

УДК 005.334:003.2

DOI <https://doi.org/10.32689/maup.it.2025.1.12>**Андрій КОЛЯДА**

аспірант кафедри цифрової економіки та системного аналізу, Державний торговельно-економічний університет, a.koliada@knute.edu.ua

ORCID: 0009-0001-4625-4976

СУЧАСНІ МОДЕЛІ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ ІЗ СИСТЕМНИМ ПІДХОДОМ

Анотація. У статті досліджено сутність ризик-менеджменту на основі системного аналізу. Визначено основні принципи та переваги системного аналізу в ризик-менеджменті. Встановлено, що використання системної моделі як єдиного джерела істини для аналізу ризику та надійності призводить до послідовної та повної оцінки. Досліджено основні моделі ризик-менеджменту та визначено складові системного аналізу у моделі ризик-менеджменту. Наведено сфери застосування розглянутих моделей ризик менеджменту.

Метою дослідження є аналіз моделей ризик-менеджменту із системним підходом.

Методологія дослідження включає аналіз наукової літератури, її критичне осмислення, синтез. Застосування такої методології дозволить забезпечити комплексний та глибокий аналіз проблематики, сприятиме розробці ефективної моделі ризик-менеджменту, що враховує специфіку та динаміку сучасного бізнес-середовища.

Наукова новизна полягає у виділенні найбільш адаптованих та гнучких моделей ризик-менеджменту, які враховують системні взаємозв'язки ризиків.

Висновки. В даній роботі прийшли до висновку, що моделі ризик-менеджменту, побудовані на системному аналізі, передбачають визначення ключових елементів ризик-менеджменту, встановлення зв'язків між ними, розробку математичних та логічних процесів для прогнозування та управління ризиками. Встановлено, що моделі ризик-менеджменту сприяють гнучкості організації, дозволяючи швидко реагувати на зміни зовнішнього середовища та внутрішні виклики, що є ключовим фактором виживання та розвитку в умовах невизначеності. Застосування системного підходу передбачає використання передових методів, таких як моделювання розподілів втрат, регресійний аналіз, байєсівські мережі та нечітка логіка, що дозволяє більш точно оцінювати та прогнозувати ризики.

Ключові слова: ризик-менеджмент, системний аналіз, модель, невизначеність, складні системи.

Andrii KOLIADA. MODERN RISK MANAGEMENT MODELS WITH A SYSTEMIC APPROACH

Abstract. The article explores the essence of risk management based on system analysis. The main principles and advantages of system analysis in risk management are identified. It is established that the use of a system model as the only source of truth for risk and reliability analysis leads to a consistent and complete assessment. The main risk management models are investigated and the components of system analysis in the risk management model are identified. The areas of application of the considered risk management models are presented.

The objective of the study is to analyze risk management models with a systemic approach.

Methodology. The research methodology includes an analysis of scientific literature, its critical understanding, synthesis. The use of such a methodology will provide a comprehensive and in-depth analysis of the issue, will contribute to the development of an effective risk management model that takes into account the specifics and dynamics of the modern business environment.

The scientific novelty lies in the selection of the most adapted and flexible risk management models that take into account the systemic interrelationships of risks.

Conclusions. This paper concludes that risk management models based on systems analysis involve identifying key elements of risk management, establishing relationships between them, and developing mathematical and logical processes for forecasting and managing risks. It has been established that risk management models contribute to the organization's flexibility, allowing it to respond quickly to changes in the external environment and internal challenges, which is a key factor in survival and development in conditions of uncertainty. The use of a systems approach involves the use of advanced methods, such as modeling of loss distributions, regression analysis, Bayesian networks, and fuzzy logic, which allows for more accurate risk assessment and forecasting.

Key words: risk management, system analysis, model, uncertainty, complex systems.

