

ОПТИМІЗАЦІЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО РІШЕННЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ТА РИЗИКУ ЯК БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ЗАДАЧА

© 2017 КОЦЮБА О. С.

УДК 658:330.322:519.866

Коцюба О. С. Оптимізація інвестиційного рішення в умовах невизначеності та ризику як багатокритеріальна задача

Стаття присвячена методології оптимізації інвестиційних рішень в умовах невизначеності та ризику. Предметне поле дослідження стосується передусім реальних інвестицій. Проблема моделювання оптимального інвестиційного рішення розглядається як багатокритеріальна задача. Також конструктивна складова роботи ґрунтується на положенні, що багатокритеріальність задач інвестиційного проектування є наслідком, по-перше, комплексного характеру категорії економічної привабливості (ефективності) реальних інвестицій, а, по-друге, необхідності враховувати під час підготовки інвестиційного рішення фактор ризику, міра якого є векторною величиною. Здійснено спробу розвитку інструментарію для оптимізації інвестиційних рішень в ситуації невизначеності і породженого нею ризику, який базується на використанні згорток локальних критеріїв. В результаті її реалізації була запропонована модель, перевагою якої є те, що в ній більшою мірою, ніж це має місце для стандартизованих варіантів згортки, враховуються змістовні та формальні особливості локальних (деталізованих) критеріїв.

Ключові слова: реальні інвестиції, невизначеність, ризик, міра ризику, багатокритеріальність, оптимальність, згортка критеріїв.

Формул: 22. **Бібл.:** 8.

Коцюба Олексій Станіславович – кандидат економічних наук, доцент, докторант кафедри стратегії підприємств, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана (пр. Перемоги, 54/1, Київ, 03057, Україна)

E-mail: as_kotsyuba@ukr.net

УДК 658:330.322:519.866

UDC 658:330.322:519.866

Коцюба А. С. Оптимизация инвестиционного решения в условиях неопределенности и риска как многокритериальная задача

Статья посвящена методологии оптимизации инвестиционных решений в условиях неопределенности и риска. Предметная область исследования касается, прежде всего, реальных инвестиций. Проблема моделирования оптимального инвестиционного решения рассматривается как многокритериальная задача. Также конструктивная составляющая работы основывается на положении, что многокритериальность задач инвестиционного проектирования является следствием, во-первых, комплексного характера категории экономической привлекательности (эффективности) реальных инвестиций, а, во-вторых, необходимости учитывать при подготовке инвестиционного решения фактор риска, мера которого является векторной величиной. Предпринята попытка развития инструментария для оптимизации инвестиционных решений в ситуации неопределенности и порожденного ею риска, который основывается на использовании сверток локальных критериев. В результате ее реализации была предложена модель, преимуществом которой является то, что в ней в большей степени, чем это имеет место для стандартизованных вариантов свертки, учитываются содержательные и формальные особенности локальных (детализированных) критериев.

Ключевые слова: реальные инвестиции, неопределенность, риск, степень риска, многокритериальность, оптимальность, свертка критериев.

Формул: 22. **Библ.:** 8.

Коцюба Алексей Станиславович – кандидат экономических наук, доцент, докторант кафедры стратегии предприятий, Киевский национальный экономический университет им. В. Гетьмана (пр. Победы, 54/1, Киев, 03057, Украина)

E-mail: as_kotsyuba@ukr.net

Kotsyuba O. S. Optimizing an Investment Solution in Conditions of Uncertainty and Risk as a Multicriterial Task

The article is concerned with the methodology for optimizing investment decisions in conditions of uncertainty and risk. The subject area of the study relates, first of all, to real investment. The problem of modeling an optimal investment solution is considered to be a multicriterial task. Also, the constructive part of the publication is based on the position that the multicriteriality of objectives of investment projecting is the result, first, of the complex nature of the category of economic attractiveness (efficiency) of real investment, and secondly, of the need to take into account the risk factor, which is a vector measure, in the preparation of an investment solution. An attempt has been made to develop an instrumentarium to optimize investment decisions in a situation of uncertainty and the risk it engenders, based on the use of roll-up of the local criteria. As a result of its implementation, a model has been proposed, which has the advantage that it takes into account, to a greater extent than is the case for standardized roll-up options, the contentive and formal features of the local (detailed) criteria.

