

## АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ВТОРОГО ПОРЯДКА

*(Владимирский государственный университет)*

Инвестиционная деятельность в той или иной степени присуща любому предприятию, значение экономического анализа для планирования и осуществления которой трудно переоценить. При этом особую важность имеет предварительный анализ, который проводится на стадии разработки инвестиционных проектов и способствует принятию разумных и обоснованных управленческих решений.

Принятие решений по вложению любого из видов инвестиций осложняется следующими факторами:

- множественностью доступных вариантов вложения капитала;
- ограниченностью финансовых ресурсов для инвестирования;
- риском, связанным с принятием того или иного решения по инвестированию, и т. п.

В основе оценки эффективности ИП лежит система показателей, соизмеряющих полученный эффект от реализации ИП с его инвестиционными затратами. Ключевым вопросом в этой связи является сопоставление денежных потоков, что обусловлено следующими факторами: временной стоимостью денег, нестабильностью экономической ситуации.

Для оценки эффективности долгосрочных инвестиционных проектов используются различные показатели, наиболее известные из которых:

- Чистая текущая стоимость – NPV;
- Индекс рентабельности – PI;
- Период окупаемости с учетом дисконтирования – DPP;
- Внутренняя норма рентабельности – IRR;
- Модифицированная внутренняя норма рентабельности – MIRR.

Общим недостатком вышеперечисленных показателей эффективности ИП является требование определенности входных данных, которая достигается путем применения средневзвешенных значений входных параметров ИП, что, может привести к получению значительно смещенных точечных оценок показателей эффективности и риска ИП. Также очевидно, что требование детерминированности входных данных является неоправданным упрощением реальности, так как любой ИП характеризуется множеством факторов неопределенности:

- ✳ неопределенность исходных данных;
- ✳ неопределенность внешней среды;
- ✳ неопределенность, связанная с характером, вариантами и моделью реализации проекта;
- ✳ неопределенность требований, предъявляемых к эффективности ИП.

Поэтому некоторыми зарубежными и отечественными исследователями [1-4] разрабатываются методы оценки эффективности и риска инвестиционных

проектов на основе аппарата нечетких множеств первого порядка (НМ1). В данных методах вместо распределения вероятности применяется распределение возможности, описываемое функцией принадлежности нечеткого числа.

Методы, базирующиеся на теории нечетких множеств, относятся к методам оценки и принятия решений в условиях неопределенности. Их использование предполагает формализацию исходных параметров и целевых показателей эффективности ИП (в основном, NPV) в виде вектора интервальных значений (нечеткого интервала), попадание в каждый интервал которого, характеризуется некоторой степенью неопределенности. Осуществляя арифметические и др. операции с такими нечеткими интервалами по правилам нечеткой математики, эксперты и ЛПР получают результирующий нечеткий интервал для целевого показателя. На основе исходной информации, опыта, и интуиции эксперты часто могут достаточно уверенно количественно охарактеризовать границы (интервалы) возможных (допустимых) значений параметров и области их наиболее возможных (предпочтительных) значений.

Алгоритм анализа инвестиционного проекта на основе НМ1 содержит следующие этапы:

1. Получение экспертных прогнозов о денежных потоках.
2. Преобразование полученных данных в интервальную форму.
3. Выбор ширины интервала приближения для балансового уравнения денежных потоков.
4. Переход к математическому представлению балансового уравнения в виде системы.
5. Вычисление интервальных значений срезов IRR.
6. Восстановление функции принадлежности (для решения задач, возникающих на этапах 5 и 6, используется описанный выше метод решения нечетких интервальных систем).
7. Дефазификация полученных нечетких результатов.
8. Представление полученного значения IRR в виде графической зависимости.
9. Выбор оптимального решения на основании компромисса между допустимыми рисками и прогнозируемым доходом.

Довольно часто НМ1 не обеспечивают получение рациональных решений ввиду недостаточно обоснованного выбора параметров моделирования, а поиск эффективных решений сопровождается значительными временными затратами из-за необходимости выполнения многократных реализаций используемых методов, моделей и алгоритмов с целью выбора наилучших параметров. Кроме того, при оценке экономической эффективности тех или иных инвестиционных проектов возникают различные неопределенности, которые не могут быть представлены соответствующим образом с помощью нечетких НМ1.

Данные недостатки НМ1 отмечают в своих работах Мендель, Фолджер и Клир и предлагают способ их устранения в виде задания степени принадлежности в виде нечеткого числа. Таким образом, функция принадлежности становится «размытой», что позволяет в дальнейшем получить более точный результат. Вся совокупность значений ФП получила название след неопределенности. Этот новый тип представляет собой нечеткие множества второго порядка (НМ2).

Алгоритм анализа инвестиционного проекта на основе НМ2 выполняется в следующей последовательности;

1. Инициализация – выбор исходной совокупности инвестиционных проектов.
2. Задание исходных параметров инвестиционных проектов на основе экспертных оценок с преобразованием их в интервальную форму.
3. Выбор вида функции принадлежности.
4. Задание параметров функции принадлежности.
5. Расчет значений критериев оценки на основе интервальной математики для НМ2 [значения  $\alpha$ -срезов IRR).
6. Построение функций принадлежности для каждого ИП (строятся соответствующие пары значений на основе функции gandom).
7. Дефаззификация полученных нечетких результатов.
8. Выделение области нахождения наилучшего решения (использование методов Min и Max).
9. Нахождение наилучшего решения из выбранной области на основании компромисса между допустимыми рисками и прогнозируемым доходом.

Использование НМ2 позволяет задать соответствие параметра продуктового пакета определенному критерию в виде нечеткого числа или интервала. Таким образом, все операции, проводимые при свертке правил и дефаззификации полученных результатов проводятся над границами интервала оценок.

Схема нечеткого вывода, используемая в производственных системах второго типа выглядит следующим образом:

1. Определение параметров оценки продуктового пакета (критериев).
2. Определение правил в лингвистической форме.
3. Формализация правил через критерии.
4. Определение и оценка альтернатив продуктовых пакетов через НМ2.
5. Свертка правил с помощью логических операций над НМ2.
6. Выполнение импликации с учетом оценки следствий.
7. Пересечение всех ФП2 по каждой альтернативе.
8. Понижение степени множества и дефаззификация.
9. Сравнение и выделение альтернативы с лучшей оценкой.

### Литература

1. Хил Лафуенте, А.М. Финансовый анализ в условиях неопределенности./ А.М. Хил Лафуенте. – Минск: Тэхноложія, 1998.
2. Язенин И.А. О методах оптимизации инвестиционного портфеля в нечеткой случайной среде // Сложные системы: обработка информации, моделирование и оптимизация. – Тверь: ТГУ, 2002.
3. Недосекин А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний: Дис. д-ра эконом. наук. – СПб., 2003.
4. Чернов В.Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 313 с. – ISBN 5-93517-353-0.