

## **МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ РИСКА ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ**

Инновационные проекты относятся к категории наиболее высокого риска для инвесторов. Чем больше оригинального содержится в новшествах, используемых в инновационных проектах, тем значительнее ожидаемая прибыль и тем выше степень риска при реализации данных проектов.

Анализ трудов российских и зарубежных ученых-экономистов в области проектирования позволил выявить определяющие черты риска инновационного проекта:

- наличие риска всегда предполагает возможность возникновения убытков и вероятность не достижения поставленной цели, а также неопределенность продолжительности воздействия последствий рискованного события на субъект инновационного проекта;
- жизненный цикл инновационного проекта связан с преодолением одновременно двух факторов риска разной природы – технической и рыночной неопределенности;
- в силу уникальности инновационного проекта в основу риска заложена неопределенность будущего развития событий и недостаточность информационной базы о вероятности наступления событий;

- вследствие недостаточности информации в оценке риска инновационного проекта лежит субъективное мнение аналитика;

- в силу объективно существующей информационной неопределенности среды реализации инновационного проекта, включающей процессы от детерминированных до имеющих нечеткую природу, риск никогда не принимает нулевого значения.

Таким образом, риск инновационного проекта является существенным фактором, учет которого при обосновании получения коммерческих инвестиций приобретает особую актуальность.

Проведенный анализ методов оценки риска проектов позволил выявить, что их точность недостаточна для объективной оценки рисков, а применяемый инструментарий неполно учитывает природу рисков, возникающих при реализации инновационного проекта, что влечет за собой принятие неэффективных инвестиционных решений. Это обстоятельство обуславливает применение новых, усовершенствованных методов и технологий оценки рисков инновационных проектов.

Математический аппарат теории нечетких множеств ориентирован на моделирование человеческих суждений и позволяет не только представить «значение информации», но и провести ее анализ. Нечеткое подмножество некоторого универсального множества отличается от обычного (четкого) подмножества тем, что для всех элементов из нечеткого подмножества нет однозначного трактования относительно определяющего свойства. Сущность теории нечетких множеств сводится к следующему: в ней используются лингвистические переменные, а отношения между переменными описываются с помощью нечетких высказываний или определяются нечеткими алгоритмами.

Таким образом, теория нечетких множеств оперирует нечетким описанием входных параметров при проведении финансовых расчетов, что способствует эффективному моделированию нелинейных функций произвольной сложности.

Оценка риска инновационного проекта представляет собой сложную многомерную модель, схематично представленную на рисунке 1. При разработке модели использовался метод построения матричных схем на основе пятиуровневого классификатора.

Описание модели основано на применении механизма нечетко-логического вывода. В блоке 1 определяются лингвистическая переменная и ее нечеткие подмножества, т.е. лингвистическая переменная «Риски, возникающие при реализации инновационного проекта» имеет нечеткое подмножество  $B_n$  ( $n=1, \dots, 5$ ) со своим терм-множеством значений. Для показателей, характеризующих риск реализации инновационного проекта, также определено подмножество «Уровень показателя риска» –  $C_i$  ( $i=1, \dots, 5$ ).

В блоке 2 представлены показатели  $X_i$  ( $i=1, \dots, 4$ ), характеризующие риск реализации проекта с различных сторон. Показатели были выбраны экспертами

аналитиками на основе использования эвристических методов, однако число факторов риска, влияющих на конкретный инновационный проект, может быть увеличено.

В блоке 3 для каждого показателя оценивается уровень его значимости. Уровень значимости показателей определяется по правилу Фишберна, если ранжировка проведена в порядке убывания значимости, или по правилу равнопредпочтительности в случае равной значимости показателей.

В блоке 4 классификация степени риска инновационного проекта предполагает определение его текущего значения путем разбиения этого множества на нечеткие подмножества. Для этого разрабатывается пятиуровневый классификатор, который отвечает описанию уровня параметра на основе построения функций принадлежности трапециевидного типа. Верхнее основание трапеции соответствует полной уверенности эксперта в правильности своей классификации, а нижнее – уверенности в том, что никакие другие значения интервала (0,1) не попадают в выбранное нечеткое подмножество.