Keywords: real investment, uncertainty, risk, degree of risk, multicriteriality, optimality, roll-up of criteria.

Formulae: 22. **Bibl.:** 8.

Kotsyuba Oleksiy S. – PhD (Economics), Associate Professor, Candidate on Doctor Degree of the Department of Enterprises Strategy, Kyiv National Economic University named after V. Hetman (54/1 Peremohy Ave., Kyiv, 03057, Ukraine)

E-mail: as_kotsyuba@ukr.net

Відповідно до нинішньої економіко-управлінської парадигми врахування невизначеності та ризику є необхідною складовою управління економічними системами. Особливої гостроти ця проблема набуває для аналітичної підтримки прийняття інвестиційних рішень.

Одна з основних задач прийняття рішення у сфері реальних інвестицій полягає у виборі найкращого інвестиційного проекту з множини альтернативних варіантів. У загальному випадку вона виступає як багатокритеріальна. У структурі багатокритеріальності даної задачі можна виокремити два рівні або плани.

По-перше, економічна привабливість або ефективність інвестиційного проекту являє собою комплексну характеристику, аналіз та оцінка якої передбачає використання низки показників, які виконують роль часткових критеріїв.

По-друге, зазвичай у розпорядженні зацікавленої особи (суб'єкта прийняття рішення, експерта) або групи таких осіб відсутня вичерпна і точна інформація стосовно досліджуваної проблемної ситуації. Своєю чергою, зазначена невизначеність служить джерелом ризику, який має враховуватися і кількісна оцінка якого теж є багатокритеріальною.

Проблематика моделювання економічних задач, у тому числі тих, що стосуються інвестиційної діяльності, як багатокритеріальних, окремий аспект багатокритеріальності яких зумовлюється невизначеністю та ризиком, уже не одне десятиріччя є предметом особливої уваги з боку академічного середовища. Серед досліджень, у яких представлені новітні здобутки у цій сфері, можна назвати праці, які належать О. І. Ястремському [1], В. В. Вітлінському [2–4], П. І. Верченку [3; 5], А. В. Сігалу [3], С. І. Наконечному [2], А. Б. Камінському [6] та ін.

Згідно з результатами аналізу робіт за порушенням науково-практичним напрямом для задач підтримки прийняття інвестиційного рішення з урахуванням невизначеності та породженого нею ризику пропонуються різноманітні моделі, які охоплюють широкий спектр можливих теоретичних підходів. Разом з тим, наявні розробки не вичерпують усіх можливих поглядів на проблему.

Зокрема, свій подальший розвиток припускає апарат моделювання оптимального інвестиційного рішення в ситуації, обтяженій невизначеністю та ризиком, який ґрунтується на використанні згорток локальних критеріїв. Це і береться як *мета* даної роботи.

Принципова відмінність проблеми прийняття раціонального (оптимального) рішення в умовах невизначеності та зумовленого нею ризику, коли необхідно проаналізувати наявні альтернативи та вибрати найкращу з них, від вибору в ситуації визначеності (детермінованості) полягає в тому, що в цьому разі кожна з досліджуваних альтернатив описується не єдиною можливим наслідком або результатом, а розподілом потенційних результатів, з яких зможе реалізуватися лише один, якщо відповідна альтернатива буде обрана. Даний конкретний результат можна припускати, але неможливо достовірно спрогнозувати. Звідси, проблема не може бути сформульована, як у детермінованому випадку, як вибір альтернативи, що гарантовано забезпечує оптимальний (максимальний, або мінімальний) результат, а зводиться до вибору альтернативи з найбільш переважним або привабливим (оптимальним) розподілом можливих результатів [7, с. 35–36].

На рівні концептуальної схеми принцип (критерій) оптимальності в умовах невизначеності має містити дві частини або складові [8, с. 159]:

1) *перша складова* – це характеристика центра групування (міри центральної тенденції) значень для кожного з економічних показників, на основі яких оцінюється економічна привабливість або ефективність рішення (альтернативи) і які описуються недетермінованими (випадковими, якщо має місце ймовірнісний варіант невизначеності) величинами;

2) *друга складова* – це кількісна характеристика ризикового аспекту аналізованого рішення на основі недетермінованих (випадкових) величин для показників його економічної привабливості (ефективності).

