

Мячин В.Г.

НЕЧЁТКО-ЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РИСКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ГВУЗ “Украинский государственный химико-технологический университет”, г. Днепропетровск

Предложен общий алгоритм нечётко-логического подхода к оценке рисков при разработке стратегии инновационного развития предприятий. Показано, что традиционные методы оценки рисков не позволяют учесть многообразие факторов, которые влияют на деятельность промышленных предприятий. В последнее время, в основном, за рубежом получил распространение метод нечёткой логики, позволяющий принимать более адекватные управленческие решения в условиях неопределённости и риска. С целью более точной оценки рисков предложено использовать классическую матрицу рисков в сочетании с аппаратом нечёткой логики. Проанализированы преимущества и недостатки различных типов функций принадлежности, обоснован выбор треугольных и трапециевидных функций принадлежности. На основании модели Мамдани был выполнен нечёткий взвод для оценки уровня риска с помощью множества из 25 правил, построенных с учётом матрицы рисков. С помощью модуля Serface Viewer подсистемы Fuzzy Logic Toolbox пакета программ MATLAB осуществлена визуализация уровня риска в зависимости от вероятности возникновения риска и степени его воздействия.

Ключевые слова: факторы риска; стратегия инновационного развития; нечёткая логика; методы оценки риска; модель нечёткого вывода; матрица рисков.

Как и любая экономическая деятельность, инновационная деятельность сопряжена с определённым уровнем риска. Под риском инновационной деятельности понимается вероятность дополнительных расходов или вероятность недополучения прибыли при реализации инновационных проектов. Недооценка уровня риска является одним из факторов, сдерживающих развитие инновационного проектирования.

По мнению З.И. Абдулаевой и А.О. Недосекина, инновационный потенциал — это описание возможностей организации по достижению своих стратегических целей с использованием инновационных проектов [1]. Поэтому при разработке и реализации стратегии инновационного развития предприятия, планировании его инновационной активности и инновационного потенциала количественная оценка рисков является весьма актуальной.

Э.Р. Юсупова среди методов оценки рисков при разработке стратегии инновационного развития выделяет метод корректировки ставки дисконта на величину ставки премии за риск, метод точки безубыточности, метод сценариев,

метод анализа чувствительности, метод имитационного моделирования (метод Монте-Карло) и метод интервальной неопределённости [2].

Среди основных методов оценки риска Г.М. Азаренкова выделяет статистический, метод анализа целесообразности затрат, метод аналогов, аналитический и метод экспертных оценок [3].

К сожалению, большинство отечественных авторов и авторов из ближнего зарубежья не уделяют должного внимания современным и перспективным методам оценки рисков. Исключением из этой тенденции являются работы А.О. Недосекина и некоторых других исследователей. А.О. Недосекин в работе [1] указал на присутствие нечётко-множественной парадигмы при оценке рисков инновационной деятельности предприятий.

Риск-менеджменту в ведущих зарубежных экономиках уделяется значительное внимание. За последние 15 лет были приняты стандарты в области риск-менеджмента, а именно: ISO1006 (2003), AS/NZS 4360 (2004), ISO31000 (2009), ISO21500 (2012) и PMBOK (2012) [4]. Последний стандарт включает такие разделы как планирование риск-менеджмента, идентификация рис-

ков, качественный и количественный анализ рисков, управление рисками.

Метод нечёткой логики в настоящее время имеет триумфальное развитие в мировой экономической науке. Этому методу анализа уделяется значительное внимание и в области риск-менеджмента.

Т.А. Халев (Ghaleb T. A.) и др. в 2014 году [5] провели систематизацию методов оценки риска, согласно которой все существующие методы оценки рисков можно разбить на следующие категории по частоте их использования:

1) методы, базирующиеся на использовании нечёткой логики и искусственных нейронных сетей (ИНС);

(2) классические методы;

3) гибридные модели.

Целью работы является разработка алгоритма нечётко-множественного подхода при разработке стратегии инновационного развития промышленных предприятий.

Механизм нечеткого логического вывода в общем виде включает четыре этапа [6,7]:

1) фаззификация (введение нечёткости);

2) нечёткий вывод;

3) композиция;

4) дефаззификация (приведение к чёткости).

