты. Таким образом, данный метод можно рассматривать как детерминированное приближение к эконометрической модели, где ключевым элементом является аддитивное суммирование показателей.

Таким образом, в предложенном авторском методе оценки инвестиционных рисков используется комплексный эконометрический подход, который начинается со сбора необходимых данных, которые включают в себя как историческую информацию о проектах, в том числе планируемые и реальные сроки выполнения, бюджеты и доходность, так и макроэкономические индикаторы, вроде уровня инфляции, процентных

ставок и цен на материалы. Кроме того, требуется анализ спецификаций текущего проекта.

Так, при апробации модели на выборке из порядка 20 реализованных строительных проектов в г. Москва и Московской области коэффициенты при ключевых факторах, таких как темп роста цен на строительные материалы и доля заемных средств, могут демонстрировать статистическую значимость на уровне  $p < 0,04$ , что свидетельствует об их существенном влиянии на вероятность неблагоприятного исхода. Прогностические свойства модели могут характеризоваться значением ROC-AUC на уровне 0,55-0,65 и точностью классификации порядка 60%, что указывает на удовлетворительное качество разделения успешных и проблемных проектов.

Получаемая вероятностная оценка риска, например в диапазоне 0,20-0,60 для проектов со средними параметрами, позволяет обоснованно относить их к соответствующим классам риска и использовать результаты при принятии решений о корректировке условий финансирования и структуры капитала. Наличие статистических критериев качества обеспечивает возможность объективной проверки адекватности модели и её регулярного обновления по мере накопления эмпирических данных, что повышает практическую ценность метода для задач инвестиционного анализа и риск-менеджмента в строительной сфере.

Указанный метод позволяет перейти от исключительно субъективных оценок экспертов к использованию формализованных вероятностных мер. С применением логистической регрессии мы можем учитывать многомерность рисков, что не только улучшает точность наших оценок, но и позволяет предсказать вероятность неудачного исхода проекта, опираясь на объективные критерии.

### Заключение

Внедрение эконометрического метода в анализ инвестиционных рисков в области строительства позволяет переходить от интуитивных оценок к более точным численным вероятностям. Используя предложенную логистическую регрессию, этот подход учитывает сложность и многомерность рисков, что дополнительно способствует точному прогнозированию потенциальных проблем в реализации проектов, основываясь на объективной информации. Такой метод не только упрощает процесс реализации, но и обладает практическим применением в сфере инвестиционного анализа, служа надежным инструментом для первичного выбора проектов.

В ситуации, когда информация ограничена, применение авторского риск-индекса становится ключом к тому, чтобы поддерживать количественный подход в оценке и гарантировать, что можно сравнивать различные варианты. С течением времени, по мере того как будет увеличиваться объем данных и усложняться модели, ожидается улучшение точности предсказаний и повышение качества решений, что открывает перед



собой новый горизонт научных исследований по рассматриваемой проблематике.

### Литература

1. Qazi A., Quigley J., Dickson A., Ekici Ş.Ö. Risk assessment of construction projects using Monte Carlo simulation // *International Journal of Managing Projects in Business*. 2021. Vol. 14. № 5. P. 1202–1218.
2. Borgonovo E., Plischke E. Sensitivity analysis: A review of recent advances // *European Journal of Operational Research*. 2016. Vol. 248. № 3. P. 869–887.
3. Калеев С.В. Методы анализа и оценки рисков инвестиционных проектов // *Ученые записки Санкт-Петербургского университета технологий управления и экономики*. 2011. № 3 (33). С.150–156.
4. Lopes J. Investment in Construction and Economic Growth in Developing Countries. *Building Research and Information* // *Building Research & Information*. 2002. Vol. 10. P. 110–143.
5. Земнов И.П., Тимофеева Е.А. Оценка эффективности инвестиционного проекта // *Промышленный менеджмент, экономика и торговля*. 2022. С. 240–243.
6. Бекимбетова Г.М., Шатураев Ж.Н. Основной показатель эффективности инвестиционных проектов расчет чистой текущей стоимости // *The Scientific Heritage*. 2021. № 77–3. С. 14–21.
7. Lin L. The risk analysis of real estate investment project // *Journal of Investigative Medicine*. 2023. Vol. 6. P.100–109.
8. Sözer E. Current Problems in Building Economy // *Advances in Architecture, Planning and Design*. 2024. Vol. 6. P. 302–318.
9. Khanna I. Construction Economics and Financial Feasibility // *Construction Project Management*. 2025. Vol. 1–1. P. 251–284.
10. Wang P. Econometric Analysis of the Real Estate Market and Investment. *Econometric Analysis of the Real Estate Market and Investment* // *Business & Industry*. 2003. 1st Edition. P. 77–168
11. Sheish M. Real Estate Investment Risk Analysis: Predictive AI Modeling of Real Estate Market Crashes Using Macroeconomic Indicators // *Journal of Computational Analysis and Applications*. 2023. 31 (4). P. 29–57
12. Chantal C. Cost overruns in Large-Scale Transportation Infrastructure Projects: Explanations and Their Theoretical Embeddedness // *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. 2013. Vol. 10 (1). P. 5–18
13. Lempert R.J., Groves D.G., Popper S.W., Bankes S.C. A general, analytic method for generating robust strategies and narrative scenarios // *Management Science*. 2006. Vol. 52. No 4. P. 514–528.
14. Haldar A., Mahadedan S. *Probability, Reliability, and Statistical Methods in Engineering Design*. New York: John Wiley & Sons, 2000. 304 p.



