

## ОЦІНЮВАННЯ ТЕРМІНУ ОКУПНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЄКТУ В МЕЖАХ НЕЧІТКО-МНОЖИННОЇ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧІ

©2020 КОЦЮБА О. С.

УДК 330.322.55:519.86  
JEL: C02; D81; D92; G31

### Коцюба О. С. Оцінювання терміну окупності інвестиційного проєкту в межах нечітко-множинної постановки задачі

Стаття присвячена проблемі нечітко-множинного оцінювання терміну окупності проєктів реального інвестування. Спочатку в найзагальніших рисах було висвітлено підхід, у межах якого реалізується настанова знаходження дисконтованого терміну окупності інвестиційного проєкту у формі нечіткої величини (числа). Після цього ґрунтовно розглянуто підхід до моделювання останнього за допомогою функції окупності. Виявлено, що поряд з очевидними перевагами даного інструмента, його значущим недоліком, у межах вихідної версії, є те, що сфера дії функції окупності обмежується інвестиційними проєктами, для яких після мінімального терміну, коли серед інших сценаріїв може мати місце окупність, послідовність нечітких оцінок показника накопиченого дисконтованого грошового потоку є неспадною. У роботі сформульовано узагальнену версію функції окупності інвестиційного проєкту, яка є вільною від зазначеного недоліку. На умовних даних було здійснено апробацію запропонованої модифікації, яка продемонструвала її спроможність. Особливу увагу приділено формулюванню й апробації показників, які можуть бути знайдені на основі функції окупності та які відображають певні, значущі з точки зору аналітичних потреб, аспекти окупності інвестиційного проєкту в часі.

**Ключові слова:** невизначеність, нечіткість, теорія нечітких множин, інвестиційний проєкт, дисконтований термін окупності, функція окупності, міра можливості.

**DOI:** <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-10-173-179>

**Рис.:** 1. **Табл.:** 3. **Формул.:** 10. **Бібл.:** 16.

**Коцюба Олексій Станіславович** – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри бізнес-економіки та підприємництва, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана (просп. Перемоги, 54/1, Київ, 03057, Україна)

**E-mail:** [as\\_kotsyuba@ukr.net](mailto:as_kotsyuba@ukr.net)

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-8159-0772>

**Researcher ID:** <http://www.researcherid.com/rid/S-8679-2018>

**SPIN:** <http://elibrary.ru/3685-5402>

UDC 330.322.55:519.86  
JEL: C02; D81; D92; G31

### Kotsyuba O. S. Estimating the Payback Period of an Investment Project in the Framework of a Fuzzy Set Statement of the Problem

The article is concerned with the problem of fuzzy-set-based evaluation of the payback period of real investment projects. Initially, the most general features of the approach, which is implemented to find a discounted payback period for an investment project in the form of a fuzzy value (number), were highlighted. After that, the approach to modeling the latter with the help of payback function was thoroughly considered. It is identified that, along with the obvious advantages of this instrument, its significant disadvantage, in terms of the original version, is that the scope of the payback function is limited to the investment projects, for which, after a minimum period of time, when there may be a payback scenario among other scenarios, the sequence of fuzzy estimates of the indicator of accumulated discounted cash flow is non-decreasing. The publication formulates a generalized version of the payback function of the investment project, free from this disadvantage. Using conditional data, the proposed modification was tested, which demonstrated its viability. Particular attention is paid to the formulation and approbation of the indicators that can be obtained on the basis of the payback function and which reflect certain, significant in terms of analytical needs aspects of the payback of the investment project in time.

**Keywords:** uncertainty, fuzziness, fuzzy sets theory, investment project, discounted payback period, payback function, measure of possibility.