Интерпретация нечёткой модели предполагает выбор и спецификацию входных и выходных переменных соответствующей системы нечёткого вывода. Оценка уровня риска при разработке стратегии инновационного развития промышленных предприятий проводится с помощью FIS-структуры нечёткого вывода (Fuzzy Interference System), которая является базовым понятием модуля Fuzzy Logic Toolbox пакета программ MATLAB.

Важным этапом в построении функций принадлежности является выбор типа функции принадлежности. Одной из первых известных нам работ, где проводится обоснование типа функций принадлежности, является работа А. Недосекина (2003 г.). По его мнению, в качестве семьи функций принадлежности может выступать стандартный пятиуровневый 01-классификатор, где функции принадлежности – трапециевидные или треугольные числа. Использование гладких функций принадлежности колоколоподобного типа автор указанной работы считает нецелесообразным в связи с усложнением их построения [1].

На данном этапе исследований был сделан выбор в пользу треугольных трапециевидных функций принадлежности. Выбор данного типа обусловлен большим количеством их преимуществ по сравнению с ограниченным количеством их недостатков. Их преимущества заклю-

чаются в том, что:

1) для их построения нужен небольшой объем данных;

2) в рамках модели является возможность построения отображения «вход→выход» в виде гиперповерхности, состоящий из линейных участков;

3) простота модификации модальных значений на основании измеренных значений входных и выходных величин системы.

Недостатками трапециевидных и треугольных функций принадлежности считается то, что они не являются непрерывно дифференцируемыми. В то же время, результаты исследований А. Пегата [8] позволяют утверждать, что модели с функциями принадлежности планируемого вида имеют широкие адаптивные свойства.

Трапециевидное нечёткое число A , или, более коротко, трапециевидное число (рис. 1) на множестве действительных чисел R определяется следующим образом:

$$A = \mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x - a_1}{b_1 - a_1} & \text{для } a_1 \leq x < b_1 \\ 1 & \text{для } b_1 \leq x < b_2 \\ \frac{x - a_2}{b_2 - a_2} & \text{для } b_2 \leq x < a_2 \\ 0 & \text{для остальных } R. \end{cases} \quad (1)$$

С помощью четырёх чисел a_1, a_2, b_1, b_2 можно построить трапециевидное нечёткое число (1). Оно может быть обозначено как:

$$A = (a_1, a_2, b_1, b_2). \quad (2)$$

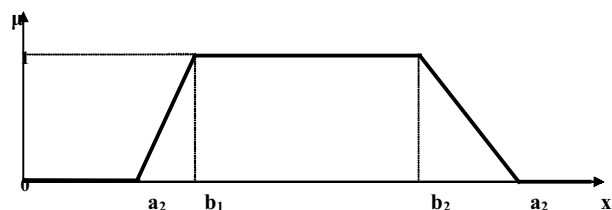


Рис. 1. Трапециевидное нечёткое число

Если $a_1 = a_2 = a_M$, трапециевидное число превращается в треугольное число, которое может быть обозначено как (a_1, a_M, a_M, a_2) . Отсюда следует, что треугольное число (a_1, a_M, a_2) может быть записано в форме трапециевидного числа, то есть $(a_1, a_M, a_2) = (a_1, a_M, a_M, a_2)$.

Уровень экономического риска в предлагаемой модели рассматривается нами как совокупность таких входных переменных, как веро-

ятность возникновения риска (ВР) и степень воздействия риска на исследуемый объект (СР). Показатели ВР и СР оцениваем по 5-балльной шкале, уровень риска оцениваем по 4-балльной шкале.

Для расчёта введём следующие переменные:

x_1 – первая входная переменная “вероятность возникновения риска”. Её терм-множество, то есть множество значений, обозначим как T_1 = (“очень низкая (ОН)”, “низкая (Н)”, “средняя (С)”, “высокая (В)”, “очень высокая (ОВ)”), или в символьном виде $T_1=(X_{1,1}, X_{1,2}, X_{1,3}, X_{1,4}, X_{1,5})$ с функциями принадлежности термов, представленными на рис. 2; x_2 – вторая входная переменная “степень воздействия риска”. Её терм-множество, то есть множество значений,

обозначим как T_2 = (“незначительная (НЗ)”, “низкая (Н)”, “умеренная (У)”, “высокая (В)”, “катастрофическая (К)”), или в символьном виде $T_2=(X_{2,1}, X_{2,2}, X_{2,3}, X_{2,4}, X_{2,5})$ с функциями принадлежности термов, представленными на рис. 3; y – выходная переменная “уровень риска”. В качестве терм-множества выходной переменной будем использовать множество T_3 = (“низкий (Н)”, “средний (С)”, “выше среднего (ВС)”, “высокий (В)”), или в символьном виде $T_3=(Y_1, Y_2, X_3, Y_4)$ с функциями принадлежности термов, представленными на рис. 4.

