УДК 622: 681.3: 658.5.012+651

ОЦЕНКА РИСКА ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ ЧИСЕЛ

А. Забардаст, докторант кафедры «Экономическая информатика»
Б.А.Р. Далалиан, докторант кафедры «Экономическая информатика»
Бакинский Государственный Университет, Баку (Азербайджан)

Ключевые слова: риск; инвестиции; инвестиционный проект; нечеткие числа.

Аннотация: В статье рассматриваются проблемы оценки риска инвестиционного проекта на основе нечетких чисел с точки зрения планирования и управления. Особое внимание уделяется текущему потоку (текущим расходам) и входящему потоку (прибыли). Рассматривается случай, когда параметры инвестиционного проекта заданы как нечёткие треугольные числа.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что каждый инвестиционный проект предполагает планирование и управление в основном трёх денежных потоков:

а) инвестиционный поток;

б) текущий поток (текущие расходы);

в) входящий поток (прибыли).

Если относительно начальных инвестиций инвестор располагает довольно точной информацией, то этого нельзя сказать относительно других потоков. Эти потоки связаны со многими неопределенностями, относительно будущего состояния рынка, экономики в целом и т.д. Во многих случаях эти неопределённости оказываются неустранимыми и влекут за собой такие же неустранимые риски принятого решения. Поэтому борьба с риском и управление им является основной задачей инвестора, как на стадии разработки, так и на стадии реализации проекта.

С другой стороны, борьба и управление риском проходит через его количественную оценку. Успешное управление риском зависит от того, в какой степени количественная оценка риска оказывается адекватной реальной жизни.

В финансовом анализе существуют в основном три направления для оценки риска:

а) вероятностно-статистические методы;

б) минимально-максимальные методы;

в) нечётко-множественные методы.

Не обсуждая преимущества и недостатки этих подходов (см. для этого [1]) отметим, что мы будем рассматривать случай, когда параметры инвестиционного проекта заданы как нечёткие треугольные числа.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Предположим, что для некоторого показателя инвестиционного проекта N (например, *NPV*) при условии, что $N<G$, проект считается неэффективным.

Предположим, что множества возможных значений показателя N и критерия G заданы как треугольные нечёткие числа.

$\tilde{N}=(N_{\min},N_0,N_{\max})$, $\tilde{G}=(G_{\min},G_0,G_{\max})$. Требуется, используя заданные параметры нечётких чисел $\tilde{N},\tilde{G}$, оценить риск заданного проекта.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Функция принадлежностей заданных треугольных чисел имеют вид:

$$\mu_N(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{N_0-N_{\min}}x+\dfrac{N_{\min}}{N_{\min}-N_0}, & \textit{при } N_{\min}<x\le N_0\\ \dfrac{1}{N_0-N_{\max}}x+\dfrac{N_{\max}}{N_{\max}-N_0}, & \textit{при } N_0<x<N_{\max}\\ 0, & \textit{при остальных значениях } x\end{cases}$$

$$\mu_G(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{G_0-G_{\min}}x+\dfrac{G_{\min}}{G_{\min}-G_0}, & \textit{при } G_{\min}<x\le G_0\\ \dfrac{1}{G_0-G_{\max}}x+\dfrac{G_{\max}}{G_{\max}-G_0}, & \textit{при } G_0<x<G_{\max}\\ 0, & \textit{при остальных значениях } x\end{cases}$$

соответственно. Если начертить графики функций на одной координатной плоскости, то, в зависимости от значений , возможны различные расположения этих графиков относительно друг друга. Общая схема рассуждений, используемых в данной работе, не зависит от расположения треугольных чисел и , и поэтому мы будем рассматривать один из вариантов, показанный на рис.1, более подробно.

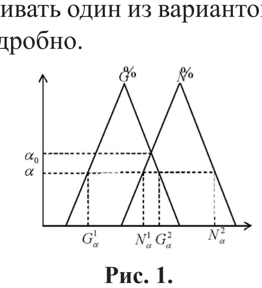

Рис. 1.

ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА РИСКА

Следуя [2], рассмотрим - уровневые множества нечётких чисел $\tilde{G}$ и $\tilde{N}$. Будем считать, что условие $N<G$ в α- уровневых множествах порождает риск неэффективности реализации инвестиционного проекта.

При $\alpha \geq \alpha_0$ (см. рис.1) соответствующие α- уровневые интервалы не пересекаются и, следовательно, рисковая зона отсутствует, а при $\alpha < \alpha_0$ опасность того, что значения N, входящие в пересечение интервалов $[G_\alpha^1, G_\alpha^2]$ и $[N_\alpha^1, N_\alpha^2]$, могут быть меньше, чем значения G, то есть интервал $[N_\alpha^1, N_\alpha^2]$ является рискованной зоной.

Перенося для выбранного α соответствующие интервалы на (G, N)- плоскость, получаем следующую картину (рис.2):

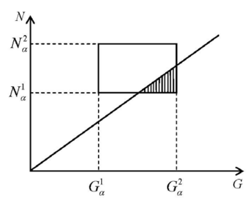

Рис. 2.

Здесь заштрихованная часть рисунка показывает зону риска, а весь прямоугольник - область всевозможных реализаций проекта.

Для выбранного α- уровня вероятности попадания точки (G, N) в заштрихованную область есть вероятность неэффективности проекта для этой пары значений параметров.

Обозначим через $P(\alpha)$ эту вероятность. Тогда $P(\alpha)$ определится по формуле:

$$P(\alpha) = \frac{S_1(\alpha)}{S_2(\alpha)}$$

где $S_1(\alpha)$ - площадь заштрихованной области, $S_2(\alpha)$ - площадь прямоугольной области.

После того, как мы определили вероятности для всех $0 \leq \alpha \leq \alpha_0$, можно оценить риск неэффективности реализации инвестиционного проекта с помощью этих вероятностей.

Прежде, чем перейти к оценке риска, отметим некоторые свойства функции $P(\alpha)$.

1. Если выразить площади $S_1(\alpha)$, $S_2(\alpha)$ через α в явном виде, то после элементарных преобразований получим:

$$P(\alpha) = \begin{cases} \dfrac{1}{2M \cdot L} \cdot \left(\dfrac{A\alpha + B}{\alpha - 1} \right)^2, \textit{ при } 0 \leq \alpha \leq \alpha_0 \\ 0, \textit{ в остальных случаях} \end{cases}$$

где $A = (G \,\square\, N) \,\square\, (G_{max} \,\square\, N_{min})$, $B = (G_{max} \,\square\, N_{min})$, $M = (G_{min} \,\square\, G_{max})$, $L = (N_{min} \,\square\, N_{max})$;

2. $0 \leq P(\alpha) \leq 1$;

3. $P(\alpha)$ - убывающая на отрезке $[0, \alpha_0]$ функция;

4. $\max P(\alpha) = P(0) = B^2/(2ML)$; $\min\limits_{0 \leq \alpha \leq \alpha_0} P(\alpha) = P(\alpha_0) = 0$;

5. $$0 \leq \int_0^{\alpha_0} P(\alpha)\, d\alpha \leq 1 .$$

График этой функции показан на рис.3.

Оценка риска может осуществляться на основе различных подходов. Рассмотрим некоторые из них.

Первый подход заключается в том, что в качестве

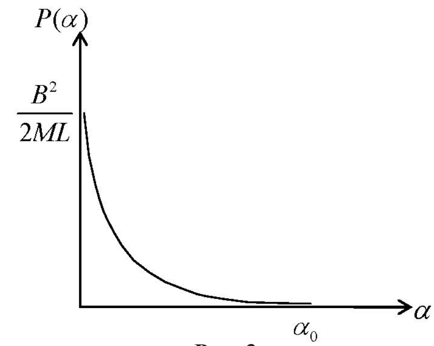

Рис. 3.