Показники, які втілюють наведені аспекти принципу оптимальності в ситуації невизначеності, відповідно до їх функціонального значення називатимемо деталізованими критеріями (параметрами).

Фундаментальною рисою задач прийняття рішення в умовах невизначеності та ризику на конкретному рівні є відсутність конкретного єдиного принципу або критерію оптимальності, тобто деякої універсальної математичної моделі, яка б дозволяла знаходити найкращий варіант (альтернативу) в межах представленої вище концептуальної схеми. Натомість, існує сукупність можливих принципів оптимальності, які можуть визначати як оптимальну різні альтернативи. Остання обставина висуває вимогу підвищеної відповідальності стосовно вибору принципу оптимальності [3, с. 200].

Проблема побудови принципу (критерію) оптимальності в умовах невизначеності припускає виокремлення двох класів ситуацій:

1) коли економічна привабливість або ефективність рішення (альтернативи) оцінюється на основі одного економічного показника, який при такому підході виступає як базовий критерій ефективності;

2) коли економічна привабливість або ефективність рішення (альтернативи) оцінюється на основі деякого набору критеріальних економічних показників, які в цьому разі виконують роль часткових критеріїв ефективності.

Відбиваючи окремі аспекти ефективності рішення, різні за змістовним контекстом та/або рівнем ієрархії, деталізовані та часткові критерії в межах принципу оптимальності мають функціональний статус локальних критеріїв.

Викладені відомості чітко показують, що в разі введення в розгляд фактора невизначеності проблема прийняття оптимального рішення, незалежно від того, один чи декілька критеріїв ефективності використовуються, внаслідок необхідності аналізувати останні у двох розрізах (аспектах) виступає як багатокритеріальна.

Формулювання конкретного принципу (критерію) оптимальності в умовах невизначеності в ситуації одного критеріального економічного показника (критерію ефективності) передбачає фіксацію (підбір) таких структурних параметрів або компонентів [3, с. 198–202]:

1) набору деталізованих критеріїв, які відображають центр групування (міру центральної тенденції) значень і міру ризику для випадкової величини обраного для аналізу критерію ефективності;

2) способу (методу) нормалізації деталізованих критеріїв;

3) принципу (схеми) врахування пріоритету (важливості) для деталізованих критеріїв;

4) принципу (схеми) компромісу для деталізованих критеріїв.

Слід зауважити про взаємообумовленість останніх двох з перелічених структурних компонентів, у межах чого схема компромісу певним чином підпорядковується схемі врахування пріоритету. Існує два принципово відмінні підходи до врахування пріоритету локальних критеріїв: жорсткий та гнучкий [3, с. 212–213]. Відповідно до цього, схеми компромісу поділяються на ті, що ґрунтуються на жорсткому врахуванні пріоритету, і ті, що виходять з його гнучкого врахування [3, с. 219–240].

У поширеному випадку структура задачі прийняття рішення у сфері економіки має характер доміант-

ної ієрархії [5, с. 121–126; 5, с. 152–161], де за ознакою функціонального (структурно-функціонального та/або змістовно-функціонального) значення локальні критерії утворюють окремі групи. Жорстке врахування пріоритету базується на тому, що локальні критерії, які належать до однієї групи в межах побудованої домінуючої ієрархічної структури, згідно з їх порівняльною важливістю упорядковуються, формуючи так званий ряд пріоритету. Гнучке ж врахування пріоритету вимагає визначення для функціонально однорідних (у структурному та/або змістовно-математичному аспекті) локальних критеріїв вагових коефіцієнтів. До останнього можна додати, що на практиці найчастіше використовують лінійний і показниковий способи гнучкого врахування пріоритету [3, с. 213].

Вибір принципу або схеми компромісу рівнозначне розкриттю змісту принципу оптимальності. Тобто принцип оптимальності являє собою математичний вираз або модель прийнятої у задачі схеми компромісу [3, с. 199–201].

Як впевнюють результати відповідного огляду [3–5], для проблематики підтримки прийняття інвестиційних рішень пропонуються до використання моделі як із жорстким, так і з гнучким врахуванням пріоритету, в межах яких можуть реалізовуватися різні схеми компромісу. Звідси постає завдання збалансованого, взаємоузгодженого та взаємодоповнюючого розвитку різних методологічних напрямів (підходів) і методичних засобів (інструментів).