**Fig.:** 1. **Tabl.:** 3. **Formulae:** 10. **Bibl.:** 16.

**Kotsyuba Oleksiy S.** – PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Business Economics and Entrepreneurship, Kyiv National Economic University named after V. Hetman (54/1 Peremohy Ave., Kyiv, 03057, Ukraine)

**E-mail:** [as\\_kotsyuba@ukr.net](mailto:as_kotsyuba@ukr.net)

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-8159-0772>

**Researcher ID:** <http://www.researcherid.com/rid/S-8679-2018>

**SPIN:** <http://elibrary.ru/3685-5402>

Для будь-якого підприємства важливість інвестиційної діяльності визначається тим, що за її допомогою забезпечуються формування та підтримка на належному рівні потенціалу його прибутковості. Одне з центральних місць в управлінні інвестиційною діяльністю займає комплексне обґрунтування інвестиційних проектів, які реалізуються підприємством, а також оцінка їх економічної ефективності у складі такого обґрунтування. Поряд з проблемами, які обтяжують вихідні концептуальні конструкції, які лежать в основі сучасної теорії оцінювання економічної ефективності інвестиційних заходів, здійснюваних у формі проектів, інша площина проблемних питань за порушенням науково-практичним напрямом пов'язана з існуванням феномена, або фактора, невизначеності. Будучи неусувною складовою інвестиційної діяльності, невизначеність виступає джерелом її неуспішності, однією з ключових причин прийняття невдалих інвестиційних рішень.

Згідно з нинішніми уявленнями економічної й управлінської наук, невизначеність, властива реаліям економіки та бізнесу, має досить складну природу, яка не може бути зведена лише до стохастичності. Остання, як відомо, становить предмет теорії ймовірностей. Що ж до нестохастичної невизначеності, то одним із сучасних підходів до її моделювання є методологія на основі теорії нечітких множин. Інструментальні засоби цієї теорії дозволяють формалізувати той різновид невизначеності, який може бути інтерпретований як розпливчатість, розмитість, нечіткість.

Нечіткість вихідних фінансово-економічних параметрів інвестиційного проекту призводить до того, що оцінки показників його економічної ефективності також виявляються нечіткими величинами.

Основоположний внесок у початкове становлення методології моделювання грошових потоків і показників економічної ефективності заходів з реального інвестування на основі теорії нечітких множин належить Т. Уорду (*T. L. Ward*), Дж. Баклі (*J. J. Buckley*), Ч. Ю. Ч'ю (*C. Y. Chiu*), Ч. С. Паку (*C. S. Park*), А. Кофману, Х. Хілу Алусі [1–5]. Цілісне уявлення стосовно теперішньої ситуації за порушенням питанням дозволяють сформулювати дослідження, авторами яких є Д. Кухта (*D. Kuchta*), Дж. Кахраман (*C. Kahraman*), А. Терсеньо (*A. Terceño*), Х. де Андрес (*J. de Andrés*), М. Барбера (*M. G. Barberà*), Т. Лоренсана (*T. Lorenzana*) та ін. [6–8].

Нечітко-множинне оцінювання показників ефекту та дохідності інвестиційних проектів, таких як чиста вартість (*Net Value – NV*), чиста теперішня вартість (*Net Present Value – NPV*), облікова норма дохідності (*Accounting Rate of Return – ARR*), індекс прибутковості (*Profitability Index – PI*), не містить якихось принципових проблем і характеризується високим ступенем методичної опрацьованості. Кардинально іншою є ситуація для показника внутрішньої норми дохідності (*Internal Rate of Return – IRR*), а також показників терміну окупності. До особливостей або проблем, які супроводжують їх використання в межах детермінованої постановки, додаються проблеми, пов'язані з переходом від останньої до нечітко-множинних описів. Якщо зосередитися на показниках терміну окупності, то як дослідження, які відображають досягнутий рівень і містять значущі нові ідеї та підходи стосовно їх знаходження в нечіткій формі, можна навести праці [6; 7; 9–12]. У них пропонуються різні методи, які ґрунтуються на різних формальних конструкціях і змістовних інтерпретаціях, які їм відповідають. Разом із тим акумульовані в зазначених працях результати не надають вичерпного розв'язання порушеної проблеми.

Отже, метою даної роботи є розвиток інструментальних засобів нечітко-множинного оцінювання показників терміну окупності інвестиційного проекту.

Відразу оговоримо, що без зниження рівня загальності стосовно реалізації поставленої мети подальше викладення буде обмежено показником дисконтованого терміну окупності (*Discounted Payback Period – DPP*). Також у межах пропонованого дослідження виходитимемо з визначення, згідно з яким дисконтований термін окупності слід розуміти як мінімальний період, після якого накопичений (кумулятивний) дисконтований грошовий потік (*Cumulative Discounted Cash Flow – CDCF*) за проектом набуває і в подальшому зберігає невід'ємне значення [13, с. 317–321].