Следующим этапом построения нечёткой модели является построение базы из 25 логических правил, которые представлены в таблице в виде матрицы рисков.

Матрица рисков

		Вероятность возникновения риска					Уровень риска: Н – низкий; С – средний; ВС – выше среднего; В – высокий	
		ОН	Н	С	В	ОВ		
Степень воздействия риска	К	ВС	ВС	ВС	В	В	Вероятность возникновения риска: ОН – очень низкая; Н – низкая; С – средняя; В – высокая; ОВ – очень высокая	
	В	С	С	ВС	ВС	В		
	У	С	С	С	ВС	ВС		
	Н	Н	Н	Н	С	ВС		
		НЗ	Н	Н	Н	С	ВС	Степень воздействия риска: НЗ – незначительная; Н – низкая; У – умеренная; В – высокая; К – катастрофическая

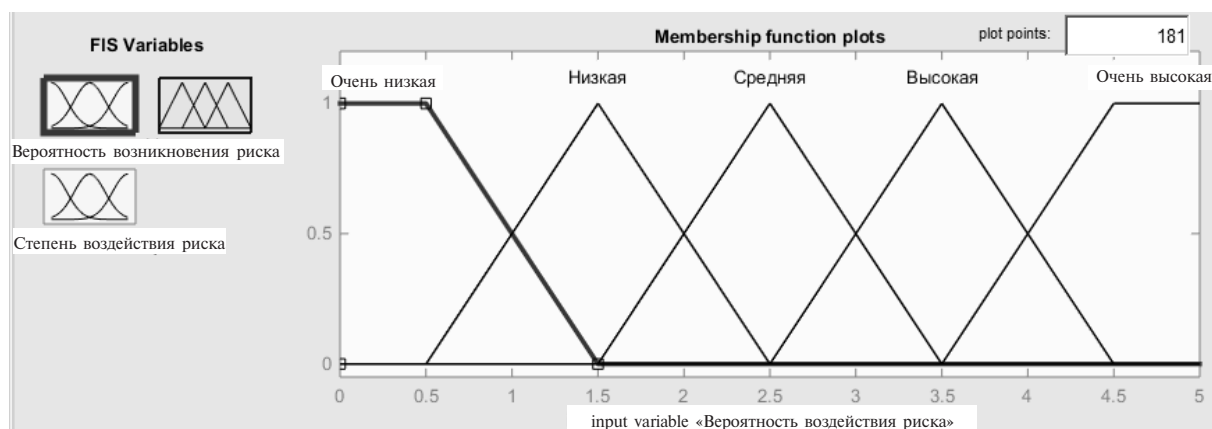


Рис. 2. График функции принадлежности для входной лингвистической переменной “вероятность возникновения риска”

