

Расчёт риска инвестиционного проекта с помощью аппарата нечеткой логики

А.И. Гришин

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

Рассмотрен способ оценки риска инвестиционного проекта с помощью аппарата нечеткой логики. Взят конкретный реальный пример (модернизация агрофирмы) и посчитан риск проекта - вероятность его несоответствия заданному проектному уровню. Основным показателем для проекта выбрана его чистая приведенная стоимость (Net Present Value).

$$NPV = -I + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} \quad (1)$$

где I – первоначальные инвестиции;
 CF_t – прогнозируемый доход (денежный поток) от проекта через t лет;
 k_t – ставка дисконтирования.

Преобразуем формулу (1) к виду, соответствующему исходным данным, заданным в нечетком виде. Тогда, для заданного уровня α , путем подстановки соответствующих границ интервалов в (1) по правилам операции с нечеткими числами, заданными в интервальном виде, получаем (2):

$$\begin{aligned} [NPV_1, NPV_2] &= (-) [I_1, I_2] (+) \left(\sum_{i=1}^N \right) \left[\frac{CF_{t1}}{(1+k_{t2})^t}, \frac{CF_{t2}}{(1+k_{t1})^t} \right] = \\ &= \left[-I_2 + \sum_{i=1}^N \frac{CF_{t1}}{(1+k_{t2})^t}, -I_1 + \sum_{i=1}^N \frac{CF_{t2}}{(1+k_{t1})^t} \right]. \end{aligned} \quad (2)$$

Пусть существует некий проектный уровень $G = (G_{\min}, G_{\text{av}}, G_{\max})$ и $NPV = (NPV_{\min}, NPV_{\text{av}}, NPV_{\max})$ заданы треугольными нечеткими числами в общем виде. Найдем риск данного проекта (геометрическая интерпретация вероятности неэффективности), посчитав интеграл (3).

$$Risk = \int_0^1 \varphi(\alpha) d\alpha, \text{ где } \varphi(\alpha) = \frac{S_\alpha}{(NPV_{2\alpha} - NPV_{1\epsilon}) \cdot (G_{2\epsilon} - G_{1\alpha})} \quad (3)$$

$$\text{где } \varphi(\alpha) = \frac{S_\alpha}{(NPV_{2\alpha} - NPV_{1\epsilon}) \cdot (G_{2\epsilon} - G_{1\alpha})}$$

S_α - площадь неэффективности инвестиций, считается для каждого конкретного случая и зависит от конкретных значений $G = (G_{\min}, G_{\text{av}}, G_{\max})$ и $NPV = (NPV_{\min}, NPV_{\text{av}}, NPV_{\max})$.

Рассмотрим подынтегральную функцию $\varphi(\alpha)$

$$\varphi(\alpha) = \begin{cases} 0, & G_2 \leq NPV_1; \\ \varphi_1 = \frac{(G_2 - NPV_1)^2}{2(G_2 - G_1)(NPV_2 - NPV_1)}, & G_1 < NPV_1 < G_2 \leq NPV_2; \\ \varphi_2 = \frac{(G_1 - NPV_1) + (G_2 - NPV_1)}{2(NPV_2 - NPV_1)}, & NPV_1 \leq G_1 < G_2 \leq NPV_2; \\ \varphi_3 = \frac{(G_2 - NPV_2) + (G_2 - NPV_1)}{2(G_2 - G_1)}, & G_1 \leq NPV_1 < NPV_2 \leq G_2; \\ \varphi_4 = 1 - \frac{(NPV_2 - G_1)^2}{2(G_2 - G_1)(NPV_2 - NPV_1)}, & NPV_1 \leq G_1 \leq NPV_2 \leq G_2; \\ \varphi_5 = 1, & NPV_2 \leq G_1. \end{cases} \quad (4)$$

Рассмотрим инвестиционный проект (рис.1) с $G = (-200, 0, 450)$, $NPV = (-800, 700, 1300)$.
 Определить степень риска неэффективности инвестиций по проекту.

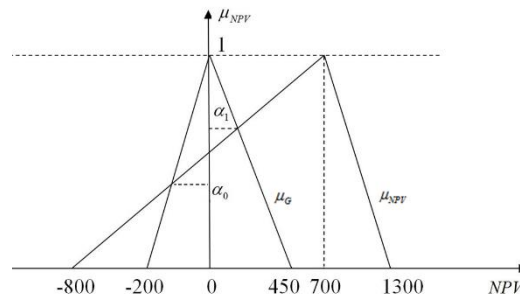


Рис. 1. Графическое изображение данных нечетких чисел представлено на рис.6 (масштаб по оси NPV не соблюден для наглядности).

Тогда функция принадлежности для NPV задается в виде (5):

$$\mu_{NPV}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq -800; \\ \frac{x+800}{1500}, & -800 < x \leq 700; \\ \frac{1300-x}{600}, & 700 < x \leq 1300; \\ 0 & 1300 < x. \end{cases}$$

А функция принадлежности для G будет выглядеть так (6):

$$\mu_G(x) = \begin{cases} 0, & x \leq -200; \\ \frac{x+200}{200}, & -200 < x \leq 0; \\ \frac{450-x}{450}, & 0 < x \leq 450; \\ 0 & 450 < x. \end{cases}$$

Приравняв функции μ_G и μ_{NPV} на соответствующих интервалах, получим следующий результат:

$$\alpha_0 = 0,46 \quad \text{при} \quad NPV = G = -107,6$$

$$\alpha_1 = 0,735 \quad \text{при} \quad NPV = G = 303$$

Применяя формулы (3) и (4), вычислим риск для проекта:

$$Risk = \int_0^{0.735} \varphi(\alpha) d\alpha = \int_0^{0.46} \varphi_2(\alpha) d\alpha + \int_{0.46}^{0.735} \varphi_1(\alpha) d\alpha = 0.148 + 0.017 = 0.165$$

По общепринятой классификации данный проект подлежит к воплощению в жизнь.

Литература

- 1) Недосекин А.О. Оценка риска бизнеса на основе нечетких данных СПб, Типография «Сезам», 2004
- 2) Недосекин А.О. Простейшая оценка риска инвестиционного проекта // Современные аспекты экономики, №11, 2002