У межах напрацьованого нині методичного апарату як базові наявні два підходи до нечітко-множинного оцінювання дисконтованого терміну окупності інвестиційного проекту.

Перший підхід реалізує настанову знаходження дисконтованого терміну окупності у формі нечіткої величини (числа) [6; 7; 9; 10]. Принциповим недоліком розглядуваного підходу є те, що полем його використання є інвестиційні

проекти, які в межах згенерованих для них сценаріїв мають обов'язково окупитися протягом терміну свого здійснення. О. О. Недосекін запропонував [11] для інвестиційних проектів з додатним ризиком некупності визначати нечітку оцінку показника  $DPP$  на основі екстраполяції наявних значень грошових потоків у часовій перспективі після планованого моменту їх завершення. Порогом екстраполяції виступає розрахунковий період, коли досліджуваний інвестиційний проект гарантовано окупається. Поряд з потенціалом цього підходу у ньому мають місце певні дискусійні аспекти, або недоліки, які перешкоджають його широкому використанню [9; 14].

По-перше, залишається без остаточної відповіді питання коректності екстраполявання грошових потоків інвестиційного проекту поза встановленим терміном його реалізації. По-друге, характер динаміки грошових потоків інвестиційного проекту може виявитися таким, що в результаті їх екстраполяції не досягатиметься гарантована окупність здійснених капіталовкладень. По-третє, як показують відповідні апробації, ступінь ризику некупності проекту за нечіткою оцінкою показника  $DPP$ , одержаної на основі екстраполяції грошових потоків, у загальному випадку істотно розбігається зі ступенем ризику від'ємного значення показника його  $NPV$ .

Другий підхід полягає в моделюванні дисконтованого терміну окупності інвестиційного проекту не у формі нечіткої величини, а за допомогою так званої функції окупності. Автором зазначеного формалізму є український науковець Т. А. Тищук [12]. За своєю структурою функція окупності деякою мірою подібна до функції розподілу випадкової величини з теорії ймовірностей і відображає розподіл ступенів можливості окупності проекту в часовій перспективі його здійснення, виходячи з гіпотези:

$$Poss(DPP \leq t) = \begin{cases} Poss(CDCF_t \geq 0), & t \in [0, T] \\ Poss(CDCF_T \geq 0), & t \in (T, +\infty) \end{cases}, \quad (1)$$

$t \in [0, +\infty)$ ,

де  $Poss(\dots)$  – ступінь можливості відповідної події;

$CDCF_t$  – значення накопиченого дисконтованого грошового потоку для  $t$ -го моменту часу;

$T$  – термін (строк) реалізації інвестиційного проекту (горизонт інвестування).

Відповідно до наведених пояснень, а також припускаючи дискретний, за розрахунковими періодами, порядок визначення нечітких оцінок накопиченого дисконтованого грошового потоку ін-

вестиційного проекту, функція окупності ( $PB_{DPP}$ ) може бути записана так (на основі [12, с. 72–78]):

$$PB_{DPP}(t) = Poss(DPP \leq t), \quad t \in [0, +\infty), \quad (2)$$

при цьому

$$Poss(DPP \leq k) = Poss(CDCF_k \geq 0), \quad k = \overline{0, T}, \quad (3)$$

$$Poss(DPP \leq t) = \begin{cases} Poss(CDCF_{k-1} \geq 0) + (t - (k-1)) \times \\ \times (Poss(CDCF_k \geq 0) - \\ - Poss(CDCF_{k-1} \geq 0)), \\ k-1 < t < k, \quad t \in [0, T] \setminus \{0, \dots, T\}, \\ k = \overline{1, T} \\ Poss(CDCF_T \geq 0), \quad t > T \end{cases} \quad (4)$$

$t \in [0, +\infty) \setminus \{0, \dots, T\}$ ,

де  $CDCF_{k-1}$ ,  $CDCF_k$  – значення накопиченого дисконтованого грошового потоку для (на кінець) відповідно  $k-1$ -го і  $k$ -го періоду;

$T$  – термін (строк) реалізації інвестиційного проекту.

