

ВИБІР НАЙКРАЩОГО ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ В СИТУАЦІЇ ІНТЕРВАЛЬНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПОЧАТКОВИХ ДАНИХ

© 2016 КОЦЮБА О. С.

УДК 658:330.322:519.866

Коцюба О. С. Вибір найкращого інвестиційного проекту в ситуації інтервальної невизначеності початкових даних

Мета статті полягає в розвитку інструментарію для задачі вибору найкращого інвестиційного проекту в ситуації, коли початкові кількісні параметри наявних інвестиційних альтернатив описуються інтервальними оцінками. В частині врахування фактора ризику, зумовленого інтервальною невизначеністю вихідних даних, дослідження обмежено компонентом міри ризику як ступеня варіабельності результату. У цьому контексті були представлені відповідні інтервальні версії абсолютних показників міри ризику: розмах варіації, піврозмах варіації, семівідхилення. Після чого було розглянуто інтервальні версії показників ступеня ризику у відносному вираженні: коефіцієнт розмаху варіації, коефіцієнт піврозмаху варіації та коефіцієнт семівідхилення. З опорою на відповідні напрацювання в межах теоретико-ймовірнісної і нечітко-множинної методології було сформульовано модифікації даних коефіцієнтів. На основі модифікованого коефіцієнта піврозмаху варіації було сформульовано модель вибору оптимального інвестиційного проекту з множини альтернатив для інтервальної постановки задачі. На умовному розрахунковому прикладі було здійснено апробацію запропонованої моделі, яка продемонструвала її практичну спроможність.

Ключові слова: інвестиційний проект, інтервальна невизначеність, інтервальний аналіз, ризик, розмах варіації, піврозмах варіації, семівідхилення.
Табл.: 2. **Формул.:** 18. **Бібл.:** 14.

Коцюба Олексій Станіславович – кандидат економічних наук, доцент, докторант кафедри стратегії підприємств, ДВНЗ «Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана» (пр. Перемоги, 54/1, Київ, 03680, Україна)
E-mail: kotsyuba@voliacable.com

УДК 658:330.322:519.866

UDC 658:330.322:519.866

Коцюба А. С. Выбор наилучшего инвестиционного проекта в ситуации интервальной неопределенности начальных данных

Цель статьи состоит в развитии инструментария для задачи выбора наилучшего инвестиционного проекта в ситуации, когда начальные количественные параметры имеющихся инвестиционных альтернатив описываются интервальными оценками. В части учета фактора риска, обусловленного интервальной неопределенностью исходных данных, исследование ограничено компонентом меры риска как степени вариабельности результата. В этом контексте были представлены соответствующие интервальные версии абсолютных показателей степени риска: размах вариации, полуразмах вариации, полуотклонение. После чего были рассмотрены интервальные версии показателей степени риска в относительном выражении: коэффициент размаха вариации, коэффициент полуразмаха вариации и коэффициент полуотклонения. С опорой на соответствующие наработки в рамках теоретико-вероятностной и нечетко-множественной методологии были сформулированы модификации данных коэффициентов. На основе модифицированного коэффициента полуразмаха вариации была сформулирована модель выбора оптимального инвестиционного проекта из множества альтернатив для интервальной постановки задачи. На условном расчетном примере была осуществлена апробация предложенной модели, которая продемонстрировала ее практическую состоятельность.

Ключевые слова: инвестиционный проект, интервальная неопределенность, интервальное анализ, риск, размах вариации, полуразмах вариации, полуотклонение.
Табл.: 2. **Формул.:** 18. **Библ.:** 14.