Постановка проблеми. У сучасному світі ефективний ризик-менеджмент є одним із найважливіших завдань для будь-якої компанії. Незважаючи на те, що ризики є невід'ємною частиною бізнесу, їх необхідно контролювати та керувати ними, щоб мінімізувати потенційні збитки та збільшити шанси на ефективну діяльність підприємства. Майже у всіх дослідженнях ризиків питання про те, як їх знизити, є дуже актуальним. Однак перед тим, як управляти ризиками, їх необхідно відповідним чином виміряти та змодельовати. Таким чином, три аспекти вимірювання, моделювання та управління ризиками взаємопов'язані, і всі вони повинні розглядатися як однаково важливі, оскільки кожен наступний аспект спирається на попередній, що в свою чергу потребує системного аналізу.

Системний аналіз за визначенням – це сукупність засобів і методів, що використовуються при дослідженні та конструюванні складних та надскладних об'єктів [3]. Насамперед це стосується методів вироблення, прийняття та обґрунтування рішень при проектуванні соціальних, економічних та технічних систем та управління ними. При цьому окремого розгляду потребує системний аналіз

у ризик-менеджменті, що ґрунтується на тому, що всі явища та процеси розглядаються в їх системному зв'язку, враховуючи вплив окремих елементів та рішень на систему в цілому.

Методологічний підхід до такого виду ризик-менеджменту передбачає послідовну декомпозицію складних систем до відносно простих, які можуть бути описані з необхідною мірою невизначеності, а потім проводиться синтез одержуваних результатів. При необхідності можуть проводитися і послідовні ітерації сукупних процесів декомпозиції та синтезу. Такий підхід особливо важливий в умовах повоєнного відновлення країни, так як це складний та багаторівневий процес, який вимагає ефективного управління ризиками. Саме використання моделей ризик-менеджменту на основі системного аналізу сприятиме мінімізації загроз та оптимізації ресурсів в процесі повоєнного відновлення країни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В наукових працях як вітчизняних, так і зарубіжних фахівців наголошують, що системний підхід у ризик-менеджменті має включати ідентифікацію ризиків, їх кількісну оцінку та розробку стратегій реагування, що дозволяє більш повно та об'єктивно оцінювати потенційні ризики, розробляти стратегії зниження ризику та прогнозувати їх вплив на проект.

Скибінська З., Іщук Е. встановили, що завдяки системному аналізу керівники проєктів можуть приймати обґрунтовані рішення та бути готовими до ризиків, які збільшує ймовірність успішної реалізації проєктів [4]. Скопенко Н. М. визначає основні методи ризик-менеджменту, проте не акцентує увагу на моделях, які при цьому варто застосовувати [5].

Більшість науковців розглядають загальні аспекти формування ризик-менеджменту, але мало уваги приділяють саме системному підходу до побудови їх моделей. Застосування системного аналізу у ризик-менеджменті для проєктів повоєнного відновлення є не достатньо дослідженим, а наявні напрацювання мають фрагментарний характер, тобто досліджуються переважно окремі ризики без їх взаємозв'язку, що без системного аналізу важко зробити.

Метою статті є аналіз моделей ризик-менеджменту із системним підходом.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ризики – це будь-які потенційні загрози, які можуть негативно вплинути на бізнес підприємства та економіку в цілому. Вони можуть виникати у будь-якій сфері діяльності та бути пов'язані з різними факторами, такими як економічні, фінансові, політичні, технічні, природні, соціальні та інші [4].

Оцінка ризику – це процес визначення причини та ступеня ризику шляхом аналізу множинних небезпек та виявлення умов уразливості, які в сукупності можуть завдати шкоди схильним елементам [1]. Цілісна оцінка ризику включає у себе як оцінку ймовірності втрат, так й забезпечує повне розуміння причин і наслідків цих втрат. Тому знання та аналіз ризику становлять найважливішу частину процесу прийняття рішень. Усвідомлення та розуміння ризику, де наявність достовірної інформації про ризик та відповідна трансляція цієї інформації є ключовим інструментом підвищення поінформованості про ризики та, відповідно, вжиття заходів щодо їх зниження.

