

## НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ ПОДХОД В ИНВЕСТИРОВАНИИ

Д. Ю. Буданчикова

*budanchikova.04@mail.ru;*

*Научный руководитель – И. В. Большакова, старший преподаватель*

В статье рассматривается подход для определения риска эффективности инвестиций, основанный на теории нечетких множеств. Описывается сущность данной теории, сам процесс инвестирования и на основе изученных данных формируется и решается задача, необходимая для принятия решений инвестором.

**Ключевые слова:** нечеткие множества в инвестировании; треугольные нечеткие числа; инвестиционный проект; риск эффективности инвестирования.

Инвестиции являются двигателем экономического роста, средством функционирования и существования предприятий в условиях конкуренции. По своей природе, инвестирование связано с неопределенностью и риском. Риск – это вероятность потери денег, а неопределенность означает неизвестность будущих событий и их последствий. Теория нечетких множеств помогает решить задачу инвестирования как с учетом неопределенности, так и риска.

Теория нечетких множеств – новый этап в становлении нечеткой логики. Нечеткое множество – совокупность упорядоченных пар, в записи которых присутствует какая-либо переменная (элемент множества) и число из интервала  $[0; 1]$  (характеристическая функция, указывающая на степень принадлежности элемента заданному множеству) [1, с. 11].

Нечеткое число – это нечеткое подмножество универсального множества действительных чисел, имеющее нормальную и выпуклую функцию принадлежности. Среди всех нечетких чисел наиболее распространенными являются треугольные нечеткие числа. Они позволяют достаточно точно формализовать большое количество ситуаций, в которых прогнозируются значения определенных величин. Подробнее о нечетких числах и их применении смотри работы [2, 3].

Для анализа риска инвестирования выбрано кафе-кондитерская «Мо», являющееся на данный момент единственным в Республике Беларусь, но нуждающееся в инвестициях для популяризации данной сети заведения. Источником инвестиций могут выступать финансовые средства, принадлежащие непосредственно владельцам, а также различный заемный капитал.

Определить степень риска инвестиций изначально является достаточно трудной задачей, которая часто определяется уже постфактум.

Чтобы лучше понять сущность и область применения теории нечетких множеств, для установления уровня риска инвестиций воспользуемся методом нечетко-множественной оценки инвестиционного проекта.

В инвестиционном анализе чаще всего используется один из самых распространённых показателей оценки эффективности инвестиций – формула чистой современной ценности инвестиций [4, с. 69]:

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_i}{(1+r_i)^i} + \frac{C}{(1+r_{N+1})^{N+1}}, \quad (1)$$

где

$I$  – начальный объем инвестиций;

$N$  – количество плановых периодов инвестиционного процесса, соответствующих сроку существования проекта;

$V_i$  – оборотное сальдо поступлений и платежей в  $i$ -ом периоде;

$r_i$  – ставка дисконтирования, выбранная для  $i$ -го периода с учетом оценок ожидаемой стоимости используемого в проекте капитала (например, ожидаемая ставка по долгосрочным кредитам);

$C$  – ликвидационная стоимость чистых активов, сложившаяся в ходе инвестиционного процесса.

Инвестиционный проект признается эффективным, когда  $NPV$  больше определенного проектного уровня  $G$ . Поскольку важным является факт признания проекта эффективным, то  $G$  чаще всего приравнивается к нулю.

Пусть начальный объем инвестиций  $I$  составляет 0,08 млн. рублей. Поскольку выбранное кафе-кондитерская является уже достаточно известным и излюбленным у посетителей, а его интерьер и представленные в меню позиции относятся к классу чуть выше среднего, то такая сумма в целом покрывает начальные расходы. Срок существования проекта  $N$  равен 3 годам, поскольку это время является достаточно оптимальным, чтобы выйти на рынок и стать прибыльным. Ставка дисконтирования  $r_i$  не является фиксированной и потому может колебаться в пределах от 10 % до 20 % годовых. Поскольку инвестор может только прогнозировать изменения денежных результатов реализации проекта с учетом возможных колебаний цен на реализуемую продукцию, стоимости потребляемых ресурсов, условий налогообложения и влияния других факторов, то чистый платежный поток  $V_i$  планируется в диапазоне от 0 до 1 млн. рублей. Ликвидационная стоимость чистых активов  $C$  нулевая, а критерием эффективности является неотрицательное значение  $NPV$ .

Таким образом, задается следующий набор нечетких чисел для анализа эффективности проекта:  $I=(0,08; 0,08; 0,08)$ ;  $r_i=(0,1; 0,15; 0,2)$ ;  $N=3$ ;  $V_i=(0; 0,5; 1)$ ;  $C=(0; 0; 0)$  и  $G=(0; 0; 0)$ .