Коцюба Алексей Станиславович – кандидат экономических наук, доцент, докторант кафедры стратегии предприятий, ГВУЗ «Киевский национальный экономический университет им. Вадима Гетьмана» (пр. Победы, 54/1, Киев, 03680, Украина)
E-mail: kotsyuba@voliacable.com

Kotsyuba O. S. Choosing the Best Investment Project in a Situation of Interval Uncertainty of Initial Data

The article is aimed at developing an instrumentarium for the task of choosing the best investment project in a situation where the initial quantity parameters of the available investment alternatives are described with interval estimates. In the part of accounting the risk factor caused by the interval uncertainty of initial data, the study is limited by the component of risk measure as degree of result variability. In this context, the corresponding interval versions of the absolute risk indicators were provided: range of variation, semi-range of variation, semi-deviation. After that the interval versions of the risk indicators in relative terms were considered: coefficient of range of variation, coefficient of semi-range of variation, and coefficient of semi-deviation. Based on relevant groundwork within the terms of theoretical probabilistic and fuzzy-multiple methodologies, modifications of the indicated coefficients have been formulated. On the basis of the modified coefficient of semi-range of variation, a model of choosing the optimal investment project out of the multitude of alternatives has been formulated for the interval setting of task. Using the example for conditional calculation, a testing of the proposed model was carried out, which demonstrated its practical viability.

Keywords: investment project, interval uncertainty, interval analysis, risk, range of variation, semi-range of variation, semi-deviation.

Tabl.: 2. **Formulae:** 18. **Bibl.:** 14.

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, 03680, Ukraine)
E-mail: kotsyuba@voliacable.com

Однією з ключових проблем під час планування інвестицій підприємства є проблема невизначеності та породженого нею ризику. Згідно з нинішніми уявленнями невизначеність, яка обтяжує інвестиційну діяльність підприємства, серед інших своїх різновидів може набувати інтервального характеру, коли зацікавлена особа (суб'єкт прийняття рішення,

експерт) може оцінити аналізовані кількісні параметри лише за допомогою інтервалів. Звідси виникає потреба у створенні ефективного інструментарію для аналітичної підтримки інвестиційних рішень в умовах інтервальної невизначеності вихідних даних.

Математичний базис інтервального підходу до моделювання невизначеності описує інтервальний аналіз,

або інтервальна математика. Хоча публікації, які можна розцінювати як перші «паростки» інтервального аналізу, спостерігаються вже у першій половині й середині ХХ сторіччя (для більш докладного ознайомлення щодо цього можна рекомендувати відомості та матеріали, розміщені на веб-сторінці [1]), його реальну історію пов'язують з монографією американського вченого Р. Е. Мура [2], яка побачила світ у 1966 р., після чого було розпочато систематичні дослідження з теорії інтервального аналізу та її застосувань. Продуктивність ідеї моделювання за допомогою інтервалів зумовила серед іншого проникнення методів інтервального аналізу в економіку, у тому числі, в економічний аналіз реальних інвестицій.

Відмітною рисою сучасних застосувань методів інтервального аналізу в економіці є їх виражена прикладна спрямованість. При цьому проблематика фінансів та інвестицій посідає в даних застосуваннях одне з центральних місць. Хоча лише цим, зрозуміло, наявна й перспективна сфера дії інтервальної методології в економіці й бізнесі не обмежується. У цьому контексті доцільно відзначити науковий добробот Д. В. Давидова [3], в якому представлений як інструментальний (аналітичний, оптимізаційний) потенціал інтервальної методології, так і спектр її доцільних і можливих застосувань, починаючи від інтервального моделювання оптимального споживчого вибору та інтервальних моделей оптимізації виробничої діяльності підприємства на ринках з різним типом конкуренції, і завершуючи інтервальними моделями функціонування регіональних і макроекономічних систем. Не залишає поза своєю увагою Д. В. Давидов і проблематику фінансових і реальних інвестицій підприємства. Поряд з названим науковцем проблема оцінки ефективності й оптимізації реальних інвестицій підприємства в разі інтервальної невизначеності початкових даних знайшла своє відображення й розвиток у працях В. В. Домбровського, С. М. Авдеєнка, О. П. Воциніна, П. В. Бронз, Б. М. Яценка, І. О. Ніконової, М. А. Колеснікова та ін. [4–7].

Відаючи належне напрацьованим за зазначеним напрямом результатам, разом з тим можна стверджувати, що вони не охоплюють всіх його значущих складових. Зокрема, подальших досліджень потребує проблема моделювання вибору найкращого інвестиційного проекту в ситуації, коли вихідні кількісні параметри розглядуваних інвестиційних альтернатив описуються інтервальними оцінками. Саме це й береться як *мета* даної роботи.

