

УДК 330.341.1:502.33:338.242

Лугінін О.Є.,
кандидат технічних наук, професор,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Терлич С.В.,
кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Антофій Н.М.,
доктор економічних наук, професор,
Новокаховський політехнічний інститут

Looginin Oleg
Candidate of Technical Science, Professor,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Terlych Stanislav
Candidate of Technical Science, Assistant Professor,
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Antofiy Natalia
Doctor of Economical Science, Professor,
Nova Kakhovka Polytechnic Institute

СУЧАСНІ ПІДХОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ В ОЦІНЦІ ПІДПРИЄМНИЦЬКИХ РИЗИКІВ

Лугінін О.Є., Терлич С.В., Антофій Н.М. Сучасні підходи системного аналізу в оцінці підприємницьких ризиків. Класифіковані економіко-математичні методи і моделі у прийнятті та прогнозуванні господарських рішень в умовах невизначеності зовнішньої та внутрішньої інформації. Розглянуто два підходи в оцінці ризиків проєктів (завдань) за часткової та повної невизначеності інформації. За часткової невизначеності розглянуто такі моделі та економіко-математичні методи їх реалізації, як: статистичний, аналізу чутливості проєкту, визначення точки беззбитковості, оцінки бета-ризиків, стохастичного програмування, економетричного прогнозування, оптимізації завдань на основі принципу максимуму Понтрягіна, теорії масового обслуговування, оптимізації завдань за деревом рішень, за теорією корисності, за підходом Байєса, за оцінкою «вартість-ефективність», за моделями імітаційного моделювання, факторного та кластерного аналізу. За повної невизначеності інформації розглянуті методи й моделі на основі статистичних критеріїв Лапласа, Вальда, Севіджа, Гурвіца та теорії ігор за такими методами: парної і множинної гри, одно- та багатошагової гри, з часткової та повної невизначеності, з нульової та ненульовою сум. Надана стисла характеристика цих методів і моделей та сфер їх використання у реалізації господарських рішень для інноваційних проєктів і завдань.

Ключові слова: економіко-математичне моделювання, ризик, невизначеність інформації, господарське рішення.

Лугинин О.Е., Терлыч С.В., Антофий Н.Н. Современные подходы системного анализа в оценке предпринимательских рисков. Классифицированы экономико-математические модели в принятии и прогнозировании хозяйственных рисков в условиях неопределенности внешней и внутренней информации. Рассмотрены два подхода в оценке рисков проектов (заданий) при частичной и полной неопределенности информации. При частичной неопределенности рассмотрены модели и экономико-математические методы их реализации: статистический, анализа чувствительности проекта, определения точки безубыточности, оценки бета-риска, стохастического программирования, эконометрического прогнозирования, оптимизации заданий на основе принципа максимума Потрягина, теории массового обслуживания, оптимизации заданий по дереву решений, по теории полезности, за подходом Байеса, по оценке «стоимость – эффективность», по моделям имитационного моделирования, факторного и кластерного анализа. При полной неопределенности информации рассмотрены методы и модели на основе статистических критериев Лапласа, Вальда, Севиджа, Гурвица и методов теории игр: парной и множественно игры, одно- и многошаговой игры, с частичной и полной неопределенностью, с нулевой и ненулевой суммой. Дана краткая характеристика этих методов, моделей и сфер их использования в реализации хозяйственных решений для инновационных проєктов и заданий.

Ключевые слова: экономико-математическое моделирование, риск, неопределенность информации, хозяйственные решения.

Looginin Oleg, Terlych Stanislav, Antofiy Natalia. The modern approaches of system analysis in risks assessing entrepreneurial. The article substantiates the use of system analysis to obtain qualitative risk characteristics in entrepreneurial activity and business based on economic and mathematical modeling. The general classification of mathematical methods used in economics and management is given, according to the assessment of entrepreneurial risks. The essence of these methods is revealed in a concise form on the basis of two approaches to accounting for the uncertainty of external and internal information: partial and complete uncertainty. The first approach includes methods for assessing risks in the implementation and forecasting of innovative projects and tasks, when there is information about the values of the events in question and the likelihood of their occurrence (or often you can determine from them); these are statistical methods, a project sensitivity analysis method, utility theory methods, optimization methods of the optimal equation theory, factor and classical analysis methods, and others. The second approach includes methods for accounting for the uncertainty of risky events when there is no information about the probability of the events in question: these are methods for considering statistical criteria, optimization methods for stochastic programming, and methods for game theory. Spheres of using the methods of the considered approaches are indicated, ways of using the quantitative characteristics of risk events in the face of uncertainty. With complete uncertainty of the information, methods and models based on the statistical criteria of Laplace, Wald, Savage, Hurwitz and methods of game theory are considered: pair and multiple games, single and multi-step games, with partial and complete uncertainty, with zero and nonzero sums. In the first the main characteristics of economical and mathematical methods and models in economic and management in accept of rules in the conditions of all hafting annealing information. Practical meaning is consists in using of mathematical models and their methods for realization in accept futures imitation ranges of rules in making this products and tasks in annealing situation.