Функція окупності, як вона сформульована її автором, ґрунтується на теоретико-ймовірнісній версії можливої міри. Водночас, за своєю загальною структурою, вона припускає використання й інших методів оцінювання ступенів можливості, зокрема, інтервального за рівнями належності ( $\alpha$ -рівнями) без зважування, який набув розвитку у роботах О. О. Недосекіна [15].

Як переваги оцінювання дисконтованого терміну окупності інвестиційного проекту за допомогою функції окупності можна назвати таке [16].

По-перше, функція окупності дає змогу однаково ефективно моделювати окупність в часі як проектів, які гарантовано окупаються протягом терміну своєї реалізації, так і проектів, які характеризуються додатним ризиком від'ємного  $NPV$ . По-друге, в разі проектів з додатним ризиком від'ємного  $NPV$  застосування цієї функції не потребує додаткових припущень стосовно можливих грошових потоків поза встановленим терміном здійснення й експлуатації інвестицій. По-третє, за самим принципом побудови функції окупності для неї має місце узгодженість із розподілом ступенів ризику від'ємного значення для накопиченого дисконтованого грошового потоку проекту за розрахунковими періодами його реалізації.

Значущим недоліком функції окупності, в межах її вихідної версії, є те, що сфера дії даного інструмента обмежується інвестиційними проектами, для яких після мінімального терміну, коли серед інших сценаріїв може мати місце

окупність, послідовність нечітких оцінок показника накопиченого дисконтованого грошового потоку є неспадною, тобто

$$\underline{CDCF}_k^{\alpha_i} \leq \underline{CDCF}_{k+1}^{\alpha_i}, \quad (5)$$

$$\overline{CDCF}_k^{\alpha_i} \leq \overline{CDCF}_{k+1}^{\alpha_i}, \quad (6)$$

$$\alpha_i = j/n, \quad i = \overline{0, n}, \quad (7)$$

$$k = \overline{k^*, T-1}, \quad k^* = \min\{k \mid \overline{CDCF}_k^0 \geq 0, k = \overline{1, T-1}\},$$

де  $i, n$  – відповідно індекс інтервалу достовірності та кількість кроків дискретизації в дискретно-інтервальному за рівнями належності представленні нечіткої оцінки досліджуваного параметра;

$\alpha_i$  – значення функції належності для  $i$ -го інтервалу достовірності в дискретно-інтервальному за рівнями належності представленні нечіткої оцінки аналізованого параметра;

$\underline{CDCF}_k^{\alpha_i}, \underline{CDCF}_{k+1}^{\alpha_i}$  – нижня границя інтервалу  $\alpha_i$ -рівня в межах нечіткої оцінки  $CDCF$  для (на кінець) відповідно  $k$ -го і  $k+1$ -го періоду реалізації інвестиційного проекту;

$\overline{CDCF}_k^{\alpha_i}, \overline{CDCF}_{k+1}^{\alpha_i}$  – верхня границя інтервалу  $\alpha_i$ -рівня в межах нечіткої оцінки  $CDCF$  для (на кінець) відповідно  $k$ -го і  $k+1$ -го періоду реалізації інвестиційного проекту.

Уважний аналіз логіки побудови функції окупності дозволяє побачити можливість формулювання її узагальненої версії, позбавленої зазначеного вище недоліку. Конкретно, пропонується нами узагальнена версія досліджуваного аналітичного інструмента може бути подана в такий спосіб:

$$PB_{DPP}(t) = Poss(DPP \leq t), \quad t \in [0, +\infty), \quad (8)$$

при цьому

$$Poss(DPP \leq k^{**}) = \min\{Poss(CDCF_k \geq 0) \mid k = \overline{k^{**}, T}, k^{**} = \overline{0, T}\}, \quad (9)$$

$$Poss(DPP \leq t) = \begin{cases} Poss(DPP \leq k-1) + (t - (k-1)) \times \\ \times (Poss(DPP \leq k) - Poss(DPP \leq k-1)), \\ k-1 < t < k, t \in [0, T] \setminus \{0, \dots, T\}, k = \overline{1, T} \\ Poss(DPP \leq T), t > T \end{cases} \quad (10)$$

$$t \in [0, +\infty) \setminus \{0, \dots, T\}.$$

Слід зауважити, що в разі, коли для розглядуваного інвестиційного проекту після мінімального терміну, коли серед інших сценаріїв може мати місце його окупність, послідовність нечітких оцінок накопиченого дисконтованого грошового потоку є неспадною, результати за-

стосування вихідної й узагальненої версій функції окупності збігаються між собою, що свідчить про коректність останньої.