У межах методології інтервальних обчислень, яка взята на озброєння в роботах згаданих вище дослідників, інтервальна невизначеність, або інтервальність початкових даних інвестиційного проекту, приводить до того, що критерії його ефективності (результативності) також виявляються інтервальними величинами.

У загальному випадку аналіз, як критеріального, деякого економічного показника, який описується недетермінованою (неточною) величиною або оцінкою, передбачає врахування двох фундаментальних аспектів, зумовлених недетермінованим характером оцінювання:

- ✦ загальна тенденція (спрямованість) можливих реалізацій (значень) цього показника, відповідність даної тенденції деякому бажаному або оптимальному рівню;
- ✦ ризик, пов'язаний з даним показником, тенденція до варіабельності (мінливості, нестабільності) його можливих значень, їх невідповідності деякому бажаному або оптимальному рівню.

У ситуації інтервального оцінювання цілком природньо перший аспект відображати за допомогою середнього значення інтервальної оцінки розглядуваного економічного показника.

Що ж до другого аспекту, то хоча інтервальний опис невизначеності за своїм характером є найбільш «скупим» серед інших підходів, порівняно з попереднім аспектом кількісний аналіз ризику в межах інтервальної методології припускає істотно більший рівень розмаїття підходів і показників. Хоча, зрозуміло, й не такий, як в разі ймовірного або нечітко-множинного моделювання. Для потреб подальшого дослідження доцільно обмежитися концепцією міри ризику як ступеня варіабельності (мінливості, нестабільності, розсіяння) результату (критерію).

До складу теоретико-ймовірнісного апарату кількісного аналізу ризику як абсолютний показник ступеня ризику входить середньозважене модуля відхилення аналізованого економічного показника (критерію) відносно центра групування його значень [8, с. 162–163]. У межах інтервального моделювання як аналітичний еквівалент йому може бути зіставлений розмах варіації, тобто різниця між максимальним і мінімальним значенням розглядуваного економічного показника в межах його інтервальної оцінки [9, с. 183]:

$$R(\bar{K}) = \bar{K} - \underline{K}, \quad (1)$$

де K – критеріальний економічний показник (критерій);

\bar{K} – інтервальна оцінка критерію K ;

$R(K)$ – розмах варіації для інтервальної оцінки критерію K ;

\underline{K}, \bar{K} – відповідно мінімальне і максимальне значення в межах інтервальної оцінки критерію K .

У певних ситуаціях, і, зокрема, досліджуваний у цій роботі задачі вибору інвестиційної альтернативи, може виявитися доцільним використання піврозмаху (семірозмаху) варіації ($SR(\bar{K})$) [9, с. 183]:

$$SR(\bar{K}) = \frac{1}{2} R(\bar{K}). \quad (2)$$

Якщо як ризикові інтерпретувати лише ті варіації (коливання), що розцінюються зацікавленою особою як несприятливі (небажані) по відношенню до деякої бази зіставлення, то в межах інтервального підходу ця концепція міри ризику, так само, як і в разі використання теоретико-ймовірнісної методології, може бути змодельована за допомогою показника семівідхилення (семідевіації) [10; 11; 13]. Відповідні аналітичні співвідношення можуть бути подані в такий спосіб (на основі [9, с. 183]):

$$SeD_Z(\bar{K}) = \begin{cases} SeD_Z^-(\bar{K}), & \text{якщо } K = K^+ \\ SeD_Z^+(\bar{K}), & \text{якщо } K = K^- \end{cases}, \quad (3)$$

$$SeD_Z^-(\bar{K}) = \begin{cases} 0, & Z \leq \underline{K} \\ Z - \underline{K}, & \underline{K} < Z < \bar{K} \\ \bar{K} - \underline{K}, & Z \geq \bar{K} \end{cases}, \quad (4)$$

$$SeD_Z^+(\bar{K}) = \begin{cases} 0, & Z \geq \bar{K} \\ \bar{K} - Z, & \underline{K} < Z < \bar{K} \\ \bar{K} - \underline{K}, & Z \leq \underline{K} \end{cases}, \quad (5)$$

де $Z, Z = Z(\bar{K})$ – база зіставлення (порівняння) значень в межах інтервальної оцінки \bar{K} ;

$SeD_Z(\bar{K})$ – семівідхилення значень в межах інтервальної оцінки \bar{K} від бази співставлення Z ;

$SeD_Z^-(\bar{K}), SeD_Z^+(\bar{K})$ – відповідно лівобічне та правобічне семівідхилення значень в межах інтервальної оцінки \bar{K} від бази співставлення Z ;

$K = K^+, K = K^-$ – фіксація відповідно додатного і від'ємного знака інгредієнта для критерію K .