Чтобы преобразовать формулу (1) для работы с нечеткими исходными данными, воспользуемся сегментным способом [5, с.72]:

$$\begin{aligned}
 & [NPV_1, NPV_2] = \\
 & = (-)[I_1, I_2], (+) \sum_{i=1}^N \left[ \frac{\Delta V_i}{(1+r_{i2})^i}, \frac{\Delta V_i}{(1+r_{i1})^i} \right] (+) \left[ \frac{C}{(1+r_{N+1,2})^{N+1}}, \frac{C}{(1+r_{N+1,1})^{N+1}} \right] = \\
 & \left[ -I_2 + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_i}{(1+r_{i2})^i} + \frac{C}{(1+r_{N+1,2})^{N+1}} - I_1 \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_i}{(1+r_{i1})^i} + \frac{C}{(1+r_{N+1,1})^{N+1}} \right].
 \end{aligned}$$

Риски инвестирования могут считаться сложными понятиями, ввиду их разнообразия и неопределенности будущего. По этой же причине их довольно сложно классифицировать. Что касается кафе-кондитерской «Мо», то по классификации Недосекина [5, с. 11] инвестиции могут быть сразу и производственными, и дефолтными, и даже новостными. Для инвестора большую ценность представляет не сам вид риска, а его характеристики, которые нам и предстоит найти.

С помощью формулы чистой современной ценности инвестиций можем найти верхнюю границу зоны риска – уровень  $a_1$ : если выбранный изначально уровень принадлежности  $a > a_1$ , то уверенность в том, что проект эффективен, стопроцентная.

В работе Недосекина [5, с.74] выделяется V&M-показатель оценки риска инвестиций, от названия которого и произошел V&M-метод, широко используемый в автоматизированном инвестиционном анализе.

$$V \& M = \frac{G - NPV_{min}}{NPV_{max} - NPV_{min}} \times \left( 1 + \frac{1 - a_1}{a_1} \times \ln(1 - a_1) \right),$$

где

$$a_1 = \frac{G - NPV_{min}}{NPV - NPV_{min}}.$$

Зададим уровень принадлежности  $a = [0; 0,5]$  с шагом 0,25. Подставим заданные по условию значения в формулу (1). В результате получены три числа, которые формируют интервал возможных конечных значений чистой современной ценности инвестиций, равный  $[-0,082; 407]$ :

$$NPV_{min} = -0,08 + \frac{0}{(1+0,2)^1} + \frac{0}{(1+0,2)^2} + \frac{0}{(1+0,2)^3} = -0,08;$$

$$\overline{NPV} = -0,08 + \frac{0,5}{(1+0,15)^1} + \frac{0,5}{(1+0,15)^2} + \frac{0,5}{(1+0,15)^3} = 1,062;$$

$$NPV_{max} = -0,08 + \frac{1}{(1+0,1)^1} + \frac{1}{(1+0,1)^2} + \frac{1}{(1+0,1)^3} = 2,407.$$

Три полученных числа формируют треугольное число для рассматриваемого проекта  $NPV=(-0,08; 1,062; 2,407)$ . Поскольку среднее значение положительно, то это позволяет сделать вывод, что проект финансово реализуем.

Учитывая и используя интервальные оценки и методы, теория нечетких множеств позволяет сочетать различные факторы неопределенности, что при расчетах отражается в различных уровнях принадлежности. Получив конечные данные, можно сделать выводы не только о возможности успешной реализации проекта, но и о степени риска

$$a_1 = \frac{0 + 0,08}{1,062 + 0,08} = 0,07;$$

$$V \& M = \frac{0 + 0,08}{2,407 + 0,08} \times \left( 1 + \frac{1 - 0,07}{0,07} \times \ln(1 - 0,07) \right) = 0,0012.$$

Любой из заданных в интервале уровней принадлежности  $a$  больше рассчитанной границы риска  $a_1$ , что позволяет сделать вывод о стопроцентной эффективности проекта.

В результате можно заключить, что риск данного инвестиционного проекта достаточно низкий, то есть выделенное количество инвестиций, заданный период времени, а также другие грамотно рассчитанные коэф-

фициенты являются достаточными для открытия второго кондитерской «Мо».

Неопределенность нечетко-множественного подхода и достаточно рискованный процесс инвестирования являются дополняющими друг друга экономико-математическими элементами, позволяя в одном случае более точно описать возникшие при расчетах нюансы, а в другом – вывести рекомендуемый инвестору результат.

### Библиографические ссылки

1. *Кофман А., Алуха Х. Х.* Введение в теорию нечетких множеств: Пер. с франц. – М.: Радио и связь, 1982. 432 с.
2. *Большакова И. В.* Нечеткие доходности в портфельной теории (метод треугольных нечетких чисел) // Журнал Белорусского государственного университета. Экономика. 2021. № 2. С. 50–59.
3. *Буданчикова Д. Ю.* Нечетко-множественный подход в управлении предприятием на примере СООО «Коммунарка» // Сборник работ 79-й научной конференции студентов и аспирантов Белорусского государственного университета. В 3 ч. Ч. 3 / БГУ, редкол.: В. Г. Сафонов (гл. ред.) – Минск: БГУ, 2023. С. 591–595.
4. *Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С. А.* Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика: Учеб.-практ. пособие. М.: Дело, 2001. 1300 с.
5. *Недосекин А. О.* Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами // Аудит и финансовый анализ. 2000. №2.