

# ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ВИБОРУ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ

Малярчик Т.Ю., група ІУС-06м

Керівник доц. Світлична В.А.

Інвестиційна діяльність являє собою один з найбільш важливих аспектів функціонування будь-якої комерційної організації. Причинами, що обумовлюють необхідність інвестицій, є відновлення наявної матеріально-технічної бази, нарощування обсягів виробництва, освоєння нових видів діяльності.

Значення економічного аналізу для планування й здійснення інвестиційної діяльності важко переоцінити. При цьому особливу важливість має попередній аналіз, що проводиться на стадії розробки інвестиційних проектів і сприяє прийняттю розумних й обґрунтованих управлінських рішень. Головним напрямком попереднього аналізу є визначення показників можливої економічної ефективності інвестицій, тобто віддачі від капітальних вкладень, які передбачені по проекті, а також оцінка ризику впровадження того чи іншого проекту.

Досить часто підприємство зіштовхується із ситуацією, коли є ряд альтернативних (взаємовиключних) інвестиційних проектів. Природно, виникає необхідність у порівнянні цих проектів і виборі найбільш привабливих з них за будь-якими критеріями.

Для аналізу проблеми були розглянуті і проаналізовані інвестиційні проекти №1 та №2 з різними характеристиками грошового потоку, ставкою дисконтування 15%, строком розгляду 5 років, залишковою вартістю нульовою, середньозваженою вартістю капіталу =14%.

Для визначення прибутковості або збитковості проекту був використаний показник  $F(x_1, \dots, x_6)$ <sup>[1]</sup> складовими якого є шість критеріїв  $f(x_i)$ , ( $i = 1, \dots, 6$ ):

$f(x_1)$  - чистий приведений ефект(NPV);

$f(x_2)$  - індекс рентабельності інвестицій (PI);

$f(x_3)$  - внутрішня норма прибутку (IRR);

$f(x_4)$  - модифікована внутрішня норма прибутку (MIRR);

$f(x_5)$  - дисконтний термін окупності інвестицій (DPP).

$f(x_6)$  - термін окупності інвестицій (PP);

Показник  $F(x_1, \dots, x_6)$  враховується шляхом складання підсумкової матриці  $E(n \times m)$ , кількість рядків якої визначається кількістю критеріїв показника ( $n = 6$ ). Кількість стовпчиків матриці  $E$  забезпечує коректне визначення відповідних числових показників ( $m = 1$ ). Тоді матриця  $E$  має вигляд:

$$E = \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ e_4 \\ e_5 \\ e_6 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Правила формування елементів матриці  $E$  такі.

Елемент першого рядка матриці  $e_1$  - це показник  $x_1$ , що дає можливість одержати узагальнену характеристику результату інвестування, - чистий наведений ефект (NPV), що обчислюється в такий спосіб:

$$x_1 = NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - IC \quad (2)$$

де  $r$  - норма дисконту;

$n$  - число періодів реалізації проекту;

$CF_t$  - чистий потік платежів у періоді  $t$ ;

$IC$  - сума інвестованих у реалізацію інвестиційного проекту засобів.

Таким чином для проекту №1  $NPV=1076.20$  грн., а для проекту №2  $NPV=1816.20$  грн.. Вважаємо, що  $e_1 = 1$ , тому що  $x_1 > 0$ , для обох проектів.

Елемент матриці  $e_2$  обчислюється з допомоги величини  $x_2$  - індексу рентабельності інвестицій (PI), що розраховується в такий спосіб:

$$x_2 = PI = \frac{PV}{IC} \quad (3)$$

де  $PV$  - сума чистого грошового потоку за період експлуатації інвестиційного проекту.

Таким чином для проекту №1  $PI = 1.08$ , а для проекту №2  $PI = 1.1$ .

Вважаємо, що  $e_2 = 1$ , тому що  $x_2 > 1$ , для обох проектів.

Елемент матриці  $e_3$  обчислюється за допомогою величини  $x_3$  - внутрішньої норми прибутку (IRR):

$$x_3 = IRR = \sqrt[n]{\frac{PV}{IC} - 1} \quad (4)$$

де  $n$  - число періодів дисконтування.

Таким чином для проекту №1  $IRR = 24\%$ , а для проекту №2  $IRR = 26\%$ .

Рекомендоване значення цього показника:  $x_3 \geq WACC$  ( $WACC$  - середньозважена вартість капіталу = 14%), тому вважаємо, що  $e_3 = 1$  для обох проектів.

Елемент матриці  $e_4$  обчислюється за допомогою показника  $x_4$  - модифікованої внутрішньої норми прибутку (MIRR), яка розраховується так:

$$x_4 = MIRR = \sqrt[n]{\frac{\sum_{t=0}^n S + (1+k)^{n-1}}{\sum_{t=0}^n \frac{A_t}{(1+k)^t}} - 1} \quad (5)$$

де  $A_t$  - грошові витрати проекту за період  $t$ ;

$S$  - грошові надходження проекту за період  $t$ ;

$k$  - вартість капіталу підприємства;

$n$  - тривалість проекту.

Таким чином для проекту №1  $MIRR = 17.1\%$ , а для проекту №2  $MIRR = 17.7\%$ .

Для першого і другого проекту:  $x_4 > WACC$ , тому  $e_4 = 1$ , для обох проектів.

Елемент матриці  $e_5$  обчислюється за допомогою показника  $x_5$  - дисконтного строку окупності інвестиції (DPP), який можна визначити за допомогою співвідношення:

$$x_5 = DPP = \sum_{t=1}^n \frac{S}{(1+i)^t} \quad (6)$$

де  $S$  - щорічний грошовий потік;  
 $i$  - ставка дисконту.