Нагадаємо, що деякий економічний показник має додатний (позитивний) інгредієнт, якщо в межах проблемної ситуації, яка підлягає вирішенню, він оптимізується в напрямі максимуму. Якщо ж бажаним є мінімальне значення показника, то це означає, що він має від'ємний (негативний) інгредієнт.

Як база зіставлення Z може використовуватися середнє значення аналізованої інтервальної величини $\bar{K} - Av, Av = Av(\bar{K})$, або деякий нормативний рівень G , яким може бути задане зацікавленою особою яесь цільове або порогове (критичне) значення.

Як загальну назву для наведених вище показників зручно використовувати термін «абсолютні показники інтервальної варіабельності». На основі абсолютних показників інтервальної варіабельності $R(\bar{K}), SR(\bar{K}), SeD_Z(\bar{K})$ можна сформулювати показники ступеня ризику у відносному вираженні – відповідно коефіцієнт розмаху варіації ($CR(\bar{K})$), коефіцієнт піврозмаху варіації ($CSR(\bar{K})$) і коефіцієнт семівідхилення ($CSeD_Z(\bar{K})$), які в узагальненій формі називатимемо коефіцієнтами інтервальної варіабельності [9, с. 184]:

$$CR(\bar{K}) = \frac{R(\bar{K})}{Av(\bar{K})}, \quad (6)$$

$$CSR(\bar{K}) = \frac{SR(\bar{K})}{Av(\bar{K})}, \quad (7)$$

$$CSeD_Z(\bar{K}) = \frac{SeD_Z(\bar{K})}{Z(\bar{K})}. \quad (8)$$

Структура представлених коефіцієнтів є такою, що сферою їх застосування можуть бути лише критеріальні показники з позитивним знаком інгредієнта. Позбавитися цього обмеження можна, якщо модифікувати розглядувані коефіцієнти. Спираючись на відповідні напрацювання в межах теоретико-ймовірнісної і нечітко-множинної методології [11–13], одержуємо такі результати:

$$CR^m(\bar{K}) = \begin{cases} \frac{R(\bar{K})}{Av(\bar{K}) - Z_0}, & \text{якщо } K = K^+ \\ \frac{R(\bar{K})}{Z_0 - Av(\bar{K})}, & \text{якщо } K = K^- \end{cases}, \quad (9)$$

$$CSR^m(\bar{K}) = \begin{cases} \frac{SR(\bar{K})}{Av(\bar{K}) - Z_0}, & \text{якщо } K = K^+ \\ \frac{SR(\bar{K})}{Z_0 - Av(\bar{K})}, & \text{якщо } K = K^- \end{cases}, \quad (10)$$

$$CSeD_Z^m(\bar{K}) = \begin{cases} \frac{SeD_Z(\bar{K})}{Z(\bar{K}) - Z_0}, & \text{якщо } K = K^+ \\ \frac{SeD_Z(\bar{K})}{Z_0 - Z(\bar{K})}, & \text{якщо } K = K^- \end{cases}, \quad (11)$$

де $CR^m(\bar{K}), CSR^m(\bar{K}), CSeD_Z^m(\bar{K})$ – модифікований коефіцієнт відповідно розмаху варіації, піврозмаху варіації та семівідхилення для інтервальної оцінки критерію K ; Z_0 – граничне (порогове) значення критеріального економічного показника.

Модифіковані коефіцієнти інтервальної варіабельності припускають таку економічну інтерпретацію: це величина ризику, що припадає на одиницю приросту (для $K = K^+$) або економії (для $K = K^-$) міри ефективності (результативності) даного рішення (альтернативи).