Системний аналіз перебуває у центрі більшості аналізів ризиків. Розбираючи систему, її розбивають на класи сценаріїв, які дозволяють аналітику краще зрозуміти, як система може вийти з ладу. Два найбільші класи ризиків – це залежність від зовнішніх чинників та людські помилки.

Системний аналіз дозволяє розглядати ризик-менеджмент як комплексну динамічну систему, що включає взаємопов'язані елементи та враховує як внутрішні, так і зовнішні чинники. Системний підхід до аналізу ризику вимагає розгляду джерела ризику.

Системна оцінка ризиків дозволяє завчасно відслідковувати та оцінювати складні, мінливі бізнес-ризики за декількома напрямками, включаючи: катастрофічні ризики, кіберризики, ризики екологічного та соціального управління (ESG), геополітичні ризики, фінансові ризики, ризики обмежень у всій мережі ділових відносин.

Ключовим завданням системного аналізу є формування стратегічно обґрунтованих рішень у сфері вибору стратегій, інструментів та ризик-мінімізуючих методик. Також дослідження системного аналізу ризиків має першочергове значення для розуміння та передбачення впливу різномірних факторів на еволюцію, та структурну перебудову світової економічної системи, включаючи розробку комплексу ефективних методів мінімізації чи нейтралізації потенційних негативних ефектів від економічних шоків.

У рамках нової ери цифрової економіки та нейро-цифрових трансформацій, на зорі третього тисячоліття було помічено тенденцію до еволюції систем управління ризиками, орієнтованих на модель «згори вниз». Ця концепція передбачає інтеграцію та синхронізацію різних ризикових факторів у рамках єдиного мультифакторного середовища, приділяючи увагу знаходженню оптимального балансу між специфічними моделями для окремих категорій ризиків та глобальною моделлю універсального, інтегрованого ризику. Вищезазначене свідчить про підвищення ролі системного аналізу в ризик-менеджменті. При цьому варто виділити основні принципи системного аналізу, які використовуються в ризик-менеджменті (рис. 1).

Комплексність	• врахування всіх можливих ризиків, що можуть вплинути на діяльність організації
Динамічність	• адаптація до змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі
Взаємозв'язок ризиків	• аналіз взаємного впливу різних типів ризиків
Прогнозованість	• використання аналітичних моделей для прогнозування можливих ризиків
Гнучкість управління	• можливість оперативного реагування на нові загрози

Рис. 1. Основні принципи системного аналізу в ризик-менеджменті

Джерело: власна розробка

Етапи здійснення ризик-менеджменту на основі системного аналізу в цілому відповідають традиційному підходу, але є певні специфічні особливості, а саме:

- ідентифікація ризиків (виявлення потенційних загроз);
- оцінка та аналіз ризиків;
- моделювання та симуляція ризиків;
- розробка стратегій управління ризиками;
- моніторинг та коригування;
- управління комплексними та системними ризиками.

Оцінка та аналіз ризиків на основі системного підходу дозволяє оцінити взаємозв'язки та системні ефекти, тобто як один ризик може привести до нового ризику через взаємодію компонентів системи. В процесі моделювання та симуляції ризиків системний підхід дозволяє вивчити зміни в системі від зміни окремого компонента. Отже, такий підхід дозволяє враховувати потенційні та приховані ризики.

Основними перевагами використання системного підходу у ризик-менеджменті є такі: ідентифікація взаємозв'язків між ризиками, глибший аналіз компонентів системи, адаптивність та гнучкість [5].