Таким чином для проекту №1 DPP =4.58 года ( $P_n=12504.3$  грн.), а для проекту №2 DPP =4.36 года ( $P_n=16957.35$  грн.).

Значення показника:  $x_5 \geq IC$ . За цієї умови будемо вважати, що  $e_5 = 1$  для обох проектів.

Елемент матриці  $e_6$  розраховується за допомогою показника  $x_6$ , який визначає строк окупності інвестицій (PP), що обчислюється в такий спосіб :

$$x_6 = PP = \min n, \text{ при котром } \sum_{k=1}^n P_k \quad (7)$$

Таким чином для проекту №1 DPP =3.57 года ( $P_k=10000$  грн.), а для проекту №2 DPP =3.44 года ( $P_k=14000$  грн.).

Значення показника:  $x_6 > IC$ . За цієї умови будемо вважати  $e_6 = 1$ , для обох проектів.

Сформуємо матриці  $E$  для кожного проекту.

$$E_{\text{проект №1}} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad E_{\text{проект №2}} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (8)$$

Розглядаючи критерії оцінки інвестиційних проектів не можна однозначно виділити показник який давав всебічну оцінку. Тому на практиці звичайно використовують комбінацію декількох критеріїв, виходячи зі специфіки проектів, переваг керівника та ін..

Проаналізувавши все це був запропонований підхід, що базується на

формуванні узагальненого показника, який обчислюється як сума всіх елементів матриці  $E$ . Таку суму позначимо через  $\Pi$  - показник числової характеристики інвестиційних проектів. Розглянувши два проекти можна зробити висновок, що обидва інвестиційні проекти ефективні і прибуткові ( $\Pi=6$  для обох проектів), але треба обрати якийсь один. Для цього потрібно визначити ризик цих проектів. В економіці існує ряд методів для оцінки ступеня ризику інвестиційного проекту, але всі ці методи володіють рядом недоліків. До числа недоліків цих методів можна віднести необхідність наявності великого обсягу вхідної інформації за тривалий період часу (статистичний метод); складності при визначенні законів розподілу досліджуваних параметрів (факторів) і результуючих показників (метод Монте-Карло); ізольований розгляд зміни одного фактора без обліку впливу інших (аналіз чутливості) і т. д.. Подолання цих недоліків можливо при використанні теорії нечітких множин, що дозволяє сформувати повний спектр сценаріїв реалізації інвестиційного проекту.

Таким чином для оцінки ризику інвестицій будемо використовувати метод Недосєкіна - Воронова <sup>[2]</sup>, який базується на теорії нечітких множин. Вираз ризику для нього такий:

$$V \& M = \begin{cases} 0, & \text{при } G < NPV_{\min}; \\ R(1 + \frac{1-\alpha_1}{\alpha_1} \ln(1-\alpha_1)), & \text{при } NPV_{\min} < G < \overline{NPV}; \\ 1 - (1-R)(1 + \frac{1-\alpha_1}{\alpha_1} \ln(1-\alpha_1)), & \text{при } NPV < G < \overline{NPV_{\max}}; \\ 1, & \text{при } G \geq \overline{NPV_{\max}}; \end{cases} \quad (9)$$

$$\text{де } R = \begin{cases} \frac{G - NPV_{\min}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}}, & \text{при } G < \overline{NPV_{\max}}; \\ 1, & \text{при } G \geq \overline{NPV_{\max}}; \end{cases} \quad (10)$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} 0, & \text{при } G < NPV_{\min} \text{ или } G \geq NPV_{\max}; \\ \frac{G - NPV_{\min}}{\overline{NPV} - NPV_{\min}}, & \text{при } NPV_{\min} < G < \overline{NPV}; \\ 1, & \text{при } G = \overline{NPV}; \\ \frac{NPV_{\max} - G}{NPV_{\max} - \overline{NPV}}, & \text{при } \overline{NPV} < G < NPV_{\max} \end{cases}$$

(11)

Таким чином, ступінь ризику  $V\&M$  приймає значення від 0 до 1. Кожен інвестор, виходячи зі своїх інвестиційних переваг, може класифікувати значення  $V\&M$ , виділивши для себе відрізок неприйнятних значень ризику.

Аналізуючи проект №1 і №2 припустимо що, нам точно не відомі сума грошового потоку і ставка дисконтування, вони коливаються в межах 20% від планованих.

Тоді провівши розрахунки для проекту №1  $\alpha_1 = \mu_{NPV}(0) = 0.28$ ,  $G = \mu_{NPV}^{-1}(\alpha_1) = 2353.84$  і згідно формулам (9) - (11),  $R = 0.128$ ,  $V\&M = 0.0199$ .

Аналогічно для проекту №2  $\alpha_1 = \mu_{NPV}(0) = 0.053$ ,  $G' = \mu_{NPV}^{-1}(\alpha_1) = 5851.89$  і згідно формулам (9) - (11),  $R = 0.0167$ ,  $V\&M = 0.00045$ .

У такий спосіб ми визначили, що ризик другого проекту на два порядки нижчий за ризик першого проекту. Таким чином другий проект є найкращий для реалізації, тому що він не збитковий і має найнижчий ризик.

Запропонований підхід до вироблення інвестиційного рішення дасть можливість на основі узагальненого показника і показника ризику зусібіч оцінити інвестиційні проекти і прийняти остаточне рішення про їх ефективність.

#### Перелік посилань

1. Супрун С.Д. Оцінка ефективності інвестиційних проектів підприємств. – Журнал “Фінанси України”, №4 2003р.
2. Недосекин А.О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами. – На сайті <http://sedok.narod.ru>