Серед іншого зберігає свою актуальність подальше опрацювання методичного апарату оптимізації інвестиційних рішень в умовах невизначеності, який базується на гнучкому врахуванні пріоритету, коли принцип оптимальності реалізується за допомогою того чи іншого варіанта згортки (згортки критеріїв), тобто скалярної функції від оцінок локальних (деталізованих) критеріїв і вагових коефіцієнтів.

Безпосередній інтерес, зокрема, становить питання комплексного врахування кількісної характеристики ризикового аспекту рішення (альтернативи) в межах згортки, якою моделюється його економічна привабливість або ефективність.

Нехай розглядається сукупність, у кількості m , альтернативних інвестиційних проектів, з яких на основі деякого показника економічної привабливості або ефективності необхідно обрати найкращий. Критерій ефективності має додатний (позитивний) інгредієнт, тобто оптимізується в напрямі максимуму, і для кожної інвестиційної альтернативи описується випадковою величиною: $X_j, j = \overline{1, m}$. Для всіх випадкових величин відомі їх розподіли.

Виходячи з наведеної модельної (гіпотетичної) ситуації, здійснимо спробу розроблення порушеної проблеми. Сформулюємо спочатку можливі стандартні (стандартизовані) варіанти згорток, поклавши в їх основу такі деталізовані критерії:

1) одного показника центра групування значень випадкової величини критерію ефективності, яким може бути взяте математичне сподівання ($M(X_j), j = \overline{1, m}$), мода ($Mo(X_j), j = \overline{1, m}$), медіана ($Me(X_j), j = \overline{1, m}$), зважене середньгеометричне ($G(X_j), j = \overline{1, m}$);

2) двох показників ступеня ризику – ймовірності невідповідності значення критерію ефективності своєму нормативному рівню (нормативу), а також так званого ефективного значення [4, с. 184–185], яке являє собою найгірше можливе значення критерію ефективності, що з імовірністю α не буде перевищене.

Подальший аналіз пропонується здійснити, зупинившись на схемі компромісу, відомій як принцип справедливої поступки (знижки) [3, с. 235–240]. Ця схема має два різновиди: принцип абсолютної поступки і принцип відносної поступки.

Принцип абсолютної поступки зводиться до максимізації суми зважених локальних критеріїв. Її математична модель у межах розглядуваної гіпотетичної ситуації може бути подана у такому вигляді.

Для лінійного способу врахування пріоритету (у цьому разі принцип абсолютної поступки носить назву критерію зваженої сумарної (інтегральної) ефективності, відповідне аналітичне співвідношення прийнято також означати як адитивну згортку):

$$SI_j = a_1 {}^H Z^*(X_j) + a_2 {}^H B(X_j, \alpha) + a_3 {}^H P(X_j < Z_F), j = \overline{1, m}, \quad (1)$$

$${}^H Z^*(X_j) = \frac{Z^*(X_j) - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad (2)$$

$$Z^*(X_j) \in \{M(X_j), Mo(X_j), Me(X_j), G(X_j)\},$$

$${}^H B(X_j, \alpha) = \frac{B(X_j, \alpha) - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad (3-4)$$

$$B(X_j, \alpha) = X_{1-\alpha}^{(j)},$$

$${}^H P(X_j < Z_F) = 1 - P(X_j < Z_F) = P(X_j \geq Z_F), \quad (5)$$

$$j = \overline{1, m},$$

де SI_j – узагальнений (інтегрований) критерій економічної привабливості (ефективності) j -го інвестиційного проекту;

$Z^*(X_j)$ – центр групування значень випадкової величини базового критерію ефективності j -го інвестиційного проекту;

${}^H Z^*(X_j)$ – нормалізоване значення показника $Z^*(X_j)$;

$B(X_j, \alpha)$ – ефективне значення випадкової величини базового критерію ефективності j -го інвестиційного проекту, яке відповідає рівню значущості (ризик) $1 - \alpha$ (для досліджуваної гіпотетичної ситуації це $1 - \alpha$ -квантиль розподілу випадкової величини X_j);