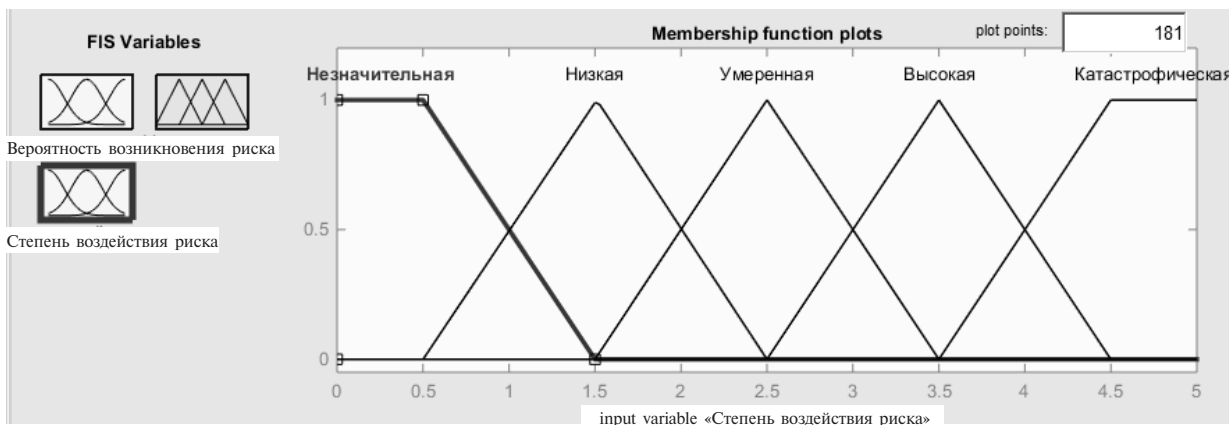


Рис. 3. График функции принадлежности для входной лингвистической переменной “степень воздействия риска”

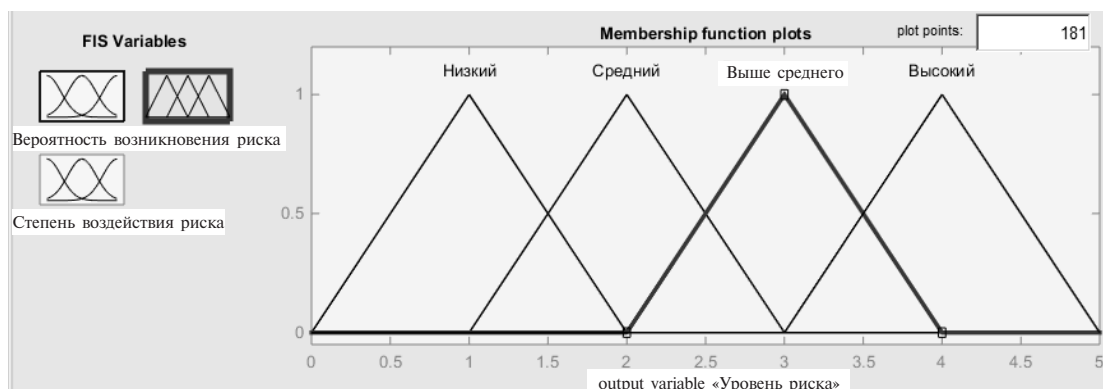


Рис. 4. График функции принадлежности для выходной лингвистической переменной “уровень риска”

Построенная модель нечёткого вывода позволяет, задавая значения для входных переменных “вероятность возникновения риска” и “степень воздействия риска”, оценивать уровень риска. Визуализация модели, построенная с помощью модуля *Surface Viewer* пакета программ MATLAB версии R2014b, представлена на рис. 5.

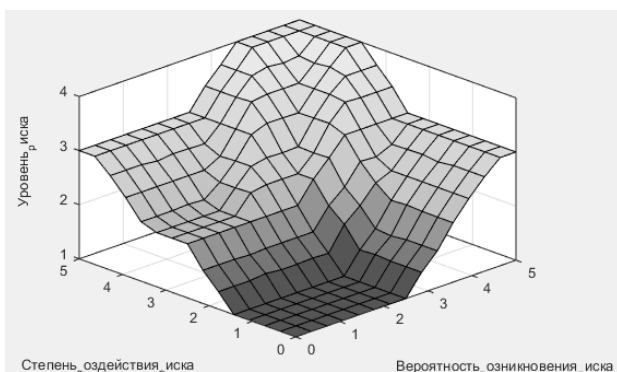


Рис. 5. Зависимость уровня риска от входных переменных “вероятность возникновения риска” (BP) и “степень воздействия риска” (CP)

Таким образом, метод нечётких множеств позволяет выявить зависимость уровня риска от вероятности возникновения риска и степени его воздействия. Поверхность отклика на рис. 5 построена с помощью логических правил, а также с учётом фаззификации входных переменных и дефаззификации выходной переменной.

Проведённое исследование позволяет сделать следующие выводы:

1) метод нечётких множеств является наиболее релевантным и перспективным для оценки риска при разработке стратегии инновационного развития промышленных предприятий;

2) разработана нечётко-логическая модель оценки уровня риска инновационной деятельности в зависимости от вероятности возникновения риска и степени его воздействия.