Key words: economic and mathematical modeling, risk, information uncertainty.

Постановка проблеми. Здійснення підприємницької діяльності у прийнятті господарських рішень в управлінні проектами (завданнями) проходить в умовах невизначеності зовнішньої та внутрішньої інформації з наявності підприємницьких ризиків.

У статті надається класифікація кількісних підходів в оцінці підприємницьких ризиків на основі розгляду економіко-математичних методів і моделей. Розглянуті два підходи в оцінці ризиків інноваційних проектів (завдань) на основі економіко-математичних методів за часткової та повної невизначеності інформації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженням з оцінки ризиків розглядаємих подій за невизначеності інформації присвячено праці вітчизняних учених: В.В. Вітлінського, Д.А. Штефаніча, В.В. Лук'янової, С.М. Ілляшенка, В.А. Василенка, С.В. Білоусової, М.Б. Медведєва та інших. До цих досліджень можна також віднести публікації зарубіжних науковців: А.М. Дуброва, В.М. Трояновського, Г. Оуена та інших.

Формування цілей статті. Метою статті є класифікація і стислий огляд кількісних методів економіко-математичного моделювання за двома ознаками: при частковій та повній невизначеності інформації.

Виклад основного матеріалу дослідження. Планування та реалізація інноваційних проектів в економічній та управлінській діяльності ринкової економіки відбувається в умовах невизначеності інформації, коли уникнути ризику неможливо. Але це не означає, що слід приймати такі рішення, в яких завчасно відомий результат, бо такий підхід, як правило, є неефективним. Тому необхідно передбачати ризик, оцінити його розміри, планувати заходи до його регулювання, не перевищувати допустимих меж.

До джерел невизначеності інформації, як причини виникнення ризиків, можуть бути віднесені фактори зовнішньої та внутрішньої інформації [10].

У зв'язку з наявністю підприємницьких ризиків та їх впливу на діяльність організацій (підприємств, фірм, компаній) виникають питання їх управління з викорис-

танням відповідних моделей і методів їх реалізації на основі системного аналізу як напрямку обґрунтування господарських рішень.

Системний аналіз передбачає насамперед використання чітких кількісних підходів на основі математичного моделювання. У зв'язку з цим метою цього дослідження є загальний огляд кількісних методів оцінки ризиків в тій чи іншій системі господарювання.

За аналітичним підходом, що базується на використанні економіко-математичних моделей і методів, можна виділити два напрями системного аналізу кількісних рішень за видами врахування невизначеності подій.

За першим напрямом, коли відомі кількісні результати можливих варіантів рішень, а також ймовірність їх досягнення (або їх можна визначити), використовуються такі основні оптимізаційні методи та моделі обґрунтування рішення в умовах ризику [1-5; 7-12; 14; 18-21]: статистичний метод; аналітичний метод; метод аналізу чутливості проекту; метод визначення точки беззбитковості; методика оцінки ризикового проекту (або бета-ризику); методи стохастичного програмування; методи економетричного прогнозування; оптимізаційні методи на основі принципу максимуму Понтрягіна; методи теорії масового обслуговування; оптимізація завдань за методом дерева рішень; методи теорії корисності; підхід Байєса; метод «вартість – ефективність»; оптимізаційна модель імітаційного моделювання; методи прийняття рішень на основі факторних та кластерних моделей.

Розглянемо принципову суть зазначених методів і моделей визначеного виду врахування невизначеності у прийнятті рішень.

Статистичний метод, який полягає в кількісній оцінці рівня ризику на основі визначення відповідних чисельних показників інноваційних проектів (завдань): математичного сподівання $\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i p_i$, де x_i – значення випадкових величин (завдань, проектів); p_i – ймовірність появи випадкових величин; n – кількість розглядуваних випадкових величин; дисперсія

випадкових величин $\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 p_i$; середньоквадратичне відхилення випадкових величин $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$; коефіцієнт варіації $V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$. Приймається таке

рішення про вкладення інвестицій в i -й варіант проекту, за яким розрахункові значення показників дають більше переваг.