В наукових дослідженнях виділяють багато моделей ризик-менеджменту: модель VAR, модель Монте Карло, аналіз дерева рішень, Байєсівські мережі, системна динаміка, LCA, ISO 27005, CVSS, метод критичного шляху та інші. В табл. 1 представимо порівняльний аналіз моделей ризик-менеджменту із системним підходом, які найчастіше зустрічаються.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз основних моделей ризик-менеджменту із системним підходом

Модель	Сладова системного аналізу	Основні принципи
ISO 31000	Взаємозв'язок ризиків, стратегічний підхід	Комплексний аналіз, інтеграція у систему управління
Байєсівська модель	Динамічне оновлення ризиків	Ймовірнісний аналіз, прогнозування змін
Монте-Карло	Імітаційне моделювання ризиків	Аналіз тисяч сценаріїв, пошук оптимальних рішень
Аналіз дерева рішень (ДТА)	Виявлення взаємозв'язків між альтернативами, оцінка ймовірних ризиків та можливих втрат.	Детермінованість альтернатив, очікувані значення, адаптивність рішення
Модель COSO ERM	Визначення ризикового апетиту, використання сценарного аналізу, SWOT, PESTEL	Інтеграція з корпоративною стратегією, орієнтація на досягнення цілей, відповідальність на всіх рівнях

Джерело: власна розробка

Вибір правильної структури управління ризиками залежить від конкретних потреб, цілей та контексту організації. Наприклад, ISO 31000 пропонує гнучкість і широке застосування, що робить дану модель придатною для різних організацій. Байєсівська модель об'єднує управління ризиками зі стратегічними цілями, ідеально підходячи для організацій, які прагнуть впровадити міркування про ризики у свої основні операції. Інші структури управління ризиками мають вузьку спрямованість. Структура управління ризиками Монте-Карло має структурований та кількісний підхід до ризиків інформаційної безпеки, тоді як Аналіз дерева рішень обслуговує управління ризиками на будівництві та в інфраструктурних проєктах.

Розуміння сильних сторін і фокусів кожної структури моделі дозволяє організаціям вибирати або комбінувати елементи з кількох структур для розробки надійної та адаптованої стратегії управління ризиками, дотримуючись принципів управління ризиками. Вчиняючи так, організації можуть краще орієнтуватися в невизначеності, захищати свої активи і досягати своїх стратегічних цілей. Ефективне управління ризиками необхідно для будь-якої організації, яка прагне досягти своєї мети.

Стандарт ISO 31000 покликаний допомогти організаціям застосовувати методичний підхід до управління ризиками, виконуючи такі три ключові дії [10]:

1. Виявлення ризиків.
2. Оцінка ймовірності виникнення події, пов'язаної із виявленим ризиком.
3. Визначення серйозності проблем, викликаних подією.

Таким чином, ISO 31000 не прагне усунути ризики, оскільки повне усунення всіх ризиків неможливе. Натомість він покликаний допомогти організаціям визначити свої ризики та розробити стратегію пом'якшення чи зниження ризиків, де це доречно.

Модель COSO ERM належить до корпоративної структури управління ризиками, розробленої COSO, щоб допомогти організаціям краще виявляти, оцінювати, керувати та контролювати ризики з погляду стратегії. COSO ERM інтегрує управління ризиками з більш широкими стратегічними цілями організації та управління продуктивністю [8]

Основні характеристики моделі COSO ERM включають:

- стратегічне узгодження: пов'язує принципи управління ризиками із стратегією та ефективністю організації;
- детальна структура: пропонує докладні рекомендації щодо управління, виявлення ризиків, оцінки, реагування та звітності;
- фокус на управлінні та культурі: підкреслює важливість структур управління та культури, що враховує ризики.

Байєсівська модель – це компактні та інтуїтивно зрозумілі графічні уявлення спільних розподілів ймовірностей (JPD), які можна використовувати для проведення причинно-наслідкового зв'язку та аналізу прогнозування ризиків, і вони мають ряд переваг у порівнянні з методами, заснованими на регресії [8]. Байєсовські мережі представляють собою інший підхід до прогнозування ризиків. Вони являють собою графічні уявлення, які набувають форми мережі, що складається з вузлів та ребер, представляють випадкові змінні моделі та впливи між ними відповідно. JPD факторизується в умовні розподіли ймовірностей, пов'язані з кожним вузлом, умовні для змінних, які безпосередньо на нього впливають. Обчислювальна ефективність моделі впливає з явного уявлення залежностей, що призводить до зменшення зв'язності у графі. Це призводить до більш компактних мереж і модель значно краще масштабується для великих систем або мереж, оскільки необхідно оцінити лише підмножину всіх можливих зв'язків.