Структуру задачі вибору оптимального інвестиційного проекту з множини альтернативних варіантів характеризують такі властивості:

- ★ наявність багатьох критеріальних економічних показників, які характеризують різні аспекти ефективності (результативності) реальних інвестицій (ефект, дохідність, окупність). Відповідно до цього називатимемо ці критерії частковими;
- ★ сукупність часткових критеріїв ефективності реальних інвестицій, на основі яких здійснюється вибір найкращої інвестиційної альтернативи, у загальному випадку містить у своєму складі показники як з додатним, так і з від'ємним інгредієнтом;
- ★ припустимість розглядати часткові критерії ефективності реальних інвестицій як критерії одного ієрархічного рівня, на основі яких може бути побудований узагальнений (інтегрований) кри-

терій економічної привабливості (ефективності, результативності) інвестиційного проекту;

- ★ значущість (важливість) окремих часткових критеріїв ефективності стосовно загальної економічної привабливості інвестиційного проекту в загальному випадку є неоднаковою (нерівноцінною).

Згідно із зауваженням на початку публікації, у разі недетермінованої постановки задачі інвестиційного вибору аналітико-оптимізаційне опрацювання оцінок часткових критеріїв ефективності передбачає виокремлення і врахування для останніх двох аспектів: загальної тенденції їх можливих реалізацій (значень) і ризику. Показники, які характеризують або деталізують недетерміновані оцінки часткових критеріїв ефективності за зазначеними аспектами, будемо називати деталізованими критеріями.

Зіставлення між собою, з одного боку, структурних характеристик розглядуваної задачі, а з іншого боку, – структурних характеристик й аналітичного потенціалу репрезентованих вище модифікованих коефіцієнтів інтервальної варіабельності, дозволяє побачити можливість сформулювати модель вибору найкращого інвестиційного проекту в ситуації інтервальної невизначеності вихідних даних на основі модифікованого коефіцієнта піврозмаху варіації. Якщо обмежитися адитивним варіантом згортки критеріїв, то зазначена модель може бути сформульована в такий спосіб:

$$SI_j = \sum_{l=1}^L a_l (b_{l1} {}^H Av(\bar{K}_{lj}) + b_{l2} {}^H CSR^m(\bar{K}_{lj})), \quad j = \bar{1}, \bar{m}, \quad (12)$$

$${}^H Av(\bar{K}_{lj}) = \begin{cases} \frac{Av(\bar{K}_{lj}) - K_{\min l}}{K_{\max l} - K_{\min l}}, & \text{якщо } K_{lj} = K_{lj}^+ \\ \frac{K_{\max l} - Av(\bar{K}_{lj})}{K_{\max l} - K_{\min l}}, & \text{якщо } K_{lj} = K_{lj}^- \end{cases}, \quad (13)$$

$$l = \bar{1}, \bar{L}, \quad j = \bar{1}, \bar{m},$$

$${}^H CSR^m(\bar{K}_{lj}) = 1 - CSR^m(\bar{K}_{lj}), \quad l = \bar{1}, \bar{L}, \quad j = \bar{1}, \bar{m}, \quad (14)$$

$$K_{\min l} = \min\{\underline{K}_{lj} \mid j = \bar{1}, \bar{m}\}, \quad l = \bar{1}, \bar{L}, \quad (15)$$

$$K_{\max l} = \max\{\bar{K}_{lj} \mid j = \bar{1}, \bar{m}\}, \quad l = \bar{1}, \bar{L}, \quad (16)$$

$$CSR^m(\bar{K}_{lj}) = \begin{cases} \frac{SR(\bar{K}_{lj})}{Av(\bar{K}_{lj}) - Z_0^{(l)}}, & \text{якщо } K_{lj} = K_{lj}^+ \\ \frac{SR(\bar{K}_{lj})}{Z_0^{(l)} - Av(\bar{K}_{lj})}, & \text{якщо } K_{lj} = K_{lj}^- \end{cases}, \quad (17)$$

$$l = \bar{1}, \bar{L}, \quad j = \bar{1}, \bar{m},$$

$$Z_0^{(l)} = \begin{cases} K_{\min l}, & \text{якщо } K_{lj} = K_{lj}^+ \\ K_{\max l}, & \text{якщо } K_{lj} = K_{lj}^- \end{cases}, \quad l = \bar{1}, \bar{L}, \quad (18)$$

