

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКОВ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАУССОВОЙ ФУНКЦИИ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

*С.М. Мордовцев, к.т.н., доцент
Е.А. Андренко, к.э.н., доцент
Харьковский национальный университет
городского хозяйства имени А. М. Бекетова,*

Эффективность инновационного развития предприятия во многом зависит от адекватного учета рисков на всех стадиях разработки и внедрения инновационного проекта, производства и реализации инновационного продукта. Достаточно подробная классификация инновационных рисков приведена в [1]. В научных исследованиях, посвященных оценке влияния рисков на результаты финансово-хозяйственной деятельности предприятия, предлагается применять качественные, количественные, гибридные методы, а также методы, основанные на использовании нечеткой логики и искусственных нейронных сетей. Следует отметить, что авторы работ, разрабатывающие нечетко-множественные модели оценки рисков, в основном применяли треугольные и трапециевидные функции принадлежности, которые не удовлетворяют условию непрерывности.

В работе [2] предложена модель оценки рисков на основе симметричной функции принадлежности Гаусса. В то же время свойство асимметричности функции принадлежности позволяет без ограничений рассматривать различные сценарии реализации инновационного проекта.

Построение модели прогнозирования рисков осуществляется в несколько этапов. Необходимо провести классификацию возможных рисков; отобрать показатели на основе разработанных критериев; разделить показатели на количественные и качественные; сформировать окончательный набор показателей, позволяющих оценить возможные риски инновационного проекта. Далее предлагается построить модель прогнозирования рисков, используя асимметричные Гауссовы

функції приналежності. Введем в рассмотрение два нечетких множества: E – предполагаемое значение исследуемого показателя; B – показатель, характеризующий граничные условия показателя. При выполнении неравенства $E > B$ инновационный проект можно считать успешным. Функция принадлежности выбрана в виде:

$$\mu_E = w_1 \exp\left(\frac{(E - E_0)^2}{\lambda_{E_1}^2} \ln \alpha_0\right) + (1 - w_1) \exp\left(\frac{(E - E_0)^2}{\lambda_{E_2}^2} \ln \alpha_0\right), \quad (1)$$

где E_0 – модальное значение функции, соответствующее $\sup(\mu) = 1$;

$\lambda_{E_1}, \lambda_{E_2}$ ($\lambda_{E_1} \neq \lambda_{E_2}$) – параметры, задающие узловые левую и правую точки функций принадлежности, ограничивающие ее носитель; α_0 – минимальный уровень среза; $w_1 = 1$, если $E \leq E_0$, $w_1 = 0$, если $E > E_0$.

Рассмотрены два наиболее распространённых случая взаимного расположения μ_E и $B = B_0$ (рис 1).

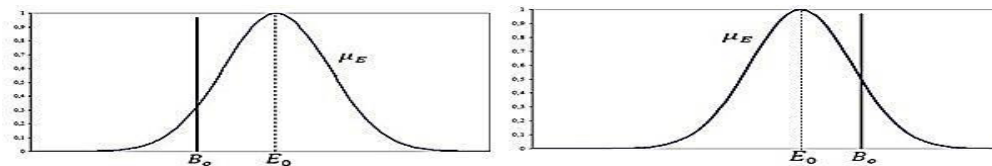


Рис. 1 – Взаимное расположение функций принадлежности μ_E и B_0

Получены формулы для расчета суммарного риска

$$R = \frac{1}{d_E} \left[\sqrt{\pi} (B_0 - E_0) \cdot \beta_0 \cdot \operatorname{erf}(z) \left| \frac{\beta_{11}}{\beta_0} + \frac{1}{2} (\alpha_{11} - \alpha_0) (2\lambda_{E_1} + \lambda_{B_2} - \lambda_{B_1}) \right. \right], \text{ если } B_0 \leq E_0; \quad (2)$$

$$R = 1 - \alpha_{22} + \frac{1}{d_E} \left[\sqrt{\pi} (B_0 - E_0) \cdot \beta_0 \cdot \operatorname{erf}(z) \left| \frac{\beta_{22}}{\beta_0} + \frac{1}{2} (\alpha_{22} - \alpha_0) (2\lambda_{E_1} + \lambda_{B_2} - \lambda_{B_1}) \right. \right], \text{ если } B_0 > E_0, \quad (3)$$

Где $erf(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-u^2} du = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k z^{2k+1}}{(2k+1)k!}$ - функция ошибок; $d_E = \lambda_{E1} + \lambda_{E2}$;
 $\alpha_{11} = \alpha_0 \left(\frac{E_0 - B_0}{\lambda_{B1} - \lambda_{E1}} \right)^2$; $\alpha_{22} = \alpha_0 \left(\frac{E_0 - B_0}{\lambda_{E2} - \lambda_{B2}} \right)^2$ - уровни принадлежности в точках пересечения μ_E и B_0 ; $\beta_0 = \sqrt{|\ln \alpha_0|}$; $\beta_{11} = \sqrt{|\ln \alpha_{11}|}$; $\beta_{22} = \sqrt{|\ln \alpha_{22}|}$.

В качестве исследуемого параметра выберем индекс рентабельности инвестиций:

$$PI = \frac{1}{I} \sum_{k=1}^T \frac{CF_k}{(1+r_k)^k}, \quad (4)$$

где T – срок внедрения и реализации инновационного проекта;

I – размер стартовых инвестиций;

CF_k – планируемый чистый денежный поток за k -ый период;

r_k – ставка дисконтирования.

Инвестиционный проект признается эффективным, если индекс рентабельность инвестиций PI превышает предельный уровень $B=1,0$. Примем $E_0=PI_0=1,3$; $\lambda_{E1}=0,7$; $\lambda_{E2}=0,9$, $\alpha_0=0,01$. В результате расчетов по формуле (2) получим ожидаемый инвестиционный риск $R = 4,7\%$. При изменении граничного условия $B_0=1,4 > E_0$, согласно (3), имеем $R = 64\%$.

Использование полученных зависимостей риска от параметров, характеризующих инновационный проект, позволяет потенциальным инвесторам и разработчикам анализировать возможные сценарии и принимать обоснованные управленческие решения о целесообразности внедрения и реализации проекта.

Список використаних джерел

1. Федоренко І.А. Прогнозування інноваційних ризиків з використанням нечітких множин [Текст] / І.А. Федоренко, А.С. Мордовцев, В.О. Мясников // Проблеми економіки. – 2017. – № 1. – С. 420-429.

2. Андренко Е.А. Прогнозирование инвестиционных рисков в условиях неопределенности [Текст] / Е.А. Андренко, А.С. Мордовцев, С.М. Мордовцев // Бизнес Информ. – 2017. – № 4. – С. 113-118.