Моделювання Монте-Карло дозволяє побачити всі можливі результати рішень та оцінити вплив ризику, що дозволяє приймати ефективніші рішення в умовах невизначеності. Моделювання Монте-Карло – це комп'ютеризований математичний метод, що дозволяє враховувати ризик у кількісному аналізі та прийнятті рішень. Вперше цей метод був використаний вченими, які працювали над атомною бомбою, і був названий на честь Монте-Карло, курортного міста Монако, відомого своїми казино [9].

У наукових та технічних галузях моделювання Монте-Карло використовується у багатьох процесах, починаючи від обчислювальної фізики до аеродинамічного проектування та моделей для прогнозування погоди. В галузі інжинірингу застосування варіюється від мікроелектроніки до проектування бездротових мереж, автономної робототехніки та систем штучного інтелекту. Екологічні компанії використовують моделювання для очищення, збереження та захисту дикої природи. Моделювання Монте-Карло відіграє значну роль у створенні фотореалістичних зображень віртуальних 3D-моделей із застосуванням у відеоіграх, архітектурі та кінематографічних спецефектах. Берегова охорона США використовує моделювання Монте-Карло для розрахунку можливого розташування жертв під час пошуково-рятувальних операцій.

Моделювання Монте-Карло виконує аналіз ризику, будуючи моделі можливих результатів, підставляючи діапазон значень – розподіл ймовірностей для будь-якого фактора, що має внутрішню невизначеність. Потім обчислюються результати знову і знову, кожного разу використовуючи інший набір випадкових значень із функцій ймовірності. Залежно від кількості невизначеностей та вказаних для них діапазонів, моделювання Монте-Карло може містити тисячі або десятки тисяч перерахунків, перш ніж воно буде завершено. Моделювання Монте-Карло створює розподіл можливих значень результатів [9].

Використовуючи розподіл ймовірностей, змінні можуть мати різні ймовірності виникнення різних результатів. Розподіли ймовірностей є набагато більш реалістичним способом опису невизначеності у змінних аналізу ризику.

Аналіз дерева рішень – спеціально розроблена модель для управління ризиками, яка дозволяє організаціям ефективно оцінювати та усувати потенційні ризики. По суті аналіз дерева рішень має на увазі побудову графічного уявлення, що нагадує деревоподібну структуру. Вона починається з вузла питання і розгалужується на різні шляхи прийняття рішень, зрештою призводячи до різних результатів. Кількісна оцінка ймовірностей та оцінка потенційних ризиків дозволяють особам, які приймають рішення, наочно подати наслідки свого вибору [8].

Ключові компоненти аналізу дерева рішень в управлінні ризиками включають:

1. Вузли: критичні точки, в яких робиться вибір, що веде до різних шляхів.
2. Гілки: ці шляхи, що виходять із вузлів прийняття рішень, ілюструють можливі дії чи вибори.
3. Результати: Кінцеві вузли відображають потенційні результати, що виникають у результаті рішень, ухвалених у вузлах прийняття рішень.
4. Ймовірність: ймовірності, присвоєні гілкам, кількісно визначають ймовірність конкретних результатів.
5. Очікувані значення: розраховуються шляхом множення ймовірностей на відповідні результати та є мірою потенційної цінності або ризику, пов'язаного з певним шляхом прийняття рішення.

Зі згаданих моделей ISO 31000 та COSO ERM є найбільш адаптованими та широко використовуються, пропонуючи структуровані підходи до управління ризиками і розробки ефективних відповідей на ризики. Порівнюючи рамки ISO 31000 і COSO ERM, бачимо, що обидві підкреслюють послідовні основні принципи управління ризиками. Ці принципи направляють організації у розробці, впровадженні та практиці процесів управління ризиками відповідно до їх конкретних потреб.