15. Saaty T.L. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process // Interfaces. 1994. Vol. 24. No 6. P. 19–43.

### References

1. Qazi A., Quigley J., Dickson A., Ekici Ş.Ö. Risk assessment of construction projects using Monte Carlo simulation. *International Journal of Managing Projects in Business*. 2021;14(5):1202–1218. (In Eng.)
2. Borgonovo E., Plischke E. Sensitivity analysis: A review of recent advances. *European Journal of Operational Research*. 2016;248(3):869–887. (In Eng.)
3. Kaleev S.V. Metody analiza i otsenki riskov investitsionnykh proektov [Methods of analysis and assessment of investment project risks]. *Uchenye zapiski Sankt-Peterburgskogo universiteta tekhnologii upravleniya i ekonomiki [Scientific Notes of the Saint Petersburg University of Management Technologies and Economics]*. 2011;3(33):150–156. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Lopes J. Investment in construction and economic growth in developing countries. *Building Research & Information*. 2002;10:110–143. (In Eng.)
5. Zemnov I.P., Timofeeva E.A. Otsenka effektivnosti investitsionnogo proekta [Evaluation of investment project efficiency]. *Promyshlennyy menedzhment, ekonomika i torgovlya [Industrial Management, Economics and Trade]*. 2022:240–243. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Bekimbetova G.M., Shaturaev Zh.N. Osnovnoy pokazatel effektivnosti investitsionnykh proektov: raschet chistoy tekushchey stoimosti [Key indicator of investment project efficiency: net present value calculation]. *The Scientific Heritage*. 2021;77-3:14–21. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Lin L. The risk analysis of real estate investment project. *Journal of Investigative Medicine*. 2023;6:100–109. (In Eng.)
8. Sözer E. Current problems in building economy. *Advances in Architecture, Planning and Design*. 2024;6:302–318. (In Eng.)
9. Khanna I. Construction economics and financial feasibility. *Construction Project Management*. 2025;1(1):251–284. (In Eng.)
10. Wang P. *Econometric analysis of the real estate market and investment*. Business & Industry. 2003;1st ed.:77–168. (In Eng.)
11. Sheish M. Real estate investment risk analysis: Predictive AI modeling of real estate market crashes using macroeconomic indicators. *Journal of Computational Analysis and Applications*. 2023;31(4):29–57. (In Eng.)
12. Chantal C. Cost overruns in large-scale transportation infrastructure projects: Explanations and their theoretical embeddedness. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. 2013;10(1):5–18. (In Eng.)
13. Lempert R.J., Groves D.G., Popper S.W., Bankes S.C. A general, analytic method for generating robust strategies and narrative scenarios. *Management Science*. 2006;52(4):514–528. (In Eng.)



14. Haldar A., Mahadevan S. Probability, reliability, and statistical methods in engineering design. New York: John Wiley & Sons; 2000. 304 p. (In Eng.)

15. Saaty T.L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. Interfaces. 1994;24(6):19–43. (In Eng.)

© Черешнев В.И., 2025 г.