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

m – число проектів у сукупності, з якої здійснюється вибір найкращого проекту;

L – число часткових критеріїв ефективності реальних інвестицій, за допомогою яких здійснюється вибір оптимального інвестиційного проекту;

\bar{K}_{lj} – інтервальна оцінка l -го часткового критерію ефективності j -го інвестиційного проекту;

$Av(\bar{K}_{lj}), SR(\bar{K}_{lj})$ – відповідно середнє значення та піврозмах варіації для інтервальної оцінки l -го часткового критерію ефективності j -го інвестиційного проекту;

$CSR^m(\bar{K}_{lj})$ – модифікований коефіцієнт піврозмаху варіації для інтервальної оцінки l -го часткового критерію ефективності j -го інвестиційного проекту;

${}^H Av(\bar{K}_{lj}), {}^H CSR^m(\bar{K}_{lj})$ – відповідно нормалізоване середнє значення і нормалізований модифікований коефіцієнт піврозмаху варіації для інтервальної оцінки l -го часткового критерію ефективності j -го інвестиційного проекту;

a_l – ваговий коефіцієнт для l -го часткового критерію ефективності ($0 \leq a_l \leq 1, \sum_{l=1}^L a_l = 1$);

b_{l1}, b_{l2} – ваговий коефіцієнт для відповідно середнього значення і модифікованого коефіцієнта піврозмаху варіації в межах l -го часткового критерію ефективності ($0 \leq b_{l1} \leq 1, 0 \leq b_{l2} \leq 1, b_{l1} + b_{l2} = 1$);

$Z_0^{(l)}$ – порогове значення для l -го часткового критерію ефективності.

Серед порівнюваних варіантів реального інвестування найкращим слід вважати проект, для якого узагальнений критерій економічної привабливості набуває найбільшого значення, при цьому $SI_j \in [0, 1], j = \bar{1}, \bar{m}$.

Продемонструємо застосування запропонованої моделі на умовному прикладі.

Нехай розглядаються три інвестиційні проекти. Критерії ефективності проектів (чиста теперішня вартість – NPV , внутрішня норма дохідності – IRR , термін окупності з дисконтуванням – DPP) внаслідок істотної невизначеності економічного середовища описуються інтервальними оцінками, які наведені в табл. 1, де також відображено загальні межі зміни (варіювання) значень критеріїв ефективності.

Необхідно знайти інтегрований показник економічної привабливості для кожного з аналізованих інвестиційних проектів і визначити найкращий з них.

У табл. 2 представлено результати розрахунку деталізованих критеріїв на основі прийнятих критеріїв ефективності для порівнюваних інвестиційних альтернатив.

Вагові коефіцієнти для часткових і деталізованих критеріїв встановимо за допомогою правила П. С. Фішберна [14]. При цьому виходитимемо з такої системи переваг між критеріями:

Таблиця 1

Інтервальні оцінки критеріїв ефективності альтернативних інвестиційних проектів та загальні межі зміни їх значень

№ проекту	$\overline{NPV} = [NPV_j, \overline{NPV}_j],$ $j = \overline{1, 3},$ тис. грн		$\overline{IRR} = [IRR_j, \overline{IRR}_j],$ $j = \overline{1, 3},$ %		$\overline{DPP} = [DPP_j, \overline{DPP}_j],$ $j = \overline{1, 3},$ років	
	NPV_j	\overline{NPV}_j	IRR_j	\overline{IRR}_j	DPP_j	\overline{DPP}_j
1	2,760	9,699	0,505	1,390	0,766	1,938
2	0,784	11,124	0,315	1,119	0,920	2,661
3	3,256	8,558	0,544	1,255	0,837	1,886
Загальні межі зміни значень критеріїв ефективності	NPV_{\min}	NPV_{\max}	IRR_{\min}	IRR_{\max}	DPP_{\min}	DPP_{\max}
	0,784	11,124	0,315	1,390	0,766	2,661