Реалізація системи управління ризиками у практичному аспекті часто стикається з проблематикою помилкових рішень, зумовлених наступними ключовими факторами: відсутність в організаційній ієрархії виділених фахівців або підрозділів, що спеціалізуються на ризик-менеджменті, а також нестача досвіду в управлінні ризиками на рівні менеджменту; обмеженість інформаційно-статистичних баз даних для ефективного ризик-менеджменту; неконсистентне застосування методологій оцінки різних видів ризиків, без урахування їх взаємодії та взаємовпливу

Висновки. В процесі дослідження встановлено, що застосування методу системного аналізу для управління ризиками є одним з найбільш значущих і йому має бути приділено більше уваги. Розглянуті моделі ризик-менеджменту із застосуванням принципу «декомпозиція – синтез» дозволять, з одного боку, визначити причинно-наслідковий ланцюг подій у запобіганні ризикам; з іншого – розглядати еволюцію підходів до управління ризиком не тільки в промислових, а й соціальних та природних середовищах.

Використання системного аналізу у ризик-менеджменті дозволяє структурувати, прогнозувати та мінімізувати ризики, враховуючи їхні взаємозв'язки та вплив на діяльність підприємства та будь-яку систему вцілому. Встановлено, що основними моделями ризик-менеджменту, які засновані на системному підході, є COSO ERM, ISO 31000, Байєсівська модель, Монте-Карло та аналіз дерева рішень. Виділивши основні їх принципи функціонування прийшли до висновку, що найбільш гнучкими та адаптивними є COSO ERM, ISO 31000.

Подальшого дослідження потребує використання моделей ризик-менеджменту на основі системного аналізу у інфраструктурних проєктах повоєнного відновлення, так як на даний час ця сфера є досить актуальною та маловивченою.

Список використаних джерел:

1. Венгер О. Філософія ризик-менеджменту у контексті глобальних викликів. *Lithuania Marijampolė, Marijampolės kolegija*. 2023. URL: <https://suduvosakademija.lt/wp-content/uploads/2023/09/> (дата звернення 23.03.2025)
2. Лобунець Т. В., Мединська Т. І., Рейкін В. С. Аналіз ризиків інноваційних проєктів в українському менеджменті та маркетингу: стратегічні аспекти. *Академічні візії*. № (28). 2024. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/897> (дата звернення 23.03.2025)

3. Пановик У. П. Системний підхід до управління ризиками інформаційної безпеки. Матеріали ІХ Всеукраїнської заочної науково – практичної конференції. Київ: УДУ імені Михайла Драгоманова, 2023. с. 198 URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/12406/1/>(дата звернення 23.03.2025)
4. Скибінська З., Іщук Е. Формування моделі ризик-менеджменту у системі управління підприємством. *Економіка та суспільство*. 2024 (61). URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-123>(дата звернення 23.03.2025)
5. Скопенко Н. С. Методичні підходи до формування системи ризик-менеджменту. *Ефективна економіка*. 2023. № 2. URL: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.2.19> (дата звернення 23.03.2025)
6. Ткач С. В. Теоретичні засади оцінки ризиків у діяльності бізнес-структур. *Scientific notes of Lviv University of Business and Law*. №. 43. 2024. С. 106–113. URL: <https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/1456>(дата звернення 23.03.2025)
7. Юдіна С., Мондрієвський С. Системний підхід до оцінки фінансових ризиків під час стратегічного управління. *Економіка та суспільство* 2024 № 1 (67). URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-54> (дата звернення 23.03.2025)
8. Enterprise Risk Management Frameworks and Models URL: <https://www.smartsheet.com/content/enterprise-risk-management> (дата звернення 23.03.2025)
9. Monte Carlo Simulation: What It Is, How It Works, History, 4 Key Steps <https://www.investopedia.com/terms/m/montecarlosimulation.asp> (дата звернення 23.03.2025)
10. The Basics of ISO 31000 – Risk Management <https://riskconnect.com/business-continuity-resilience/the-basics-of-iso-31000-risk-management/> (дата звернення 23.03.2025)