Повноцінна реалізація аналітичного потенціалу функції окупності передбачає формування набору показників, які можуть бути знайдені на її основі та які відображають певні, значущі з точки зору аналітичних потреб, аспекти окупності інвестиційного проекту в часі. У результаті опрацювання цього питання як такі аналітичні характеристики було одержано показники, які наведено в *табл. 1*.

Розрахункова модель показника  $DPP_{med}$  у *табл. 1* була визначена, виходячи з припущення, що  $PB_{DPP}(T) \geq 0,5$ .

Розглянемо реалізацію сформульованої узагальненої версії функції окупності проекту реального інвестування на умовному прикладі.

Нехай аналізується економічна доцільність деякого інвестиційного проекту. Термін реалізації проекту становить 10 років. Накопичені дисконтовані грошові потоки за проектом описуються трикутними оцінками. Їх опорні (реперні) значення (точки) наведено в *табл. 2* (при цьому використано такі умовні позначення:  $CDCF(k)$  – значення накопиченого дисконтованого грошового потоку для (на кінець)  $k$ -го року здійснення проекту;  $CDCF_{min}(k), CDCF_{mod}(k), CDCF_{max}(k)$  – мінімальне, найбільш сподіване (модальне) та максимальне значення накопиченого дисконтованого грошового потоку для (на кінець)  $k$ -го року реалізації проекту, відповідно).

Необхідно знайти функцію окупності розглядуваного інвестиційного проекту.

Зазначимо, що запропонований приклад не передбачає можливості використання вихідної версії функції окупності, оскільки відповідно до даних *табл. 2* в останні два розрахункові періоди (роки) має місце зниження прогнозованої величини накопиченого дисконтованого грошового потоку, тобто не виконуються необхідні для її реалізації передумови. Отже, побудуємо для викладеної умови узагальнену функцію окупності інвестиційного проекту.

Після здійснення необхідних розрахункових процедур можна одержати значення шуканої функції окупності, які відображено в *табл. 3*. Слід зауважити, що розрахунок відповідних можливісних характеристик (показників) здійснювався при цьому на основі інтервальної за рівнями належності ( $\alpha$ -рівнями) без зважування можливісної міри, згаданої раніше.

## Аналітичні показники на основі функції окупності інвестиційного проєкту

№ з/п	Економічний зміст показника	Позначення показника	Розрахункова модель показника
1	Момент початку стабільної ненульової (додатної) можливості окупності інвестиційного проєкту	$DPP_{\min}$	$DPP_{\min} = \inf \{t \mid PB_{DPP}(t) > 0, t \in [0, +\infty)\}$
2	Медіанне значення дисконтованого терміну окупності	$DPP_{\text{med}}$	$DPP_{\text{med}} = k_* + \frac{0,5 - PB_{DPP}(k_*)}{PB_{DPP}(k_* + 1) - PB_{DPP}(k_*)},$ $PB_{DPP}(k_*) < 0,5, PB_{DPP}(k_* + 1) \geq 0,5,$ $k_* \in \{0, \dots, T-1\}$
3	Ступінь ризику того, що термін окупності проєкту перевищить період часу до моменту $t$	$Risk_{DPP}(t)$	$Risk_{DPP}(t) = 1 - PB_{DPP}(t), t \in [0, +\infty)$

Джерело: складено автором (з урахуванням відповідних результатів, одержаних раніше [16]).

