

УДК 334.72:658.1

Обоснование эффективности использования аппарата нечетких множеств при оценке инновационных проектов**Низамова А.Ш.**

Кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры экономики и предпринимательства в строительстве Казанского государственного архитектурно-строительного университета

**Шмагин Ю.А.**

Старший преподаватель кафедры высшей математики Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Инновационное развитие является приоритетным направлением экономики во всех развитых странах. Вместе с тем существует гипотеза, согласно которой инновационное развитие напрямую связано с развитием промышленности, причем зависимость между ними прямая. Многообразие существующих методов оценки эффективности инновационных проектов затрудняет процесс принятия окончательного решения о внедрении уникальных проектов.

Цель статьи заключается в анализе подходов к оценке эффективности инновационных проектов и выявлении, на взгляд авторов, наилучшего метода. Аппарат нечетких множеств позволяет в полной мере увидеть вариативность существующих решений и выбрать из них наиболее оптимальный при конкретных условиях.

Ключевые слова: оценка инновационных проектов, экспертная оценка, метод нечетких множеств.

В Республике Татарстан ведущие отрасли промышленности – химическая, нефтехимическая, машиностроение и энергетика. Динамика обрабатывающего производства характеризуется уверенным ростом, однако добыча полезных ископаемых, электроэнергии, газа и воды уменьшается с каждым годом (рис. 1). По последним статистическим данным, РТ играет существенную роль в структуре топливно-энергетического комплекса (далее – ТЭК) [1, с. 42]. Конкуренция ограничена несколькими крупными «игроками» и возникает необходимость развития рынка интеллектуальной собственности с целью поиска новых направлений развития.

На территории Татарстана разведано более сотни районов с залежами угля, хотя использоваться в промышленных масштабах могут только неко-

торые из них. Главный ресурс недр республики – это нефть. В Татарстане разведано и разработано более ста месторождений нефти, прогнозируемые запасы составляют больше 1 млрд. тонн. Здесь находится одно из самых крупных в России нефтяных месторождений – Ромашкинское, а также крупное месторождение недалеко от города Альметьевск. Помимо нефти добываются строительные нерудные материалы: известняк, гипс, доломиты, а также торф, каменный и бурый уголь. В республике выявлены перспективные залежи горючих сланцев, меди, бокситов, нефтебитумов. Имея такие богатые природные ресурсы, перед государством и научным сообществом встает вопрос о грамотном и экономичном использовании этих ресурсов – здесь на помощь приходят инновацион-



Рис. 1. Объем отгруженных товаров по видам экономической деятельности РФ* [2]

*Составлено по данным Федеральной службы государственной статистики РФ

ные технологии добычи и переработки природных ископаемых [3, с. 275].

В связи с этим в регионах РФ создаются площадки, на которых принимаются решения о финансировании и продвижении инновационных проектов. В Республике Татарстан таких площадок немало, к самым известным относят: технопарк «Идея», Инвестиционно-венчурный фонд, Особую экономическую зону «Алабуга» и высокотехнологичный город «Иннополис».

Инвестор преследует определенную цель – увеличить свои доходы, что практически невозможно, если инновационный проект окажется убыточным или «прогорит» на стадии «запуска проекта» (*start-up stage*). По этой причине основная цель данной статьи – предложить методику всесторонней оценки инновационного проекта, которая поможет инвесторам, бизнес-ангелам и государству определить дей-

ствительно перспективные проекты и анализировать степень эффективности проекта по мере его реализации.

Инновационный проект (далее – ИП) проходит несколько стадий или, другими словами, жизненных циклов. На каждой стадии наблюдается качественное преобразование из одного состояния в совершенно новое. В научных источниках эти состояния поделены на 4 стадии: посевная, осуществления проекта, расширения производства и стадия завоевания мирового рынка [4]. Оценка эффективности ИП обязательна на каждой стадии и сопровождается отсевом бесперспективных проектов.

Существует несколько моделей и методов оценки инновационных проектов, каждому из которых свойственны свои достоинства и недостатки (табл. 1).

По причине невозможности оценки эффективности научного труда появилась необходимость развития математического и теоретического аппарата для прогнозирования неопределенности инновационного проекта. Таким требованиям лучше всего соответствует метод нечетких множеств.

Аппарат теории нечетких множеств позволяет при постоянно изменяющихся условиях и при отсутствии полной количественной информации принять наиболее целесообразное и эффективное решение.

Нами предлагается следующая схема получения оптимального проекта.