${}^H B(X_j, \alpha)$ – нормалізоване значення показника $B(X_j, \alpha)$;

$P(\dots)$ – імовірність відповідної події;

${}^H P(\dots)$ – нормалізоване значення показника $P(\dots)$;

Z_F – нормативний рівень (норматив) базового критерію ефективності;

$a_q, q = \overline{1, 3}$ – вагові коефіцієнти деталізованих критеріїв ($0 \leq a_q \leq 1, q = \overline{1, 3}, a_1 + a_2 + a_3 = 1$);

X_{\min}, X_{\max} – відповідно мінімальне та максимальне значення релевантного (тобто такого, що береться до уваги) діапазону (інтервалу) варіювання значень базового критерію ефективності.

Для показникового методу врахування пріоритету:

$$SI_j = [{}^H Z^*(X_j)]^{a_1} + [{}^H B(X_j, \alpha)]^{a_2} + [{}^H P(X_j < Z_F)]^{a_3}, j = \overline{1, m}. \quad (6)$$

Серед порівнюваних інвестиційних проектів найкращим слід вважати варіант, для якого узагальнений критерій економічної привабливості набуває найбільшого значення, при цьому $SI_j \in [0, 1], j = \overline{1, m}$.

Розрахунок параметрів X_{\min} та X_{\max} потребує окремого аналізу.

Якщо для кожної випадкової величини $X_j, j \in \{1, \dots, m\}$ існують мінімальне і максимальне значення, відповідно $X_{\min}^{(j)}$ та $X_{\max}^{(j)}$, то ці параметри слід розраховувати в такий спосіб:

$$\begin{aligned} X_{\min} &= \min \{X_{\min}^{(j)} | j = \overline{1, m}\}, \\ X_{\max} &= \max \{X_{\max}^{(j)} | j = \overline{1, m}\}. \end{aligned} \quad (7-8)$$

У разі ж, коли не всі з випадкових величин $X_j, j = \overline{1, m}$ мають мінімальне та/або максимальне значення, то розглядувані параметри можна знаходити так:

$$\begin{aligned} X_{\min} &= \min \{X_{1-\alpha}^{(j)} | j = \overline{1, m}\}, \\ X_{\max} &= \max \{X_{\alpha}^{(j)} | j = \overline{1, m}\}, \end{aligned} \quad (9-10)$$

де $X_{\alpha}^{(j)}, X_{1-\alpha}^{(j)}$ – відповідно α - та $(1 - \alpha)$ -квантиль розподілу випадкової величини базового критерію ефективності j -го інвестиційного проекту.

В останньому випадку також може виявитися доцільним комбінований підхід, який поєднує в собі перші два способи:

$$\begin{aligned} X_{\min} &= \min \{X_{\min}^{(j)} | j = \overline{1, m}\}, \\ X_{\max} &= \max \{X_{\max}^{(j)} | j = \overline{1, m}\}, \end{aligned} \quad (11-12)$$

$$X_{*}^{(j)} = \begin{cases} X_{\min}^{(j)}, & \text{якщо для } X_j \text{ існує мінімум} \\ X_{1-\alpha}^{(j)}, & \text{якщо для } X_j \text{ мінімум не існує} \end{cases}, \quad (13)$$

$j = \overline{1, m},$

$$X_{**}^{(j)} = \begin{cases} X_{\max}^{(j)}, & \text{якщо для } X_j \text{ існує максимум} \\ X_{\alpha}^{(j)}, & \text{якщо для } X_j \text{ максимум не існує} \end{cases}, \quad (14)$$

$j = \overline{1, m}.$

Принцип відносної поступки математично реалізується як максимізація добутку зважених локальних критеріїв. У межах досліджуваної гіпотетичної ситуації його математична модель може бути подана у такому вигляді.

Для лінійного способу врахування пріоритету:

$$SI_j = [a_1 {}^H Z^*(X_j)] \cdot [a_2 {}^H B(X_j, \alpha)] \cdot [a_3 {}^H P(X_j < Z_F)] = [a_1 a_2 a_3] \cdot [{}^H Z^*(X_j)] \cdot [{}^H B(X_j, \alpha)] \cdot [{}^H P(X_j < Z_F)], j = \overline{1, m}, \quad (15)$$

тобто в даному разі узагальнений (інтегрований) критерій економічної привабливості інваріантний стосовно пріоритету деталізованих критеріїв [3, с. 238].