Таблиця 2

## Трикутні оцінки накопичених дисконтованих грошових потоків за інвестиційним проєктом, млн гр. од.

$k,$ $k = \overline{0, 5}$	$CDCF(k)$			$k,$ $k = \overline{6, 10}$	$CDCF(k)$		
	$CDCF_{\min}(k)$	$CDCF_{\text{mod}}(k)$	$CDCF_{\max}(k)$		$CDCF_{\min}(k)$	$CDCF_{\text{mod}}(k)$	$CDCF_{\max}(k)$
0	-360	-240	-190	6	-100	100	200
1	-290	-190	-130	7	-80	115	230
2	-230	-100	-50	8	-40	140	260
3	-180	-80	50	9	-70	120	240
4	-150	50	120	10	-85	110	230
5	-125	85	160	-	-	-	-

Таблиця 3

## Значення функції окупності інвестиційного проєкту

$k,$ $k = \overline{0, 5}$	$Poss(CDCF_k \geq 0)$	$Poss(DPP \leq k)$	$k,$ $k = \overline{6, 10}$	$Poss(CDCF_k \geq 0)$	$Poss(DPP \leq k)$
0	0,000	0,000	6	0,898	0,898
1	0,000	0,000	7	0,938	0,930
2	0,000	0,000	8	0,984	0,930
3	0,049	0,049	9	0,952	0,930
4	0,701	0,701	10	0,930	0,930
5	0,831	0,831	-	-	-

Джерело: розраховано автором.

Рис. 1 демонструє графік знайденої функції окупності.

Визначення зафіксованих вище аналітичних характеристик функції окупності дало змогу одержати такі результати:  $DPP_{\min} = 2$  роки;  $DPP_{\text{med}} = 3,7$  року;  $Risk_{DPP}(t)$ , якщо норматив тер-

міну окупності встановити на рівні 5 років (це означає, що  $t = 5$ ), становить 0,17.

## ВИСНОВКИ

Як загальний підсумок проведеного дослідження можна констатувати таке.

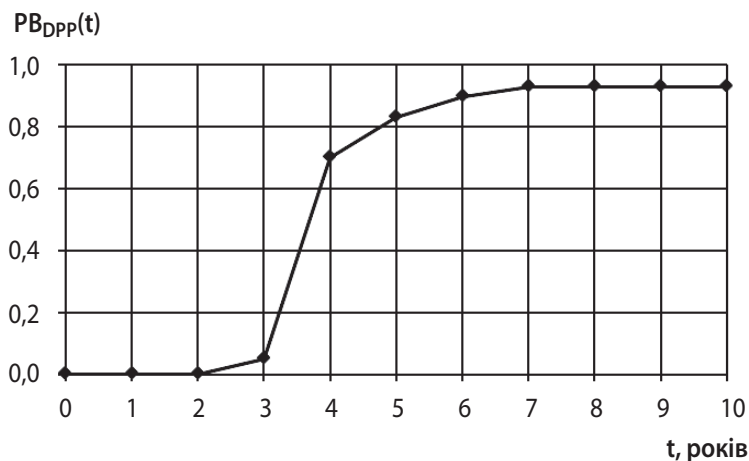


Рис. 1. Графік функції окупності інвестиційного проекту

Джерело: побудовано автором.

З одного боку, створені на цей час інструментальні засоби оцінювання показників економічної ефективності інвестиційних проектів в умовах нечіткості початкових даних характеризуються в цілому високим рівнем опрацьованості. З іншого боку, існуючі методи нечіткого моделювання показників терміну окупності інвестиційних заходів не охоплюють усіх практично значущих ситуацій.

Без зниження рівня загальності розгляду зазначеної проблеми в роботі було проаналізовано наявні підходи до нечіткого оцінювання дискontованого терміну окупності інвестиційного проекту. Спочатку в найзагальніших рисах було висвітлено підхід, у межах якого реалізується настанова знаходження дискontованого терміну окупності у формі нечіткої величини (числа). Після цього було ґрунтовно розглянуто підхід до моделювання останнього за допомогою функції окупності. Було виявлено, що поряд із очевидними перевагами даного інструмента, його значущим недоліком, у межах вихідної версії, є те, що сфера дії функції окупності обмежується інвестиційними проектами, для яких після мінімального терміну, коли серед інших сценаріїв може мати місце окупність, послідовність нечітких оцінок показника накопиченого дискontованого грошового потоку є неспадною. У роботі було сформульовано узагальнену версію функції окупності інвестиційного проекту, яка не має зазначеного недоліку. На умовних даних було здійснено апробацію запропонованої модифікації, яка продемонструвала її спроможність.