Аналітичний метод, що передбачає визначення показників, які використовуються в оцінці ефективності інвестицій для інвестиційних проектів: *період окупності проектів (PP)*

$$PP = \frac{\sum_{i=1}^n B_i (1 + \rho)^{-i} - \sum_{i=1}^n P_i (1 + \rho)^{-i}}{P_{m+1} (1 + \rho)^{-(m+1)}} + m \leq T, \quad (1)$$

де P_i, B_i – відповідно результати та інвестиційні витрати i -го періоду; ρ – норма дисконту; n – кількість років в реалізації проекту; m – номер розрахункового року; T – період життєвого циклу проекту; *чистий приведений дохід (NPV)* як сума дисконтних фінансових засобів за весь термін реалізації проекту

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{P_i - B_i}{(1 + \rho)^i} \geq 0; \quad (2)$$

з n альтернативних проектів менш ризиковим буде проект з більшим значенням NPV , що відповідає більшому запасу надійності; *внутрішня норма прибутковості (IRR)*, яка розглядається як розрахункова ставка відсотка, за яким проект є беззбитковим і безприбутним при $IRR = \rho$; (при $IRR < \rho$ проект збитковий; при $IRR > \rho$ проект прибутковий); *індекс прибутковості (PI)*, що являє собою співвідношення приведених надходжень і приведених інвестиційних витрат

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^n P_i (1 + \rho)^{-i}}{\sum_{i=1}^n B_i (1 + \rho)^{-i}} \geq 1, \quad (3)$$

де з n розглядаємих проектів менш ризиковим буде проект з більшим значенням PI , що має більший запас надійності.

Метод аналізу чутливості проекту, який дозволяє визначити *критичне значення ринкової ціни* одиниці продукції

$$NPV = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{Q_i P_{кр} - B_i}{(1 + \rho)^i} = 0, \quad (4)$$

де I_0 – величина інвестицій; $P_{кр}$ – критична ціна одиниці продукції; Q_i – обсяг виробництва реалізації продукції; *критичне значення обсягу виробництва і реалізації продукції*

$$NPV = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{P_i \delta_i Q_{кр}}{(1 + \rho)^i} = 0, \quad (5)$$

де P_i – питомі надходження за проектом у i -му періоді, $P_i = \frac{P_i - B_i}{Q_i}$; δ_i – частка виробництва і реалізації продукції кожного періоду в загальному обсязі, $\delta_i = \frac{Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$; $Q_{кр}$ – критичне значення обсягу виробництва і реалізації продукції.

Метод визначення точки беззбитковості, який використовується для оцінки ризику інвестицій. *Точка беззбитковості (ТБЗ)* являє собою точку критичного обсягу виробництва (реалізації) продукції $Q_{кр}$, в якій дохід D від продажу виробленого обсягу продукції Q за ціною C $D = C \cdot Q$ дорівнює витратам на її виробництво (реалізацію) $B = b \cdot Q + \Pi$ (b – змінні витрати на одиницю продукції, Π – постійні витрати для всього обсягу продукції). З умови $D = B$ знаходиться ТБЗ (рис. 1) з визначенням величини $Q_{кр}$:

$$Q_{кр} = \frac{\Pi}{C - b}. \quad (6)$$

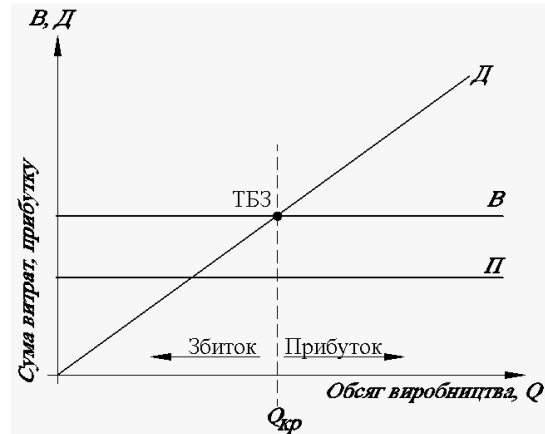


Рис. 1. Графік визначення точки беззбитковості

Методика оцінки ризикового проекту (або бетаризику) базується на розгляді середніх ризиків, які вважаються такими, що мають тенденцію підійматися і зменшуватися синхронно з розвитком загального ринку, де стан ринку описується залежністю

$$k_s = k_{cr} + (k_m - k_{cr}) \beta, \quad (7)$$

де k_s – норма прибутку,%; k_{cr} – безризикова ставка прибутку,%; k_m – потрібна ставка прибутку,%; β – бетакоефіцієнт прибутку ($\beta = 0,5-1,5$).

