

# Прийняття рішень при оцінці інвестиційного проекту з застосуванням нечіткої логіки

Шишин Євген

КА-34



## Об'єкт дослідження:

- Інвестиційний проект «Придбання обладнання в рамках реконструкції кормоцеху».

## Предмет дослідження:

- Теоретичні та методичні відомості про оцінку ефективності інвестиційних проектів із застосуванням нечіткої логіки.

## Мета роботи:

- Оцінка рівня ризику інвестиційного проекту із застосуванням нечіткої логіки.

# Основний інструмент методу:

- Функція приналежності – інструмент перекладу лінгвістичних змінних на математичну мову для подальшого застосування методу нечітких множин.
- Функцією приналежності  $\mu_A(X)$  є деяка математична функція, яка задає степінь або впевненість, з якою елементи множини  $X$  належать заданій нечіткій множині  $A$ . Чим більше аргумент  $x$  відповідає нечіткій множині  $A$ , тим більше значення  $\mu_A(X)$ , тобто ближче значення аргументу до 1.
- Основою для побудови функції приналежності можуть служити експертні оцінки.

# Методи побудови функції приналежності:

- ▶ Виділяють дві групи методів побудови по експертним оцінкам функції належності нечіткої множини  $\mu_A(X)$  : прямі та непрямі методи.
- ▶ Прямі методи характеризуються тим, що експерт задає правила визначення значень функції належності.
- ▶ В непрямих методах, значення вибираються таким чином, щоб задовольнити раніше задані умови.

## Оцінка ризику на основі інтегральної оцінки ризику V&M (Воронова і Максимова)

- Розглянемо будь-який інвестиційний проект, в якому NPV можна привести до трикутного числа  $NPV = (NPV_1, \overline{NPV}, NPV_2)$
- $G$  – критерій ефективності проекту (зазвичай приймається рівним нулю)
- Проект прибутковий, якщо NPV більше заданого інвесторами критерію ефективності.
- Після визначення крайніх значень чистого грошового прибутку (ЧГП), можна описати функцію належності.

$$NPV_1 = \alpha(\overline{NPV} - NPV_{\min}) + NPV_{\min}$$

$$NPV_2 = NPV_{\max} - \alpha(NPV_{\max} - \overline{NPV})$$

Степінь ризику:

$$V \& M^* = \int_0^{\alpha_1} \varphi^*(\alpha) d\alpha$$

Де

$$\varphi^*(\alpha) = \begin{cases} 0, & G \leq NPV_1 \\ \frac{G - NPV_1}{NPV_2 - NPV_1}, & NPV_1 < G < NPV_2 \\ 1, & NPV_2 \leq G \end{cases}$$

Після взяття інтегралу, можна перетворити рівняння до вигляду:

$$V \& M^* = \begin{cases} 0, & G < NPV_{\min} \\ R \times \left( 1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \ln(1 - \alpha_1) \right), & NPV_{\min} \leq G < \overline{NPV} \\ 1 - (1 - R) \times \left( 1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \ln(1 - \alpha_1) \right), & \overline{NPV} \leq G < NPV_{\max} \\ 1, & NPV_{\max} \leq G \end{cases}$$

► Тепер вирахуємо  $\alpha_1$  і відповідне значення  $V \& M^*$ :

► Якщо  $G \leq NPV_{\min}$ , тоді  $V \& M^* = 0$

► Якщо  $NPV_{\min} < G \leq \overline{NPV}$ , тоді  $\alpha_1 = \frac{G - NPV_{\min}}{\overline{NPV} - NPV_{\min}}$

► Як наслідок:

$$V \& M^* = \frac{G - NPV_{\min}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}} - \frac{G - \overline{NPV}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}} \ln \left( \frac{\overline{NPV} - G}{\overline{NPV} - NPV_{\min}} \right)$$



# Оцінка V&M:

- ▶ Приймає значення від 0 до 1
- ▶ Кожен інвестор, виходячи зі своїх інвестиційних вподобань, може класифікувати значення V&M, виділивши для себе відрізок неприпустимих значень ризику.

## **Переваги методу:**

- ▶ На підставі теорії нечітких множин формується повний спектр можливих сценаріїв інвестиційного процесу;
- ▶ Рішення приймається не на основі двох оцінок ефективності проекту, а по всій сукупності оцінок;
- ▶ Очікувана ефективність проекту не являється точковим показником, а представляє собою поле інтервальних значень зі своїм розподілом очікувань, який характеризується функцією належності відповідного нечіткого числа.