На завершення зазначимо, що з точки зору потреб сучасного економічного аналізу реальних інвестицій винятково актуальним є розроблення методичного апарату оцінювання економічної ефективності інвестиційних проектів для ситуацій комбінованої невизначеності вихідних даних. ■

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ward T. L. Discounted fuzzy cash flow analysis // Fall Industrial Engineering Conference : Proceedings. Chicago, Illinois, USA, December 8–11, 1985. Norcross, Ga. : Institute of Industrial Engineers, 1985. P. 476–481.
2. Buckley J. J. The fuzzy mathematics of finance. *Fuzzy Sets and Systems*. 1987. Vol. 21. Issue 3. P. 257–273. DOI: [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(87\)90128-X](https://doi.org/10.1016/0165-0114(87)90128-X)
3. Buckley J. J. Solving fuzzy equations in economics and finance. *Fuzzy Sets and Systems*. 1992. Vol. 48. Issue 3. P. 289–296. DOI: [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(92\)90344-4](https://doi.org/10.1016/0165-0114(92)90344-4)
4. Chiu C. Y., Park C. S. Fuzzy Cash Flow Analysis Using Present Worth Criterion. *The Engineering Economist*. 1994. Vol. 39. Issue 2. P. 113–138. DOI: <https://doi.org/10.1080/00137919408903117>
5. Кофман А., Хил Алуха Х. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями : учебное пособие / пер. с исп. Минск : Вышэйшая школа, 1992. 224 с.
6. Kuchta D. Fuzzy capital budgeting. *Fuzzy Sets and Systems*. 2000. Vol. 111. Issue 3. P. 367–385. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(98\)00088-8](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00088-8)
7. Kahraman C. Capital Budgeting Techniques Using Discounted Fuzzy Cash Flows // In : Soft Computing for Risk Evaluation and Management / eds.: D. Ruan, J. Kacprzyk, M. Fedrizzi. Heidelberg : Physica-Verlag, 2001. P. 375–396.
8. Terceño A., Andrés J. de, Barberà M. G., Lorenzana T. Investment management in uncertainty // In : Handbook of Management under Uncertainty / ed.