3) дальнейшие разработки автора в этом направлении будут посвящены совершенство-

ванию процесса структурирования показателей для оценки риска инновационной деятельности и усовершенствованию модели нечёткого вывода в аспекте подбора и обоснования функций принадлежности входных и выходных переменных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулаева З.И., Недосекин А.О. Стратегический анализ инновационных рисков. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 150 с.
2. Юсунова Э.Р. Оценка рисков при разработке стратегии инновационного развития // Экономические науки. Экономика и управление. – 2014. – № 4(113). – С.60-63.
3. Азаренкова Г.М. Аналіз моделювання і управління ризиком (в схемах та прикладах): [навчальний посібник]. – Новий світ-2000. – 2014. – 240 с.
4. Porananond D, Thawesaengskulthai N. Risk Management for New Product Development Projects in Food Industry // Journal of Engineering, Project, and Production Management. – 2014. – Vol. 4(2). – P.99-113.
5. A Survey of Project Risk Assessment and Estimation Models / T.A. Ghaleb, A.A. Alsri, L.Shabaneh, M. Niazi // Proceedings of the World Congress on Engineering. – 2014. – Vol 1. – PP.416-421.
6. Mychin V.G. Definition of indicators for calculation innovative potential of enterprises // Actual problems of modern economy development: Collection of scientific articles. – Torpe-Bowker, Melbourne, Australia. – 2015. – P.119-124.
7. Павлова В.А., Мячин В.Г., Жукова А.Г. Оценка инновационного потенциала машиностроительного предприятия методом нечётких множеств // Бюлетень Міжнародного Нобелівського економічного форуму «Світова економіка XXI століття: цикли та кризи», 2013. – № 1(6) – С.257-266.
8. Peram A. Нечеткое моделирование и управление: пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 798 с.

Поступила в редакцию 12.03.2016

Рецензент: д.эк.н., проф. Е.А. Паршина

НЕЧІТКО-ЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ РИЗИКІВ ПРІ РОЗРОБЦІ СТРАТЕГІЇ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

М'ячин В.Г.

Запропоновано загальний алгоритм нечіткого-логічного підходу до оцінювання ризиків при розробці стратегії інноваційного розвитку підприємств. Показано, що традиційні методи оцінювання ризиків не дозволяють врахувати різноманіття факторів, які впливають на діяльність промислових підприємств. Останнім часом в основному за кордоном набув поширення метод нечіткої логіки, який дозволяє приймати більш адекватні управлінські рішення в умовах невизначеності і ризику. З метою більш точного оцінювання ризиків запропоновано використовувати класичну матрицю ризиків у поєднанні з апаратом нечіткої логіки. Проаналізовано переваги та недоліки різних типів функцій належності, обґрунтований вибір триангулярних і трапецієподібних функцій належності. На підставі моделі Мамдані був виконаний нечіткий висновок за допомогою множини з 25 правил, побудованих з урахуванням матриці ризиків. За допомогою модуля Serface Viewer підсистеми Fuzzy Logic Toolbox пакета програм MATLAB здійснена візуалізація рівня ризику в залежності від ймовірності виникнення ризику і ступеня його впливу.

Ключові слова: фактори ризику, інноваційний проект, нечітка логіка, методи оцінювання ризику, модель нечіткого виводу, матриця ризиків.

FUZZY-LOGIC APPROACH TO RISK ASSESSMENT IN THE DEVELOPMENT STRATEGY OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Myachin V.G.

We propose a general algorithm of fuzzy-logic approach to risk assessment in the development strategy of innovative development of enterprises. It has been shown that traditional risk assessment methods do not allow to take into account the variety of factors that affect the activity of the industrial enterprises. In recent years, mainly abroad became widespread method of fuzzy logic, which allows you to take more adequate management decisions in conditions of uncertainty and risk. In order to more accurately assess the risks proposed to use the classic risk matrix in combination with the apparatus of fuzzy logic. The advantages and disadvantages of different types of membership functions, chosen are triangular and trapeze membership functions. Based on the model of Mamdani fuzzy conclusion was made by a variety of 25 rules, constructed in view of the risk matrix. With Serface Viewer module subsystem Fuzzy Logic Toolbox MATLAB software package implemented risk visualization, depending on the likelihood of the risk and its impacts.

Keywords: risk factors, innovative project, fuzzy logic, methods of risk assessment, fuzzy model output, risk matrix.