Основное свойство пятиуровневого классификатора – его непротиворечивость, т.к. сумма всех функций принадлежности для любого  $X_i$  ( $i=1, \dots, 4$ ) равна 1. Данный классификатор с максимальной достоверностью проводит ассоциацию между качественной и количественной оценкой фактора, если о факторе неизвестно ничего, кроме того, что он может принимать любые значения в пределах отрезка вещественной оси  $[0,1]$ . В соответствии со значениями параметров, представленных в классификаторе, строятся функции принадлежности. Функции принадлежности характеризуют степень принадлежности указанных значений нечеткой переменной заданному интервалу (уверенность эксперта в том, что переменная может принимать определенное значение из заданного интервала) и обозначается следующим образом  $\mu_{a(x)}$ , где  $a$  – обозначение множества (интервала), в котором содержатся значения переменной  $X$ .

В блоке 5 экспертами проводится классифицирование текущих значений показателей путем разбиения полного множества значений на нечеткое подмножество вида  $C_i$  ( $i=1, \dots, 5$ ). При классификации уровня параметров  $X_i$  ( $i=1, \dots, 4$ ) используются трапециевидные числа.

По результатам проведенной классификации строятся функции принадлежности и определяются уровни принадлежности носителей нечетким подмножествам.

В блоке 6 эксперты-аналитики производят оценку текущих значений показателей путем использования метода имитационного моделирования Монте-Карло. Данный метод предполагает выбор значений недетерминированных ключевых исходных параметров случайным образом, моделируя воздействия различных видов рисков на итоговые экономические показатели проекта. Классификация текущих значений показателей риска проводится на основе резуль-

татов, полученных в блоке 5, путем определения уровня принадлежности носителя  $X_i$  ( $i=1, \dots, 4$ ) нечеткому подмножеству  $B_i$  ( $i=1, \dots, 5$ ).

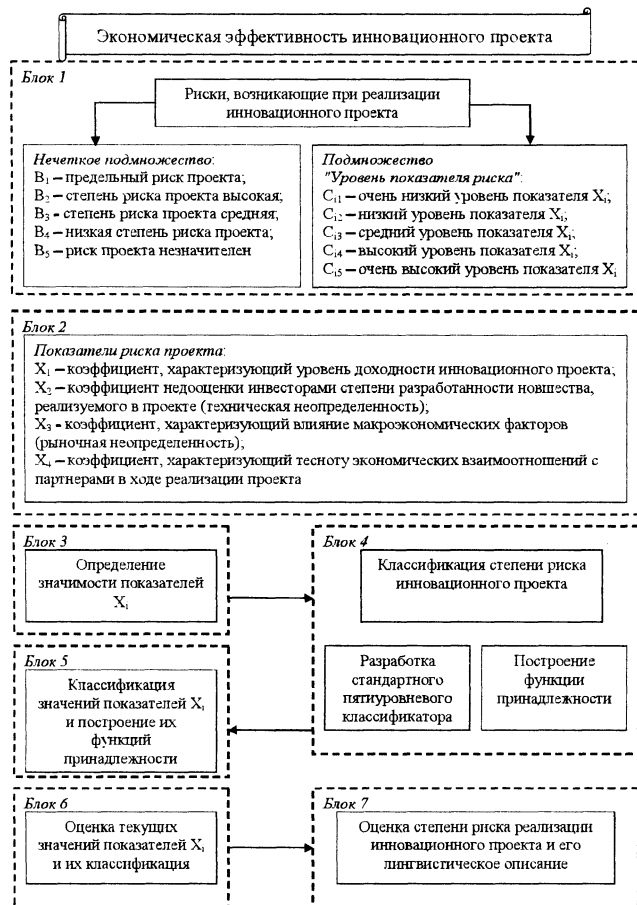


Рис. 1 Модель оценки рисков реализации инновационного проекта

В блоке 7 производится оценка степени риска реализации проекта путем определения веса какого-либо подмножества из подмножества "Уровень показателя риска". Полученное значение риска классифицируется исходя из разработанного в блоке 4 пятиуровневого классификатора с использованием функции принадлежности.

---

Применение модели комплексной оценки риска реализации инновационного проекта позволит осуществить:

- оценку риска инновационного проекта на всех стадиях его жизненного цикла;
- сравнение рисков реализации различных вариантов инновационного проекта;
- оценку уровня риска проекта, приемлемого для инвестора и не снижающего привлекательность проекта для потенциальных партнеров.

Использование представленной экономико-математической модели в оценке рисков инновационных проектов показало, что она позволяет проводить комплексный анализ факторов риска проекта и принимать решение о его реализации на основе использования достаточно большого объема информации, что является необходимым условием точности и обоснованности данного решения.