- J. Gil-Aluja. Dordrecht, Boston, London : Kluwer Academic Publishers, 2001. Vol. 55. P. 323–390.
9. Деревянко П. М. Модели и методы принятия стратегических решений по распределению реальных инвестиций предприятия с применением теории нечетких множеств : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.13. СПб., 2006. 224 с.
  10. Макарова М. С. Нечеткие методы оценки дисконтированного периода окупаемости. *European research*. 2015. № 3. С. 42–46.
  11. Недосекин А. О. Нечеткий DPBP и новый подход к рациональному отбору инвестиционных проектов. URL: <https://textarchive.ru/c-1054086-pall.html>
  12. Тищук Т. А. Економіко-математичне моделювання процесів управління проектами на основі теорії нечітких множин : дис. ... канд. экон. наук : 08.03.02. Донецьк, 2001. 160 с.
  13. Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика : учеб. пособие. М. : Дело, 2002. 888 с.
  14. Коцюба О. С. Механізм та аналітико-інструментальні засоби забезпечення економічної стійкості підприємства (за матеріалами поліграфічних підприємств України) : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.04. Київ, 2009. 284 с.
  15. Недосекин А. О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. СПб. : Типография «Сезам», 2002. 181 с.
  16. Коцюба О. С. Оцінювання дисконтованого терміну окупності інвестиційного проекту за умов нечітких вихідних даних. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2016. Вип. 10. С. 1030–1035. URL: <http://global-national.in.ua/archive/10-2016/214.pdf>
- Kahraman, C. "Capital Budgeting Techniques Using Discounted Fuzzy Cash Flows". In *Soft Computing for Risk Evaluation and Management*, 375-396. Heidelberg: Physica-Verlag, 2001.
- Kaufmann, A., and Gil-Aluja, J. *Vvedeniye teorii nechetkikh mnozhestv v upravlenii predpriyatiyami* [Introduction of the Theory of Fuzzy Sets in Enterprise Management]. Minsk: Vysheyshaya shkola, 1992.
- Kotsyuba, O. S. "Otsiniuvannia dyskontovanoho terminu okupnosti investytsiinoho proiektu za umov nechitkykh vykhidnykh danykh" [Estimation of Discounted Payback Period of an Investment Project with Fuzzy Data]. *Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky*. 2016. <http://global-national.in.ua/archive/10-2016/214.pdf>
- Kotsyuba, O. S. "Mekhanizm ta analityko-instrumentalni zasoby zabezpechennia ekonomichnoi stiikosti pidpriemstva (za materialamy polihrafichnykh pidpriemstv Ukrainy)" [Mechanism and Analytical and Instrumental Means of Ensuring the Economic Stability of the Enterprise (Based on the Materials of Printing Enterprises of Ukraine)]: *dys. ... kand. ekon. nauk : 08.00.04*, 2009.
- Kuchta, D. "Fuzzy capital budgeting". *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 111, no. 3 (2000): 367-385. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(98\)00088-8](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00088-8)
- Makarova, M. S. "Nechetkiye metody otsenki diskontirovannogo perioda okupayemosti" [Fuzzy Methods for Estimating the Discounted Payback Period]. *European research*, no. 3 (2015): 42-46.
- Nedosekin, A. O. "Nechetkiy DPBP i novyy podkhod k ratsionalnomu otboru investitsionnykh proektov" [Fuzzy DPBP and a New Approach to the Rational Selection of Investment Projects]. <https://textarchive.ru/c-1054086-pall.html>
- Nedosekin, A. O. *Nechetko-mnozhestvennyy analiz riska fondovykh investitsiy* [Fuzzy Multiple Risk Analysis of Stock Investments]. St. Petersburg: Tipografiya «Sezam», 2002.
- Terceño A., Andrés J. de, Barberà M. G., Lorenzana T. "Investment management in uncertainty". In *Handbook of Management under Uncertainty* / ed. J. Gil-Aluja. Dordrecht, Boston, London : Kluwer Academic Publishers. Vol. 55 (2001): 323–390.
- Tyshchuk, T. A. "Ekonomiko-matematychne modelivannia protsesiv upravlinnia proiektamy na osnovi teorii nechitkykh mnozhyn" [Economic and Mathematical Modeling of Project Management Processes Based on Fuzzy Set Theory]: *dys. ... kand. ekon. nauk : 08.03.02*, 2001.
- Vilenskiy, P. L., Livshits, V. N., and Smolyak, S. A. *Otsenka effektivnosti investitsionnykh proektov: Teoriya i praktika* [Evaluation of the Effectiveness of Investment Projects: Theory and Practice]. Moscow: Delo, 2002.
- Ward, T. L. "Discounted fuzzy cash flow analysis". *Fall Industrial Engineering Conference : Proceedings*. Norcross, Ga.: Institute of Industrial Engineers, 1985. 476-481.

## REFERENCES

- Buckley, J. J. "Solving fuzzy equations in economics and finance". *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 48, no. 3 (1992): 289-296. DOI: [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(92\)90344-4](https://doi.org/10.1016/0165-0114(92)90344-4)
- Buckley, J. J. "The fuzzy mathematics of finance". *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 21, no. 3 (1987): 257-273. DOI: [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(87\)90128-X](https://doi.org/10.1016/0165-0114(87)90128-X)
- Chiu, C. Y., and Park, C. S. "Fuzzy Cash Flow Analysis Using Present Worth Criterion". *The Engineering Economist*, vol. 39, no. 2 (1994): 113-138. DOI: <https://doi.org/10.1080/00137919408903117>
- Derevyanko, P. M. "Modeli i metody prinyatiya strategicheskikh resheniy po raspredeleniyu realnykh investitsiy predpriyatiya s primeneniym teorii nechetkikh mnozhestv" [Models and Methods of Making Strategic Decisions on the Distribution of Real Investments of an Enterprise Using the Theory of Fuzzy Sets]: *dis. ... kand. ekon. nauk : 08.00.13*, 2006.