На первом этапе производится оценка выбранных параметров, когда эксперты задают нижние –

Таблица 1

Возможные методы оценки инновационного проекта*

Модели и методы оценки ИП	Краткая характеристика	Достоинства	Недостатки
1	2	3	4
Метод балльной оценки	Применяется экспертная оценка. В качестве экспертов выступают руководители, технологи, специалисты, занимающиеся изучением и усовершенствованием внедряемых проектов. Качественным критериям дается количественная (балльная) оценка от 1-5.	Составляется перечень критериев, оказывающих наиболее важное влияние на реализацию проекта.	Балльные оценки могут отражать субъективное отношение эксперта и не являться достоверными.
Оценка экономической эффективности	Используется для анализа экономической целесообразности использования проекта (внутренняя норма доходности, срок окупаемости, чистая текущая стоимость). Применяется для всех инвестиционных проектов.	Возможность приблизительно оценить срок окупаемости проекта.	Поскольку инновационный проект является уникальным, тяжело просчитать экономические показатели только методом дисконтирования.
Метод компьютерного моделирования Монте-Карло	Основан на построении имитационной математической модели для мероприятий со стохастическими характеристиками.	Адаптивность методики под изменяющиеся условия.	Для построения прогноза требует большого количества статистического материала.

* Составлено авторами

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Метод обобщенных аддитивных сверток	Помимо оценки вариантов по каждому критерию, дает возможность анализа приоритетов критериев.	В одном обобщенном критерии можно выделять частные критерии, характеризующие частные величины.	Вклад частных критериев в значение аддитивного критерия может быть неравномерным и в результате – субъективная оценка всего критерия.
Метод нечетких множеств	На основании экспертных оценок проводится балльная оценка качественных критериев. Создаются различные сценарии развития проекта.	Позволяет наряду с оптимальным, рассматривать пессимистичный и оптимистичный сценарии развития проекта.	Субъективность оценки экспертов.

пессимистические оценки m_1^{ijk} , верхние – оптимистические оценки m_3^{ijk} и интервалы наиболее возможных значений исследуемых параметров m_2^{ijk} , $i = \overline{1, k}, j = \overline{1, n}$, где k – число экспертов, n – число рассматриваемых проектов, $\mu_{M_{ij}}(x_k)$ – степень принадлежности нечеткому множеству в виде нечеткого треугольного числа:

$$M_{ijk}(m_1^{ijk}; m_2^{ijk}; m_3^{ijk}) = \left\{ \begin{array}{l} m_1^{ijk}; m_3^{ijk}; 0 \leq \mu_{M_{ij}}(x_k) < 1 \\ \mu_{M_{ij}}(x_k) = 1 \end{array} \right\} \quad (1)$$

где $M_{ijk}(m_1^{ijk}; m_2^{ijk}; m_3^{ijk})$ – интегральные оценки i -го инновационного проекта k -м экспертом по j -му критерию.

Результат расчета представлен в виде графической интерпретации области совместимости переменных (рис. 2.)

На втором этапе обрабатываются мнения экспертов при помощи процедуры дефазификации, означающей преобразование нечеткого множества в четкое число. Предлагаем применить центроидный метод дефазификации, поскольку он является наиболее апробированным на сегодняшний день. Для треугольных чисел данный метод имеет вид [5]:

$$\bar{C} = C = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \mu_C(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_C(x_i)}, \quad (2)$$

где $\mu_C(x_i)$ – степень принадлежности элемента $x \in X$ нечеткому множеству \bar{C} .

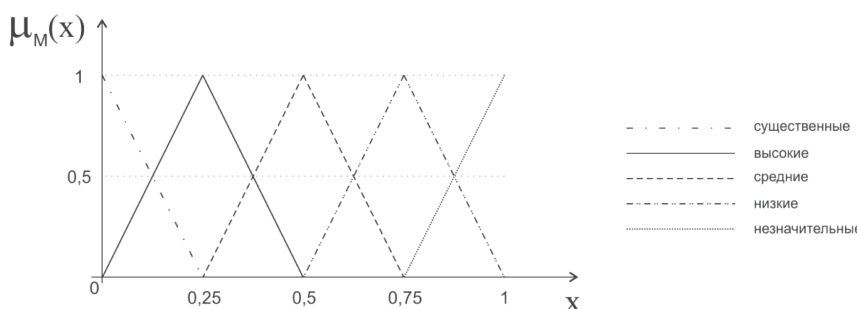


Рис. 2. Области совместимости переменных

Таким образом, на данном этапе мы имеем дефазифицированные оценки критериев нижних уровней иерархии оценочных критериев. Далее необходимо определить согласованность оценок экспертов, используя коэффициент варируемости по формуле [5]:

$$v = \sqrt{\frac{k * \sum_{l=1}^k x_l^2 - \left(\sum_{l=1}^k x_l\right)^2}{k * (k - 1) \sum_{l=1}^k x_l}} \quad (3)$$

где v – коэффициент варируемости;

k – количество экспертов;

x_l – значение критерия проекта, предложенное l -м экспертом;

l – номер текущего эксперта.