Використання залежності (7) дає таке значення норми прибутку (відсоток вартості капіталу) k_s , за якою інвестори дають гроші в борг компанії у тому випадку, якщо вона сподівається зробити норму прибутку не менше k_s .

Методи стохастичного програмування являють собою сукупність методів планування при розв'язанні завдань із врахуванням випадкового (стохастичного) походження процесів. Під час формування завдань стохастичного програмування як параметри і змінні цільової функції, так і обмеження мають випадковий характер. У загальному вигляді необхідно визначити екстремум (максимум чи мінімум) цільової функції з урахуванням обмежень на змінні. Модель стохастичного програмування описується у вигляді цільової функції

$$Z = P \left\{ \sum_j p_j x_j \geq r \right\} \rightarrow \max_{(\min)} \quad (8)$$

при обмежувальних умовах

$$P \left\{ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \right\} = \{ \alpha_i \geq 0; | \quad (9)$$

$$P \left\{ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i \right\} = \{ \alpha_i \geq 0; |$$

де P – ймовірність умов задачі; p_j – значення ймовірності змінних; x_j – змінні задачі; a_{ij} – параметри змінних задачі; b_i – праві частини обмежень на змінні; α_j – задані рівні ймовірності дотримання кожного обмеження.

Методи економічного прогнозування [9] дають змогу встановити значення точкового та інтервального прогнозів розвитку явища або процесу в умовах ризику за обраною залежністю простої або множинної регресії. При цьому можуть використовуватись або залежності класичного методу найменших квадратів, або враховуватись залежності за наявності випадків мультиколінеарності, гетероскедастичності, автокореляції.

Оптимізаційні методи на основі принципу максимуму Понтрягіна мають широке застосування у вирішенні технічних завдань і починають використовуватись в економічній та управлінській практиці [9]. Такий підхід орієнтований на клас завдань (у тому числі динамічних) із визначенням оптимальних дій об'єкта управління з урахуванням його стану за часом і в просторі, з урахуванням відхилень ризиків від установленної тенденції розвитку процесу. Ставиться завдання знати таку послідовність значень управляючих параметрів сформованого функціоналу (функції управління), щоб цей функціонал приймав екстремальні значення (максимальні або мінімальні). Завдання пошуку оптимальних рішень зводиться до використання умови екстремальності функції управління з визначенням змінних параметрів за умови дискретного принципу, або принципу максимуму Понтрягіна.

Методи теорії масового обслуговування (теорія черг, теорія розкладів) розглядається як напрямок системного аналізу дослідження операцій, в яких на основі теорії ймовірності даються кількісні оцінки масового обслуговування, які, як правило, бувають нерегулярними, стохастичними, оскільки частота вимог (потреб в їх обслуговуванні, виконання операцій залежно від напрямку надходження) і час виконання вимог (термін обслуговування) є випадковими величинами ризикового надходження.

Оптимізація завдань за методом дерева рішень. У методі використовується аналітичний підхід до вибору найкращого рішення. Проблема прийняття рішення визначається графічно у вигляді дерева рішень, гілки якого визначають значення результатів варіантів рішень із зазначенням варіанту рішення x_i (наприклад, вартість проекту, витрати на устаткування, терміни експлуатації тощо) із ймовірністю їх прийняття p_i . Цільовою величиною рішення виступає, як правило, математичне сподівання кожного рішення $M(x) = x \cdot p_i$. Оптимальним буде те з них, яке має максимальне значення математичного сподівання.

Методи теорії корисності. Вони виступають як один із напрямів економіко-математичного моделювання. Поняття «корисність» в економічній теорії полягає в незаперечному суб'єктивному описанні особою з прийняття рішення (ОПР) переваг якісних явищ (корисності) у прийнятті рішення в умовах невизначеності інформації від зовнішнього середовища. Спеціальний підхід до вибору рішень за цією теорією засновується на використанні *функції корисності*, яку запропонували американські вчені Дж. фон. Нейман та О. Моргенштерн:

$$\max \Phi_i = \max_i \sum_{j=1}^m p_j U(Y_{ij}), i = 1, \dots, n; \quad (10)$$

де Φ_i – корисна оцінка i -го ризикового явища (процесу); $U(Y_{ij})$ – функція корисності при якісній оцінці зовнішнього середовища, $j = 1, \dots, m$; p_j – суб'єктивна ймовірність настання j -го стану зовнішнього середовища.