оценки риска неэффективности реализации инвестиционного проекта берётся площадь области ограниченной кривой функции $P(\alpha)$ (рис.3) и координатными осями.

$$Risk = \int_0^{\alpha_0} P(\alpha)\, d\alpha \quad (1)$$

Такой подход достаточно обстоятельно рассмотрен в [2] и мы не будем приводить его здесь.

Во втором подходе, предлагаемом нами [3], в качестве оценки риска, соответствующего α-уровню, берётся значение вероятности $P(\alpha)$. Таким образом, для каждого α имеется свой риск. Однако риск для отдельного α не может характеризовать весь проект в целом, так как $P(\alpha)$ носит в некотором смысле локальный характер. Поэтому здесь уместно ввести величину максимального риска, то есть в качестве оценки риска всего проекта предлагается взять максимальное значение вероятности $P(\alpha)$:

$$R_{\max} = \max_{0 \leq \alpha \leq 1} P(\alpha) = \frac{B^2}{2ML} \quad (2)$$

Отметим некоторые преимущества формулы (2) над формулой (1).

1) Максимальный риск не зависит от значений α. Он только зависит от значений G_{min}, G_{max}, N_{min}, N_{max}. Это значит, что при определении рисковой зоны (рис.2) нужно взять $G^1_\alpha = G_{min}$, $G^2_\alpha = G_{max}$, $N^1_\alpha = N_{min}$, $N^2_\alpha = N_{max}$.

2) Сравнение формул (1) и (2) показывает, что оценка по формуле (2) оказывается искусственно завышенной, по сравнению с формулой (1). Другими словами, значение риска, вычисленное по формуле (2) больше, чем его реальное значение.

3) Оценка риска по формуле (2) даёт возможность оценить риск в случае необходимости лингвистически. Такая оценка может производиться с помощью различных шкал и уровней. При этом используются только величины G_{min}, G_{max}, N_{min}, N_{max}.

Например, в рассмотренном нами простом случае, если $N_{min} \leq G_{min}$ максимальный риск может быть оценен сверху:

$$R_{\max} = \frac{B^2}{2ML} = \frac{(G_{\max} - N_{\min})^2}{2(N_{\min} - N_{\max})(G_{\min} - G_{\max})} = \frac{(G_{\max} - N_{\min})^2}{2(N_{\max} - N_{\min})(G_{\max} - G_{\min})} \leq$$

$$\leq \frac{(G_{\max} - N_{\min})^2}{2(N_{\max} - N_{\min})(G_{\max} - N_{\min})} = \frac{G_{\max} - N_{\min}}{2(N_{\max} - N_{\min})}$$

здесь мы воспользовались тем, что $G_{max} \,\square\, G_{min} \geq G_{max} \,\square\, N_{min}$.

Соотношение (3) может быть использовано для классификации риска. К примеру, если

$G_{max} \square N_{min} \leq N_{max} \square N_{min}$, то $R_{max} \leq 1/2$, что означает риск, находится между 0% и 50%.

Лингвистическая оценка риска оказывается полезной, когда рассматриваемая задача является составной частью задач более высокого уровня, которые исследуются лингвистическими методами.

Заметим, что оценка риска по формуле (1) создают определенные трудности в оценке риска в зависимости от соотношений между параметрами нечётких чисел $\tilde{N}, \tilde{G}$. В этом случае, чтобы классифицировать риск, может быть использованы только значения R из формулы (1).

На рисунках 4-10 показаны различные расположения треугольных чисел $\tilde{G}$ и $\tilde{N}$, а также значения соответствующих рисунков, как результаты компьютерной программы (Matlab)