Таблиця 2

Результати розрахунку деталізованих критеріїв для альтернативних інвестиційних проектів

№ проекту	$Av(\overline{NPV}_j),$ $j = \overline{1, 3},$ тис. грн	$Av(\overline{IRR}_j),$ $j = \overline{1, 3},$ %	$Av(\overline{DPP}_j),$ $j = \overline{1, 3},$ років	$CSR^m(\overline{NPV}_j),$ $j = \overline{1, 3}$	$CSR^m(\overline{IRR}_j),$ $j = \overline{1, 3}$	$CSR^m(\overline{DPP}_j),$ $j = \overline{1, 3}$
	1	6,230	0,948	1,352	0,637	0,700
2	6,525	0,763	1,762	1,000	1,000	1,000
3	5,911	0,919	1,282	0,516	0,556	0,323

$$NPV \succ IRR \succ DPP,$$

$$Av(\overline{K}) \sim CSR^m(\overline{K}),$$

$$\overline{K} \in \{\overline{NPV}, \overline{IRR}, \overline{DPP}\}.$$

Тоді розглядувані вагові коефіцієнти набувають значень: для часткових критеріїв відповідно 0,500, 0,333, 0,167, і 0,500 для всіх деталізованих критеріїв.

На основі даних табл. 2, з урахуванням знайдених вагових коефіцієнтів, для аналізованих проектів 1, 2, 3 остаточно отримуємо такий розподіл значень інтегрованого показника економічної привабливості: 0,461, 0,234, 0,517. Отже, найкращим серед розглядуваних варіантів інвестування в межах використання запропонованої моделі і зроблених припущень слід вважати проект 3.

ВИСНОВКИ

Результати проведеного дослідження дають підстави констатувати, що методологічні підходи й інструментарій сучасного інвестиційного менеджменту та ризикології дозволяють забезпечити обґрунтовану аналітичну підтримку прийняття інвестиційних рішень в тій чи іншій ситуації, обтяженій невизначеністю та ризиком. У тому числі в разі, коли кількісні параметри розглядуваної ситуації інвестиційного проектування описуються інтервальними оцінками. Разом з тим, складність і багатоаспектність феноменів невизначеності та ризику, наявність принципово різних за своєю природою видів невизначеності, неможливість вичерпного вимірювання ризику за окремим аспектом визначають потребу в

подальших наукових розвідках за порушеною в цій публікації проблематикою. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Интервальный анализ и его приложения. Исторические заметки. URL: <http://www.nsc.ru/interval/?page=Introduction/history>
2. Moore R. E. Interval analysis. Englewood Cliffs. N. J.: Prentice Hall, 1966. 390 p.
3. Давыдов Д. В. Интервальные методы и модели принятия решений в экономике: автореф. дис. ... д-ра экон. наук: спец. 08.00.13. Владивосток, 2009. 46 с.
4. Авдеенко С. Н., Домбровский В. В. Анализ инвестиционных проектов в условиях интервальной неопределенности. Вестник Томского государственного университета. 2000. № 271. С. 125–126.
5. Бронз П. В., Вошинин А. П. Интервальный подход к оценке экономических рисков проектов энергетики и его сравнение со сценарным анализом. Научная сессия МИФИ – 2006: сб. науч. тр. Сер.: Экономика и управление. 2006. Т. 13. С. 17–18.
6. Яценко Б. Н. Оценка эффективности инвестиционных проектов и принятие инвестиционных решений в условиях большой неопределенности интервального типа. Аудит и финансовый анализ. 2006. № 1. С. 20–25.
7. Никонова И. А., Колесников М. А. Развитие методов анализа и оценки инвестиционных проектов. Вестник финансового университета. 2013. № 6. С. 89–97.
8. Вітлінський В. В., Великоіваненко Г. І. Ризикологія в економіці та підприємстві: монографія. Київ: КНЕУ, 2004. 480 с.
9. Коцюба О. С. Вимірювання господарського ризику в умовах інтервальної невизначеності даних // Економіка підприємства: теорія і практика: зб. мат. VI Міжнар. наук.-практ. конф. 13 жовтня 2016 р. Київ: КНЕУ, 2016. С. 182–184.