Як видно із залежності (10), приймаються такі рішення, коли корисна оцінка ризикового явища буде максимальною.

Цю залежність треба розуміти і так, що ОПР вибирає той варіант рішення, щоб мінімізувати очікувані витрати.

Підхід Байєса. У теорії статистичних рішень є і такий напрям економіко-математичного моделювання, як байєсовський підхід. Згідно з ним на основі свого досвіду (знань, інтуїції) ОПР робить передбачення відносно виникнення ситуацій та його впливу на процес виробництва, але заперечення ОПР можуть відзнятися від думок інших спеціалістів. Тому в таких випадках виконується впорядкування математичних сподівань альтернативних рішень та остаточно приймається таке рішення, яке мінімізує ризик.

Метод «вартість-ефективність». Цей метод у закордонній практиці отримав назву «витрати – вигода». За цим методом формуються дві економіко-математичні моделі: вартості та ефективності. Ці моделі формуються на базі фактичних даних, надійного статистичного матеріалу; інколи використовується думка керівника, який визначає граничне значення вартості та необхідне значення ефективності.

Оптимізаційна модель імітаційного моделювання. Ця модель призначена для отримання рішень у системі діалогу експериментатора (керівника будь-якого рівня) з ПК на підставі декількох параметрів управління. Використовується інформація про показники, які коректуються в умовах можливих ризиків підприємницької діяльності; показники аналізуються експериментатором з позиції їх допустимості із-за невизначеності деяких даних. Якщо показники потребують зміни, то експериментатор може здійснювати той, або інший параметр управління. Як тільки експериментатор приходить до висновку про досягнення бажаного співвідношення між параметрами управління, то він переводить систему до розрахунків на ПК за проміжок часу, який розглядається. Таким чином, робота людино-машинної імітаційної системи дозволяє знайти варіант прогнозу, який забезпечує найкраще співпадання між параметрами, що розглядаються.

Модель факторного аналізу. Дана модель побудована як підхід, який полягає у визначенні головних факторів, що впливають на певну кількість змінних з оцінкою впливу кожного фактора на кожну змінну (факторне навантаження).

Для розв'язання задач факторного аналізу використовується ймовірнісна модель наступного типу:

$$a_p^n = \sum_{i=1}^m I_{pr} \cdot f_n + u, \quad (11)$$

де a_p^n – вихідні показники; f_n – визначені головні фактори, що дають системну оцінку розглядаємого явища; I_{pr} – вага кожного фактору в системній оцінці; u – залишки, що характеризують невраховані відхилення теоретичних і фактичних даних; n – кількість змінних моделі; m – кількість розглядаємих факторів.

Найбільш розповсюдженим методом розв'язання цієї задачі є *центроїдний метод* [9], за яким

розраховуються елементи матриці навантажень факторів C_{ij} ($i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m$) при змінних z_j , кожний елемент якого визначається через повну кореляційну матрицю парних коефіцієнтів r_{ij} . Кінцевим результатом повинна стати факторна матриця навантажень в залежності від n змінних та m факторів навантаження.

Аналізуючи факторні навантаження, обирається той зовнішній фактор (або фактори), який інтенсивно впливає на всю сукупність змінних.

Модель кластерного аналізу. Використовується для соціально-економічних явищ і процесів з багатовимірністю їхнього опису за великою кількістю показників. Для даних задач може бути використаний *кластерний аналіз*, який полягає в розбивці множини досліджувальних об'єктів і ознак на однорідні групи – кластери.

Математична постановка задачі кластерного аналізу полягає в необхідності розбивки множини об'єктів Q та m підмножин (кластерів) Q_1, Q_2, \dots, Q_m . Ця розбивка повинна задовольняти певному критерію оптимальності, за який приймається внутрішньогрупова сума квадратів відхилень виміру j -го об'єкту від середнього значення показників \bar{x} :

$$W = \sum_{j=1}^m (x - \bar{x})^2. \quad (12)$$

Відстань між точками x_i та x_j одного чи інших груп характеризується *функцією відстані* $d(x_i, x_j)$.