risk-zebardast

Criterion name: NPV – ZEBARDAST

The AlphaZero(0<alpz<1): 0

The shape of the membership funtion: 1)Triangular 2) Gaussian 1

C-min: 6 C-max: 10 C-mid: 8 N-min: 1 N-max: 5 N-mid: 3

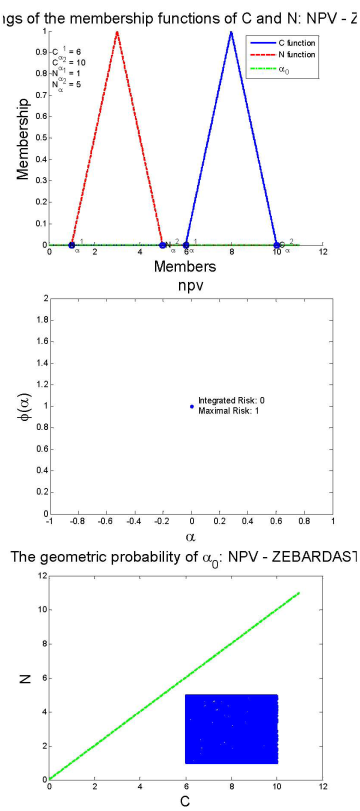

Рис. 4.

AlphaZero(0<alpz<1): .0

The shape of the membership funtion:

Triangular

C-min: 2

C-max: 8

C-mid: 6

N-min: 1

N-max: 7

N-mid: 5

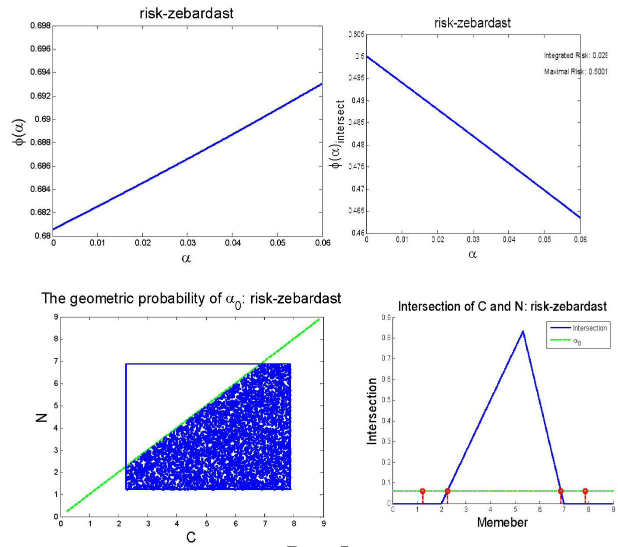

Рис. 5.

criterion name: npv zebardast

AlphaZero(0<alpz<1): 0.45

The shape of the membership funtion:Triangular

C-min: 20

C-max: 30

C-mid: 25

N-min: 40

N-max: 50

N-mid: 45

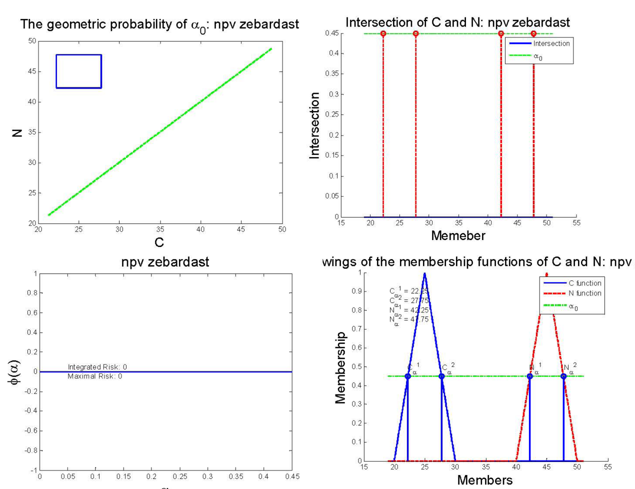

Рис. 6.

The AlphaZero(0<alpz<1): 0

The shape of the membership funtion:

1)Triangular

2)Gaussian

1

Enter the C-min: 1

Enter the C-max: 5

Enter the C-mid: 3

Enter the N-min: 3

Enter the N-max: 7

Enter the N-mid: 5

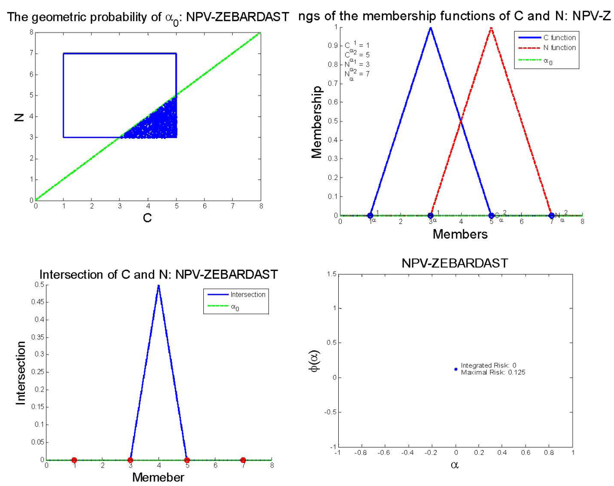

Рис. 7.

Criterion name: npv-zebardast
The AlphaZero(0<alpz<1): 0
The shape of the membership funtion:
1)Triangular
2)Gaussian
1
Enter the C-min: 1
Enter the C-max: 7
Enter the C-mid: 4
Enter the N-min: 2
Enter the N-max: 6
Enter the N-mid: 4

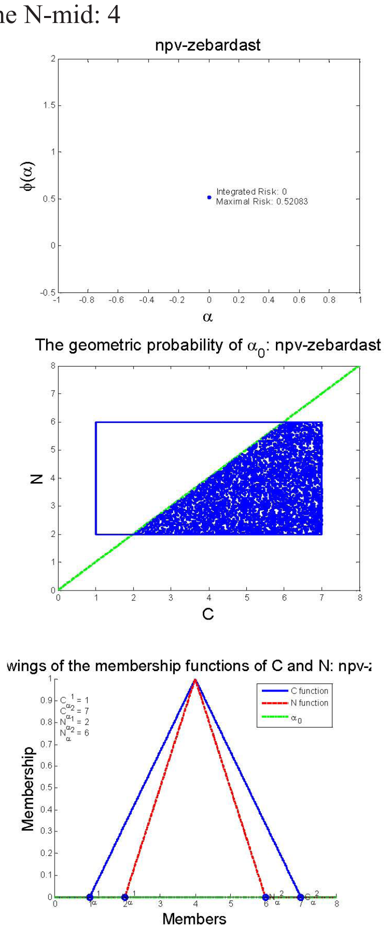

Рис. 8.

AlphaZero(0<alpz<1): 0
The shape of the membership funtion:
Triangular
C-min: 20
C-max: 40
C-mid: 30
N-min: 10
N-max: 50
N-mid: 35

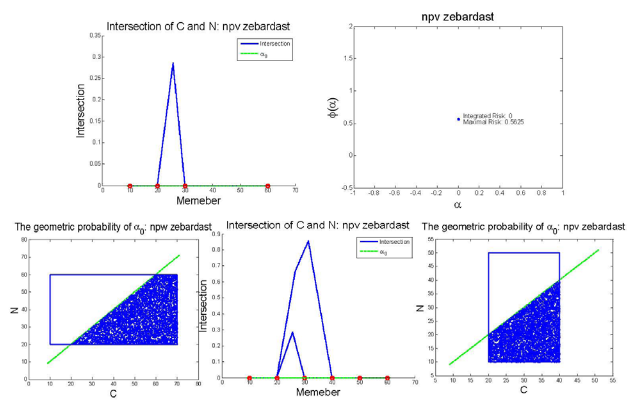

Рис. 9.

Criterion name: NPV-ZEBARDAST
The AlphaZero(0<alpz<1): 0
The shape of the membership funtion:
1)Triangular
2)Gaussian
1
Enter the C-min: 3
Enter the C-max: 7
Enter the C-mid: 5
Enter the N-min: 1
Enter the N-max: 5
Enter the N-mid: 3

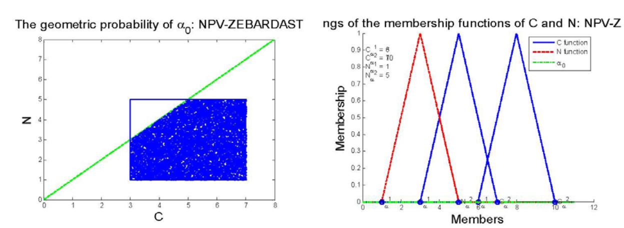

Рис. 10.