10. Подиновский В. В. Среднее полуотклонение как информация для принятия решений в условиях риска. *Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы*. 2006. № 5. С. 26–30.

11. Коцюба О. С. Вибір найкращого інвестиційного проєкту за умов невизначеності на основі показників варіабельності. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. № 10. С. 20–25.

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

13. Коцюба О. С. Вимірювання господарського ризику за нечітко-інтервальними оцінками критеріїв ефективності. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. № 12. С. 29–34.

14. Вітлінський В. В., Верченко П. І., Сігал А. В., Наконечний Я. С. Економічний ризик: ігрові моделі: навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2002. 446 с.

REFERENCES

Avdeyenko, S. N., and Dombrovskiy, V. V. "Analiz investitsionnykh proektov v usloviyakh intervalnoy neopredelennosti" [Analysis of investment projects in conditions of interval uncertainty]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, no. 271 (2000): 125-126.

Bronz, P. V., and Voshchinin, A. P. "Intervalnyy podkhod k otsenke ekonomicheskikh riskov proektov energetiki i ego sravneniye so stsenarnym analizom" [Interval approach to assessing the economic risks of energy projects and its comparison with the scenario analysis]. *Nauchnaya sessiya MIFI – 2006. Seriya: Ekonomika i upravleniye* vol. 13 (2006): 17-18.

Davydov, D. V. "Intervalnyye metody i modeli prinyatiya resheniy v ekonomike" [Interval methods and models of decision-making in the economy]. *Avtoref. dis. ... d-ra ekon. nauk: 08.00.13*, 2009.

"Intervalnyy analiz i ego prilozheniya. Istoricheskiye zametki" [Interval analysis and its applications. Historical notes]. <http://www.nsc.ru/interval/?page=Introduction/history>

Kotsyuba, O. S. "Vymiriuvannia hospodarskoho ryzyku v umovakh intervalnoi nevyznachenosti danykh" [Measurement of business risk in conditions of interval uncertainty of data]. *Ekonomika pidpriemstva: teoriia i praktyka*. Kyiv: KNEU, 2016. 182-184.

Kotsyuba, O. S. "Vybir naikrashchoho investytsiinoho proektu za umov nevyznachenosti na osnovi pokaznykiv variabelnosti" [Choosing the best investment project in conditions of uncertainty based on the variability]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, no. 10 (2016): 20-25.

Kotsyuba, O. S. "Vymiriuvannia hospodarskoho ryzyku za nechitko-intervalnymy otsinkamy kryteriiv efektyvnosti" [Measurement of business risk in the fuzzy-interval estimation performance criteria]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, no. 12 (2016): 29-34.

Moore, R. E. *Interval analysis*. Englewood Cliffs. N. J. : Prentice Hall, 1966.

Nikonova, I. A., and Kolesnikov, M. A. "Razvitiye metodov analiza i otsenki investitsionnykh proektov" [The development of methods for the analysis and evaluation of investment projects]. *Vestnik finansovogo universiteta*, no. 6 (2013): 89-97.

Podinovskiy, V. V. "Sredneye poluotkloneniye kak informatsiya dlya prinyatiya resheniy v usloviyakh riska" [The average half divergence as information for decision-making under risk]. *Nauchno-tekhnicheskaya informatsiya. Seriya 2: Informatsionnyye protsessy i sistemy*, no. 5 (2006): 26-30.

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

Vitlinskiy, V. V., and Velykoivanenko, H. I. *Ryzykologhiia v ekonomitsi ta pidpriemnytstvi* [Riskology in Economics and entrepreneurship]. Kyiv: KNEU, 2004.

Vitlinskiy, V. V. *Ekonomichnyi ryzyk: ihrovi modeli* [Economic risk: game models]. Kyiv: KNEU, 2002.

Yatsenko, B. N. "Otsenka effektivnosti investitsionnykh proektov i prinyatiye investitsionnykh resheniy v usloviyakh bolshey neopredelennosti intervalnogo tipa" [Assessment of efficiency of investment projects and investment decisions under conditions of great uncertainty, interval type]. *Audit i finansovyy analiz*, no. 1 (2006): 20-25.