Існує декілька методів реалізації кластерного аналізу: метод повних зв'язків; метод максимальної локальної відстані; метод Варда; центроїдний метод. Суть даних методів наведена, наприклад, в монографії [9].

За другим напрямком системного аналізу до методів отримання господарських рішень в умовах повної невизначеності або конфліктної ситуації, коли ймовірності варіантів рішень частково або повністю невідомі, можуть бути віднесені економіко-математичні методи на основі статистичних критеріїв [1-9; 11; 14; 21] та теорії ігор [1-6; 9; 12-19; 21].

Методи і моделі на основі статистичних критеріїв:

а) *принципи недостатнього обґрунтування Лапласа*, який застосовується у випадку, коли можливо припустити, що будь-який з варіантів обставин не більш ймовірний за інший. Тоді ймовірнісні обставини можна вважати рівними і здійснювати вибір рішення, яке забезпечує мінімум критерію ризику:

$$R_i = \sum_{j=1}^n H_{3j} \cdot p_j, j = 1, \dots, m, \quad (13)$$

де m – кількість можливих рішень; n – кількість можливих припущень (обставин) за величинами збитків H_{3j} та ймовірностей p_j ;

б) *максимальний критерій Вальда*, який використовується тоді, коли вимагається гарантія того, щоб виграш (результат) у будь-яких випадках виявився не менше найбільшого із можливих виграшів у гірших умовах. Тоді найкращим рішенням буде таке, для якого виграш стане максимальним з усіх мінімальних для ризиків варіантів:

$$\max_i \min_j a_{ij}, \quad (14)$$

де a_{ij} – виграш, який відповідає парі сполучень рішень P_i ($i = 1, \dots, m$) та припущень Π_j ($j = 1, \dots, n$);

в) *мінімальний критерій Севіджа*, використовується у випадках, коли необхідно у будь-яких умовах

запобігати великому ризику. Тому перевага віддається тому рішенню, для якого максимальні збитки при різних варіантах опиняються мінімальними

$$\min_i \max_j H_{3ij}; \quad (15)$$

г) *критерій песимізма-оптимізма Гурвіца*, який застосовується тоді, коли необхідно зупинитись між лінією поведінки в розрахунку на погіршення і лінією поведінки в розрахунку на покращення:

$$G_i = k \min_j a_{ij} + (1 - k) \max_j a_{ij}, \quad (16)$$

де k – коефіцієнт, що розглядається як показник оптимізму ($k \leq 1$); на практиці значення k обирається в залежності від конкретних обставин і схильності до ризику ОПП.

У прийнятті обґрунтованого рішення за зазначеними критеріями обирається те рішення, переваги якому віддають більше критеріїв.

Методи теорії ігор. У цій теорії *гра* розглядається як процес, в якому кожна сторона – гравець (окремі особи, підприємницькі структури, а також різні явища та об'єкти пригоди) бажає реалізації своєї стратегії. *Стратегія гравця* – це план, згідно з яким він здійснює вибір своєї дії у будь-якій можливій ситуації і за будь-якої можливої інформації. *Хід гри* – це вибір однієї із дій запропонованих правилами гри. *Завдання теорії ігор* – визначення оптимальних стратегій гравців, які за багаторазового повторення гри забезпечують гравцям максимально важливий виграш.

Теорія ігор – це побудова математичної моделі реалізації управлінського рішення в умовах невизначеності ризикової події за наявністю *конфліктної ситуації* між сторонами, інтереси яких повністю, або частково протилежні. Ця теорія широко використовується в зарубіжній діяльності. В національній практиці застосування цієї теорії поширюється в реалізації інноваційних проектів і завдань [2; 3; 12; 15-21], де розглядаються такі *види ігор*: парна та множинна; одно- та багатокрокова; з частковою та повною невизначеністю; з нульовою та ненульовою сумою.

У простішому випадку матричної гри (парна гра з нульовою сумою) на основі укладання платіжної матриці $C = (a_{ij})$ з m рядів та n стовпців, де a_{ij} визначає виграш першого гравця i та програш другого j з ймовірностями $X_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ та $Y_j(y_1, y_2, \dots, y_m)$, математичне сподівання змішаної стратегії гравців (гра без сідлової точки) відповідає залежності

$$M(X, Y) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_i Y_j a_{ij}. \quad (17)$$

Тоді використання змішаної стратегії дає можливість першому (другому) гравцям одержати виграш (програш) за ціною

$$Z = \max_x \min_y M(X, Y) = \min_y \max_x M(X, Y). \quad (18)$$

Висновки. 1. Здійснено класифікацію економіко-математичних методів і моделей в умовах невизначеності інформації. 2. Дана стисла характеристика розглянутих методів і моделей при їх частковій та повній невизначеності в прийняттям та прогнозуванням рішень для інноваційних проектів (завдань). 3. Показана сфера використання цих методів і моделей при наявності ризиків подій.