При значении коэффициента варируемости менее 0,2 мнение экспертов считается согласованным. В противном случае для получения согласованных оценок можно воспользоваться методом «Дельфи».

На следующем этапе определяются ранги критериев. Коэффициенты относительной важности определяются с помощью метода попарного сравнения по шкале Саати ввиду различной важности самих критериев относительно достижения целей проекта [6, с. 37]. При анализе множества значений переменных следует использовать терм-множества: недопустимый, незначительный, малый, средний, существенный. Нечеткие переменные каждого терм-множества будем использовать как качественные оценки альтернатив по одному из критериев.

Используя альтернативы по каждому критерию, строится матрица средних оценок с последующей модификацией нечетких множеств оценок экспертов. Результатом полученных вычислений становится анализ принадлежности. Результатом оценивания качественного показателя проекта является нечеткое

число, лежащее на отрезке от 0 до 1. Те проекты, которые имеют максимальное значение принадлежности, являются наиболее надежными и заслуживают дальнейшего продвижения по инновационно-инвестиционному лифту [4, с. 20].

Заключительным этапом станет подготовка оптимистичного и пессимистичного сценария развития проекта на всех стадиях инновационного лифта, когда на основе пессимистического сценария будет рассматриваться вопрос о прекращении (остановке) продвижения проекта.

Учитывая неопределенность развития внешней среды и непредсказуемость инновационных проектов, аппарат нечетких множеств позволяет экспертам не только выделить пессимистическую d_{nec} , оптимистическую d_{onn} и наиболее вероятную $d_{вер}$ оценки развития событий, представив полученные результаты в виде нечеткого множества $D = (d_{nec}, d_{onn}, d_{вер})$, но и визуализировать саму процедуру перехода от балльной шкалы к числовой и обратно [7].

Таким образом, метод нечетких множеств позволяет по экспертным оценкам быстро разработать прототип технического устройства с последующим усложнением его функциональности за счет реализации принципа синергизма. По этой причине данный метод является наилучшим из существующих методов оценки инновационных проектов, позволяющий построить оптимистичный и пессимистичный прогноз развития проекта на каждом этапе реализации.

Литература:

1. Фияксель Э.А., Бутрюмова Н.Н. Инновационный лифт как средство коммерциализации высокотехнологичных проектов // Менеджмент в России и за рубежом. – 2010. – № 5. – С. 42-47.
2. Федеральная служба государственной статистики. – URL: <http://www.gks.ru>.
3. Шагиахметова Э.И., Сунгатуллина А.И. Анализ сбалансированности стратегического развития основных отраслей промышленности РТ // Известия КГАСУ. – 2014. – № 2 (28). – С. 275-283.
4. Добросердова Е.А., Низамова А.Ш. Реализация концепции инвестиционно-инновационного лифта для предприятий малого бизнеса в условиях современной экономической ситуации // Вестник экономики, права и социологии. – 2015. – № 2. – С. 19-22.
5. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. – URL: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1>
6. Саати Т. Принятие решений: Метод анализа иерархий / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
7. Низамова А.Ш. Совершенствование методов оценки эффективности инновационных проектов на основе метода нечетких множеств (на примере Республики Татарстан): дис. ... канд. экон. наук. – Казань, 2012. – 177 с.

The Efficiency of Fuzzy Sets Apparatus in Estimating Innovative Projects

A.Sh. Nizamova, Yu.A. Shmagin
Kazan State University of Architecture and Engineering

Innovative development is a priority aspect of economic development in all developed countries. At the same time there is a hypothesis that innovative development is directly connected with industrial development. Diversity of the existing methods of innovative projects assessment aggravates the problems of taking final decision concerning implementation of unique projects.

The paper deals with the analysis of approaches to assessment of innovative projects' efficiency and detecting of the best method. Fuzzy sets apparatus enables to see the variety of the existing solutions and to choose the best possible in certain conditions.

Key words: innovative projects assessment, expert assessment, fuzzy sets method.