Для показникового методу врахування пріоритету:

$$SI_j = [{}^H Z^*(X_j)]^{a_1} \cdot [{}^H B(X_j, \alpha)]^{a_2} \cdot [{}^H P(X_j < Z_F)]^{a_3}, j = \overline{1, m}, \quad (16)$$

у цьому випадку принцип відносної поступки носить назву критерію зваженого середньогометричного, співвідношення (16) прийнято також означати як мультиплікативну згортку.

Наведені вище моделі узагальненого критерію економічної привабливості реальних інвестицій в умовах невизначеності та ризику, з одного боку, ґрунтуються на стандартизованих згортках, які мають строге теоретичне обґрунтування, а з іншого боку, вони недостатньо мірою враховують змістовні та формальні особливості обраних для формування оптимального рішення деталізованих критеріїв, або, в усякому разі, ця складова припускає своє вдосконалення. Останнє зумовлює доцільність побудови такої версії узагальненого критерію, яка б меншою мірою була обтяжена зазначеним недоліком.

Перш за все, з цією метою слід здійснити додатковий аналіз змісту і формальних властивостей деталізованих критеріїв, які були покладені в основу принципу оптимальності для запропонованої до розгляду гіпотетичної ситуації.

Показники центра групування значень і ефективного значення стосовно випадкової величини базового критерію ефективності, характеризуючи різні аспекти принципу оптимальності, водночас є змістовно і формально однорідними, у тому сенсі, що їх зважена сума цілком природно припускає інтерпретацію як значення, яке відповідає помірно песимістичному сценарію реалізації інвестиційного проекту.

Показник ${}^H P(X_j < Z_F), j \in \{1, \dots, m\}$, відображаючи ймовірність дотримання нормативу, тобто гранично прийнятного рівня, для базового критерію ефективності, можна розцінювати як такий, що, з одного боку, органічно доповнює попередні два показники, а з іншого боку, займає порівняно з кожним з них відокремлене положення, внаслідок того, що має більш системне за своїм характером змістовне навантаження і є відносним.

Викладені міркування дають підстави сформулювати узагальнений критерій економічної привабливості інвестиційного проекту на основі проаналізованих трьох деталізованих критеріїв як згортку, в якій показники центра групування значень і ефективного значення поєднуються (після виконання нормалізації) як зважена сума, яка, своєю чергою, поєднується з показником ${}^H P(X_j < Z_F), j \in \{1, \dots, m\}$ за допомогою операції добутку, із показниковим способом врахування пріоритету між ними:

$$SI_j = [a_1 {}^H Z^*(X_j) + a_2 {}^H B(X_j, \alpha)]^{b_1} \cdot [{}^H P(X_j < Z_F)]^{b_2}, j = \overline{1, m}, \quad (17)$$

при цьому

$$\begin{aligned} 0 \leq a_q \leq 1, q = 1, 2, a_1 + a_2 = 1; \\ 0 \leq b_u \leq 1, u = 1, 2, b_1 + b_2 = 1. \end{aligned} \quad (18-21)$$

У частковому випадку, якщо вважати, що $b_1 = b_2$, запропонований критерій може бути представлений у вигляді:

$$SI_j = [a_1^H Z^*(X_j) + a_2^H B(X_j, \alpha)] \cdot [{}^H P(X_j < Z_F)],$$

$$j = \overline{1, m}. \quad (22)$$

ВИСНОВКИ

Результати проведеного дослідження дозволяють констатувати таке.

У загальному випадку проблема моделювання оптимального рішення у сфері реальних інвестицій виступає як багатокритеріальна задача. Це зумовлене такими причинами.

По-перше, економічна привабливість, або ефективність інвестиційного проекту, є комплексною характеристикою, оцінка якої ґрунтується на використанні низки показників. *По-друге*, обов'язковим під час підготовки і прийняття інвестиційного рішення є врахування факторів невизначеності та породженого нею ризику. Стосовно цієї складової багатокритеріальність пов'язана з тим, що міра ризику є векторною величиною.