Список використаних джерел:

1. Абчук В.А. Экономико-математические методы: Элементарная математика и логика. Методы исследования операций: монография. Санкт-Петербург: Союз. 1999. 318 с.
2. Белоусова С.В. Опыт исследования операций в оценке конъюнктуры экономических рисков: монография. Херсон: МУБиП. 2004. 350 с.
3. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Економічний ризик і методи його вимірювання: підручник. Київ: ІЗ МН. 1996. 400 с.
4. Вітлінський В.В., Марченко П.І. Аналіз моделювання та управління економічним ризиком: навч.-методич. посіб. для самост. вивч. дисц. Київ: КНЕУ. 2000. 292 с.
5. Дубров А.М., Лагоша Е.Ю., Хрусталева Е.Ю. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе: учеб. пособ. Москва: Финансы и статистика. 2000. 176 с.
6. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: навч. посіб. Київ: КНЕУ. 2001. 170 с.
7. Івченко І.Ю. Економічні ризики: навч. посіб. Київ: Центр навчальної літератури. 2004. 304 с.
8. Ілляшенко С.М. Економічний ризик: навч. посіб. Київ: Центр наукової літератури. 2009. 440 с.
9. Лугінін О.Є. Моделювання національних і світогосподарських процесів: методологія побудови і використання моделей з обґрунтування господарських рішень: монографія. Миколаїв: СПД Румянцева Т.В. 2016. 343 с.
10. Лугінін О.Є. Управління господарськими ризиками в сучасних умовах. *Бізнес-навігатор*. 2016. № 2(39). С. 79–85.
11. Лугінін О.Є. Моделювання з управління господарськими ризиками проектів в умовах економічної кризи. *Бізнес-навігатор*. 2017. №1(40). С. 53–54.
12. Лугінін О.Є. Оцінка підприємницьких ризиків під час управління проектами за теорією ігор. *Бізнес-навігатор*. 2018. № 5(48). С. 86–88.
13. Лугінін О.Є. Моделювання управління ризиками проектів в умовах невизначеності. *Маркетингові орієнтири інноваційного розвитку економіки і міжнародний досвід: 2018*: матеріали Міжнародної наук.-практ. конф., 16 жовтня 2018 р. Херсон: МУБиП, 2018. С. 67–70.
14. Лук'янова В.В., Головач Т.В. Економічний ризик: навч. посіб. Київ: Академвидав. 2008. 462 с.
15. Медведев М.Г., Барановская Л.В., Игровые методы моделирования экономических систем: учеб. пособ. Київ: Европейский университет. 2001. 115 с.
16. Оуэн Г. Теория игр: учеб. пособие; пер с англ. Н.Н. Врутлевской, Г.Н. Дюбина, А.Н. Ляпунова; 4-е изд. М.: ИНФРА – Москва 2008. 230 с.
17. Тарасюк Г.М. Управління проектами: навч. посіб. Київ: Каравела. 2004. 344 с.
18. Трояновский В.М. Математическое моделирование в менеджменте. Москва: Рус. деловая литература, 2009. 235 с.
19. Управління підприємницьким ризиком / за заг. ред. д.е.н., проф. Д.А. Штефаніча. Тернопіль: Економічна думка. 1999. 224 с.
20. Устенко О.Л. Теория экономического риска: монография. Київ: МАУП, 1997. 164 с.
21. Фомішина В.М., Лугінін О.Є., Дудченко О.М., Акімов О.В. Економіко-математичне моделювання в управлінні національних та світових господарств: навч. посіб. Херсон: Видавництво СТАР. 2014. 320 с.