## Розглянемо інвестиційний проект з наступними показниками:

- Проект буде здійснюватися три роки,  $t=3$ ;
- Загальна вартість проекту (інвестиційні витрати) – 854 100 гривень;
- Очікувана ставка дисконтування – 0,2;
- Встановлена умова – прибутковість;

## Інвестиційні витрати:

Вид витрат:	Вартість (без ПДВ)	ПДВ	Вартість
Обладнання 1	291060	58212	349 272
Обладнання 2	33180	6636	39 816
Обладнання 3	318499,86	63700,14	382 200
Обладнання 4	69544,86	13909,14	83 454
<b>Сумма</b>	<b>712 285</b>	<b>142 457</b>	<b>854 742</b>

## Заплановані надходження:

	<i>Собівартість продукції:</i>			
	Витрати на виробництво, грн:			
	Матеріальні ресурси на виготовлення од.	Зар. Плата	Обладнання	Собівартість
Продукція 1	280,86	936 000,00	1 044 600,00	367,79
Продукція 2	28,19			32,80
Продукція 3	22,18			45,41
<b>Сума мат. витрат</b>	<b>331,24</b>			
Доля продукції 1	0,85			
Доля продукції 2	0,09			
Доля продукції 3	0,07			
<i>План продаж:</i>	Об'єм продажів			
	Інтервал 1	Інтервал 2	Інтервал 3	Цена
Продукція 1	19 320	20 580	21 420	467,79
Продукція 2	36 540	26 040	75 000	42,80
Продукція 3	5 712	55 860	40 320	70,41

## Витрати на кожному інтервалі:

Вид витрат:	Інтервал 1	Інтервал 2	Інтервал 3	Сумма з урахуванням дисконту
Обладнання 1	291 060,00	0,00	0,00	291 060,00
Обладнання 2	33 180,00	0,00	0,00	33 180,00
Обладнання 3	222 949,90	79 624,97	15 924,99	300 363,06
Обладнання 4	69 544,86	0,00	0,00	69 544,86
<b>Сума</b>	<b>616 734,76</b>	<b>79 624,97</b>	<b>15 924,99</b>	<b>694 147,92</b>

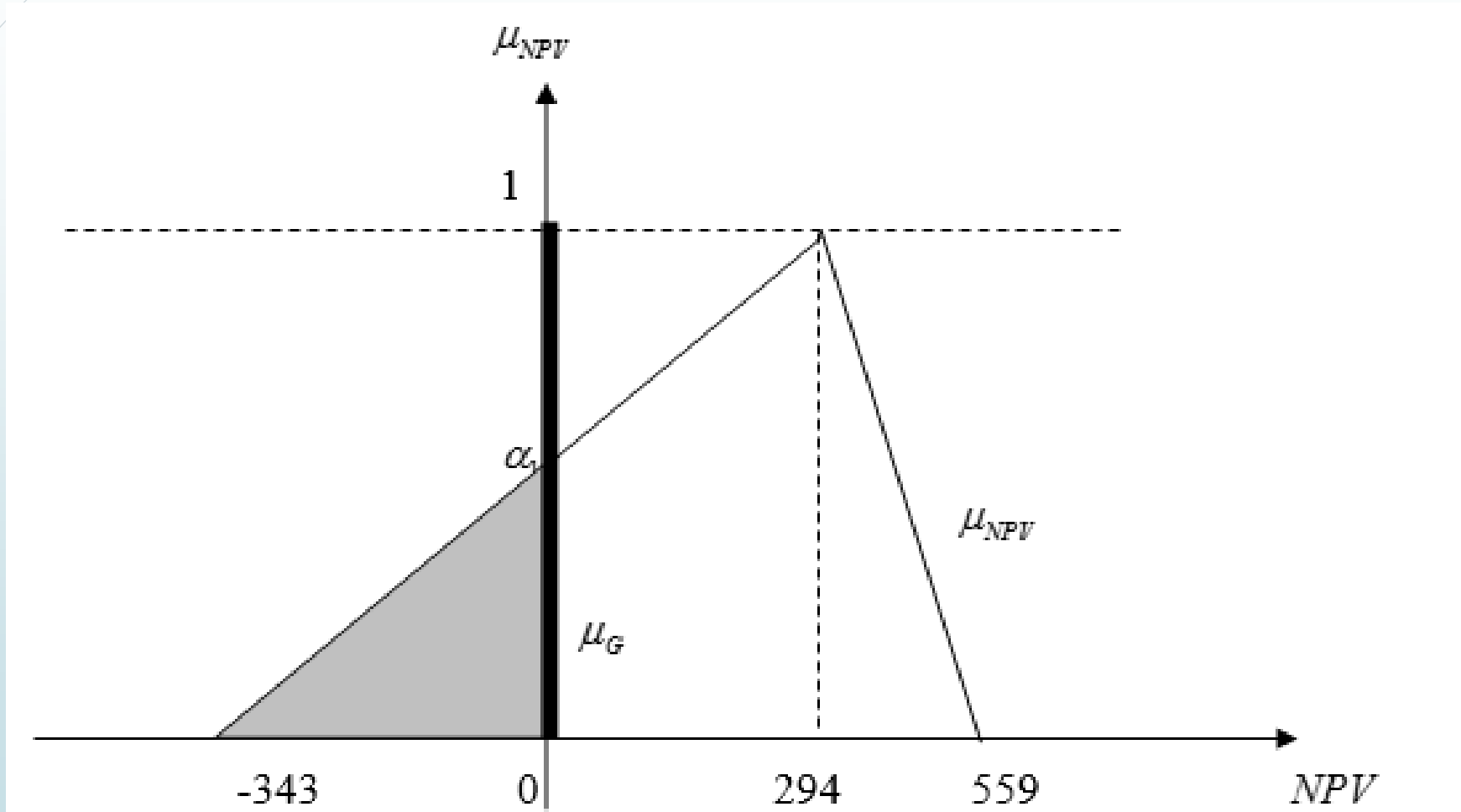
## Мінімальне, очікуване та максимальне NPV:

<i>Сальдо запланованого прибутку і витрат, грн:</i>				
	Інтервал 1	Інтервал 2	Інтервал 3	Сума з розрахунком дисконту
Запланований прибуток	2 440 200,00	3 714 900,00	3 900 000,00	8 244 283,33
Витрати	616 734,76	79 624,97	15 924,99	694 147,92
<b>Сальдо</b>	<b>1 823 465,24</b>	<b>3 635 275,04</b>	<b>3 884 075,01</b>	<b>7 550 135,41</b>
<b><i>Плануємое NPV</i></b>	<b><i>7 550 135,41€</i></b>			
<i>Сальдо мінімального прибутку і витрат, грн:</i>				
	Інтервал 1	Інтервал 2	Інтервал 3	Сума з розрахунком дисконту
Мінімальний прибуток	1 840 200,00	3 114 900,00	3 300 000,00	6 727 616,67
Витрати	616 734,76	79 624,97	15 924,99	694 147,92
<b>Сальдо</b>	<b>1 223 465,24</b>	<b>3 035 275,04</b>	<b>3 284 075,01</b>	<b>6 033 468,74</b>
<b><i>Мінімальне NPV</i></b>	<b><i>6 033 468,74€</i></b>			
<i>Сальдо максимального прибутку і витрат, грн.:</i>				
	Інтервал 1	Інтервал 2	Інтервал 3	Сума з розрахунком дисконту
Максимальний прибуток	2 690 200,00	3 964 900,00	4 150 000,00	8 876 227,78
Витрати	616 734,76	79 624,97	15 924,99	694 147,92
<b>Сальдо</b>	<b>2 073 465,24</b>	<b>3 885 275,04</b>	<b>4 134 075,01</b>	<b>8 182 079,86</b>
<b><i>Максимальне NPV</i></b>	<b><i>8 182 079,86€</i></b>			

Припускаючи, що нечітке число NPV  
близьке до трикутного вигляду, запишемо  
функцію приналежності:

$$\mu_{NPV}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq -343 \\ \frac{x + 343}{637}, & -343 < x \leq 294 \\ \frac{559 - x}{265}, & 294 < x \leq 559 \\ 0, & 559 < x \end{cases}$$

# Графічне зображення NPV:



- Так як величина  $G$  розташована таким чином:  $NPV_{\min} < G < \overline{NPV}$ ,

$$\alpha_1 = \frac{343}{294 + 343} = 0,53$$

$$R = \frac{343}{559 + 343} = 0,38$$
 – Міра ризику, розрахована інтервальним методом

$$V \& M^* = 0,38 * (1 + ((1 - 0,54) / 0,38) * LN(1 - 0,54)) = 0,128$$

- Такі основні показники ризику даного проекту.  
Підсумковий результат оцінки ризику: ризик прийнятний.