Проблематика підтримки прийняття інвестиційних рішень з врахуванням невизначеності та ризику припускає звернення до різних теоретичних підходів, у межах яких можуть реалізовуватися різні конкретні схеми (принципи) компромісу між локальними критеріями та математичні моделі, які їх втілюють. У роботі була здійснена спроба розвитку методичного апарату оптимізації інвестиційних рішень в умовах невизначеності та ризику, який базується на використанні згорток локальних критеріїв. У результаті цього була запропонована модель, в якій використовується три локальні (деталізовані) критерії: один – центра групування значень випадкової величини критерію ефективності та два показника ступеня ризику, які поєднуються між собою за допомогою комбінованої, адитивно-мультиплікативної, згортки. Вихідна методологічна настанова запропонованої моделі полягає в намаганні більшою мірою, ніж це має місце для стандартизованих (адитивної, мультиплікативної) згорток, врахувати змістовні та формальні особливості обраних для формування оптимального інвестиційного рішення локальних (деталізованих) критеріїв.

На завершення слід також додати, що перспективним напрямом подальших наукових розвідок за порушеною в публікації проблемою є адаптація теоретико-ймовірнісних підходів і моделей оптимізації інвестиційних рішень у межах математичних теорій, предметною сферою яких є нестохастична невизначеність. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Ястремський О. І. Моделювання економічного ризику: монографія. Київ: Либідь, 1992. 176 с.
2. Вітлінський В. В., Наконечний С. І. Ризик у менеджменті. Київ: ТОВ «Борисфен-М», 1996. 336 с.
3. Вітлінський В. В., Верченко П. І., Сігал А. В., Наконечний Я. С. Економічний ризик: ігрові моделі: навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2002. 446 с.

4. Вітлінський В. В., Великоіваненко Г. І. Ризикологія в економіці та підприємстві: монографія. Київ: КНЕУ, 2004. 480 с.

5. Верченко П. І. Багатокритеріальність і динаміка економічного ризику (моделі та методи): монографія. Київ: КНЕУ, 2006. 272 с.

6. Камінський А. Б. Моделювання фінансових ризиків: монографія. Київ: Київський нац. ун-т, 2006. 303 с.

7. Алчян А. Неопределенность, эволюция и экономическая теория // Истоки: из опыта изучения экономики как структуры и процесса: науч. альманах. М.: ГУ ВШЭ, 2007. Вып. 5. С. 33–52.

8. Вітлінський В. В. Кількісне оцінювання ступеня економічного ризику. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер.: Економічні науки. 2010. № 1. С. 159–162.

REFERENCES

Alchian, A. "Neopredelennost, evolyutsiya i ekonomicheskaya teoriya" [Uncertainty, evolution and economic theory]. In *Istoki: iz opyta izucheniya ekonomiki kak struktury i protsessa*, issue 5: 33-52. Moscow: GU VShE, 2007.

Kaminskyi, A. B. *Modeliuvannia finansovykh ryzykiv* [Modeling of financial risks]. Kyiv: Kyivskiy nats. un-t, 2006.

Verchenko, P. I. *Bahatokryterialnist i dynamika ekonomichnoho ryzyku (modeli ta metody)* [Multicriteria and the dynamics of economic risk (models and methods)]. Kyiv: KNEU, 2006.

Vitlinskyi, V. V. "Kilkisne otsiniuvannia stupenia ekonomichnoho ryzyku" [Quantitative assessment of the degree of economic risk]. *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Ser.: Ekonomichni nauky*, no. 1 (2010): 159-162.

Vitlinskyi, V. V. et al. *Ekonomichniy ryzyk: ihrovi modeli* [Economic Risk: Gaming Models]. Kyiv: KNEU, 2002.

Vitlinskyi, V. V., and Nakonechnyi, S. I. *Ryzyk u menedzhmentі* [Risk in management]. Kyiv: Borysfen-M, 1996.

Vitlinskyi, V. V., and Velykoivanenko, H. I. *Ryzykolohiia v ekonomitsi ta pidpriemnytstvi* [Riskology in economics and entrepreneurship]. Kyiv: KNEU, 2004.

Yastremskyi, O. I. *Modeliuvannia ekonomichnoho ryzyku* [Modeling of economic risk]. Kyiv: Lybid, 1992.