References:

1. Abchuk V.A. (1999) Ekonomyko-matematycheskye metody: Elementarnaja matematyka y loghyka. Metody yssledovanyja operacyj [Economic and mathematical methods: Elementary mathematics and logic. Operations research methods]. St. Petersburg: Sojuz. (in Russian)
2. Belousova S.V. (2004) Opyt yssledovanyja operacyj v ocenke konjunktury ekonomycheskykh ryskov: monoghrafyja [Experience in researching operations in economic risk assessment]. Kherson: MUBiP. (in Ukraine)
3. Vitlynskyj V.V., Nakonechnyj S.I. (1996) Ekonomichnyj ryzyk i metody johho vymirjuvannya: pidruchnyk [Economic risk and methods of its measurement]. Kiev: IZ MN. (in Ukraine)
4. Vitlynskyj V.V., Marchenko P.I. (2000) Analiz modeljuvannya ta upravlinnja ekonomichnym ryzykom [Analysis of modeling and management of economic risk]. Kiev: KNEU. (in Ukraine)
5. Dubrov A.M., Laghosha E.J., Khrustalev E.J. (2000) Modelyrovanye ryskovykh sytuacyj v ekonomyke y byznese [Modeling of risky situations in economy and business]. Moscow: Fynansy y statystyka. (in Russian)
6. Jerina A.M. (2001) Statystychnе modeljuvannya ta proghnozuvannya [Statistical modeling and forecasting]. Kiev: KNEU. (in Ukraine)
7. Ivchenko I.J. (2004) Ekonomichni ryzyky: navch. Posib [Economic risks]. Kiev: Centr navchal'noji literatury. (in Ukraine)
8. Iljashenko S.M. (2009) Ekonomichnyj ryzyk [Economic risk]. Kiev: Centr navchal'noji literatury. (in Ukraine)
9. Looginin O.J. (2016) Modeljuvannya nacionalnykh i svitoghospodarskykh procesiv: metodologhija pobudovy i vykorystannya modelej z obgruntuvannya ghospodarskykh rishenj [Modeling of national and world economic processes: methodology for building and using models to justify economic decisions]. Mykolaiv: SPD Rumjanceva T.V. (in Ukraine)
10. Looginin O.J. (2016) Upravlinnja ghospodarskykmy ryzykamy v suchasnykh umovakh [Management of economic risks in modern conditions]. *Business navigator*, no. 2(39). pp. 79–85.
11. Looginin O.J. (2017) Modeljuvannya z upravlinnja ghospodarskykmy ryzykamy proektiv v umovakh ekonomichnoji kryzy [Modeling of economic risk management in projects of economic crisis]. *Business navigator*, no. 1(40). pp. 53–54.
12. Looginin O.J. (2018) Ocinka pidpryjemnyckyykh ryzykiv pid chas upravlinnja proektamy za teorijeju ighor [Assessment of Entrepreneurial Risks in Game Theory Project Management]. *Business navigator*, no. 5(48). pp. 86–88.
13. Lughinin O.J. (2018) Modeljuvannya upravlinnja ryzykamy proektiv v umovakh nevyznachenosti [Modeling project risk management under uncertainty]. Proceedings of the *Marketing guidelines for innovative economic development and international experience* (Ukraine, Kherson, October 16, 2018).: MUBiP. pp. 67–70.
14. Luk'janova V.V. (2008) Gholovach T.V. Ekonomichnyj ryzyk [Economic risk]. Kiev: Akademvydav. (in Ukraine)
15. Medvedev M.G., Baranovskaja L.V. (2001) Yghrovye metody modelyrovanyja ekonomycheskykh system [Game methods of modeling of economic systems]. Kiev: European University. (in Ukraine)

16. Ouen G. (2008) Teoryja yghr [Game Theory]. Moscow: INFRA. (in Russia)
17. Tarasjuk G.M. (2004) Upravlinnja proektamy [Project management]. Kiev: Karavela. (in Ukraine)
18. Trojanovskij V.M. (2009) Matematycheskoe modelyrovanye v menedzhmente [Mathematical modeling in management]. Moscow: Rus. business literature. (in Russia)
19. Shtefanycha D.A. (1999) Upravlinnja pidpryjemnyckym ryzykom [Business Risk Management]. Ternopil: Economic Thought. (in Ukraine)
20. Ustenko O.L. (1997) Teoryja ekonomycheskogho ryska [The theory of economic risk]. Kiev: MAUP. (in Ukraine)
21. Fomishyna V.M., Lughinin O.J., Dudchenko O.M., Akimov O.V. (2014) Ekonomiko-matematyчне modeljuvannja v upravlinni nacionaljnykh ta svitovykh gospodarstv [Economic and mathematical modeling in the management of national and world economies]. Kherson: PAGE Publishing House. (in Ukraine)