ИЗМЕРЕНИЕ РИСКА НА ОСНОВЕ СРАВНЕНИЯ НЕЧЕТКИХ ЧИСЕЛ

Другой подход к оценке риска на наш взгляд, может быть осуществлен на основе сравнения нечетких чисел, где в качестве измерителя риска будет выступать степень «превосходства» числа $\widetilde{G} = (G_{min}, G_0, G_{max})$ над нечетким числом $\widetilde{N} = (N_{min}, N_0, N_{max})$.

Известны много различных методов нечеткого сравнения и упорядочивания нечетких чисел [4, 5, 6], причем применение этих методов приводит к разным оценкам риска.

Рассмотрим вкратце один из них, для чего определим степен «превосходства» $v(\widetilde{G} \geq \widetilde{N})$ нечеткого числа $\widetilde{G}$ над нечетким числом $\widetilde{N}$ следующим образом:

$$v(\widetilde{G} \geq \widetilde{N}) = max\{min[\mu_G(x)\ \mu_N(y)] / x \geq y, x \in \widetilde{G},\ y \in \widetilde{N}\}$$

Тогда определенное аналогичным образом число $v(\widetilde{N} \geq \widetilde{G})$ будет означать степень «превосходства» нечеткого числа $\widetilde{N}$ над числом $\widetilde{G}$. Очевидно,

$$0 \leq v(\widetilde{G} \geq \widetilde{N})\ \ v(\widetilde{N} \geq \widetilde{G}) \leq 1$$

Теперь определим степень риска неэффективности проекта по критерию G по формуле:

$$Risk = \begin{cases} v(\widetilde{G} \geq \widetilde{N}) \ \ при\ G_0 \leq N_0 \\ 1 - v(\widetilde{N} \geq \widetilde{G}) при\ \ G_0 > N_0 \end{cases}$$

Заметим, что, как видно из определения степеней «превосходства» $v(\widetilde{G} \geq \widetilde{N})$ и $v(\widetilde{N} \geq \widetilde{G})$, эти величины порождаются «слабым» отношением предпочтения. Аналогичным образом мы можем оценить риск с помощью строгого отношения предпочтения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Недосекин А.О. Финансовый менеджмент в условиях неопределенности: Вероятности или нечёткие множества? // http://www.vmgroup.ru/publications
2. Недосекин А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечётко-множественных описаний. Санкт-Петербург. 2003, 323 с.
3. Mamedov K.S. and Ali Zebardast. Risk assessment of investments with fuzzy efficiency Conf. Competency building strategies in business & technology. Pabl Masilamani pathippagam, India, 2011
4. J.J. Buskley, ’’A Fuzzy ranking of Fuzzy Numbers’’, Fuzzy Sets and systems, 33 (1989), 119-121.
5. Q. Zhu and E,S,Lee, “Comparison and ranking of Fuzzy numbers” in Fuzzy Regression analysis, eds. J. Kacprzyk and M.Fedrizzi (Omnitech press, Warsaw, Poland, 1992), pp.21-44.
6. E.Eslami and J. Buskley, “Fuzzy ordering of Fuzzy Numbers’’ World Scientific publishing company vol. 12,no.1(2004) 105-114

ESTIMATION OF RISK OF THE INVESTMENT PROJECT ON THE BASIS OF INDISTINCT NUMBERS

A. Zabardast, doctoral candidate of the chair «Economic computer science»
B.A.R. Dalalian, doctoral candidate of the chair «Economic computer science»
Baku State University, Baku (Azerbaijan)

Keywords: risk; investments; the investment project; indistinct numbers.

Annotation: In article problems of an estimation of risk of the investment project on the basis of indistinct numbers from the point of view of planning and management are considered. The special attention is given to a current stream (operational expenditure) and an entering stream (profit). The case when parameters of the investment project are set as indistinct triangular numbers is considered.