## Корекція оцінки ризику в ході інвестиційного процесу:

- Нехай на першому етапі планування зафіксований рівень надходжень від проекту  $V_1 = 383$ , при тому, що чітке число  $V_1$  виглядало так:  $\underline{V}_1 = (-131; 383; 488)$ , тобто на першому етапі планування зафіксований очікуваний раніше рівень надходжень. Тоді є можливість перерахунку NPV з урахуванням нових даних.

## Надходження:

Надходження V:	Інтервал 1	Інтервал 2	Інтервал 3	Сума з урахуванням дисконту
Мінімальний прибуток	383695	148 200,00	-146 400,00	405 528,33
Очікуваний прибуток	383695	448 200,00	453 600,00	1 072 195,00
Максимальний прибуток	383695	698 200,00	703 600,00	1 454 139,44

Очікуване, максимальне і мінімальне сальдо, з новими даними:

<i>Сальдо запланованих прибутків і витрат:</i>				
	Інтервал 1	Інтервал 2	Інтервал 3	Сума з урахування м дисконту
Очікуваний прибуток	383 695,00	448 200,00	453 600,00	1 072 195,00
Витрати	616 734,76	79 624,97	15 924,99	694 147,92
<b>Сальдо</b>	<b>-233 039,76</b>	<b>368 575,04</b>	<b>437 675,01</b>	<b>378 047,08</b>
<b><i>Очікуване NPV</i></b>	<b><i>378 047,08€</i></b>			
<i>Сальдо мінімальних прибутків і витрат:</i>				
	Інтервал 1	Інтервал 2	Інтервал 3	Сумма с учетом дисконта
Минимальная прибыль	383 695,00	148 200,00	-146 400,00	405 528,33
Затраты	616 734,76	79 624,97	15 924,99	694 147,92
<b>Сальдо</b>	<b>-233 039,76</b>	<b>68 575,04</b>	<b>-162 324,99</b>	<b>-288 619,59</b>
<b><i>Мінімальне NPV</i></b>	<b><i>-288 619,59€</i></b>			
<i>Сальдо максимальних прибутків і витрат:</i>				
	Інтервал 1	Інтервал 2	Інтервал 3	Сума з урахування м дисконту
Максимальная прибыль	383 695,00	698 200,00	703 600,00	1 454 139,44
Затраты	616 734,76	79 624,97	15 924,99	694 147,92
<b>Сальдо</b>	<b>-233 039,76</b>	<b>618 575,04</b>	<b>687 675,01</b>	<b>759 991,52</b>
<b><i>Максимальне NPV</i></b>	<b><i>759 991,52€</i></b>			


- Нове трикутне число матиме вигляд:  $\underline{NPV} = (-91 ; 294 ; 454)$
- Скоригована функція приналежності матиме вигляд:

$$\mu_{NPV}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq -343 \\ \frac{x+91}{385}, & -343 < x \leq 294 \\ \frac{454-x}{160}, & 294 < x \leq 559 \\ 0, & 559 < x \end{cases}$$

- Виходячи з цих даних, отримаємо:

$$\alpha_1 = 0.237 \quad R = 0.167 \quad V \& M = 0.0126$$

- Отже, в результаті аналізу ступеня неефективності ризику інвестиційного проекту «Придбання обладнання в рамках реконструкції кормоцеху» ми можемо зробити висновок, що ризик проекту - прийнятний. Крім того, ступінь ризику зменшується майже на порядок при зменшенні ступеня невизначеності.

- 
- Був проведений розрахунок надходжень від проекту на основі даних про собівартість продукції, найбільш очікуваних цінах на неї і обсягах продажу. Далі був використаний власне метод нечітких множин і знайдені значення ризику неефективності інвестицій та інших значущих параметрів проекту. Також викладено можливість контролю над ступенем ризику вже в процесі реалізації проекту. Таким чином, продемонстрована можливість оцінки ризику навіть у такому випадку, працювати з яким навряд чи зможе будь-який інший метод. Після такого практичного застосування методу дійсно ясно, як він може застосовуватися в реальному житті і наскільки він точніше деяких альтернативних методів.
  - Таким чином, з використанням математичних моделей і практичного застосування проаналізовано один з найефективніших методів оцінки ризику неефективності інвестицій, який застосовують найбільш прогресивні компанії при аналізі можливостей інвестування.



Дякую за увагу!