

Н.Г.ПРИВАЛОВ, д-р экон. наук, профессор, *ns-privalov@mail.ru*

А.Н.КОЗЛОВСКИЙ, аспирант, *stv_mail@mail.ru*

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

В.Н.ПЕТРОВ, д-р экон. наук, профессор, *gan171@rambler.ru*

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет

N.G.PRIVALOV, Dr. in ec., professor, *ns-privalov@mail.ru*

A.N.KOZLOVSKY, post-graduate student, *stv_mail@mail.ru*

National Mineral Resources University (University of Mines), Saint Petersburg

V.N.PETROV, Dr. in ec., professor, *gan171@rambler.ru*

Saint Petersburg State Forestry Engineering University

СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ РИСКОВ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Выполнен детальный анализ методов количественной оценки рисков инновационных проектов, показаны достоинства и ограничения ряда методов. Охарактеризованы возможности применения наиболее современных методов оценки риска, включая нечетко-множественный анализ и метод реальных опционов.

Ключевые слова: количественная оценка рисков, вероятностный анализ, экспертная оценка, анализ чувствительности, игровое моделирование, имитационное моделирование, нечетко-множественный анализ, метод реальных опционов.

MODERN INSTRUMENTS OF QUANTITATIVE RISK ANALYSIS AND RISK ASSESSMENT OF INNOVATION PROJECTS

The detailed analysis of quantitative methods of innovation projects' risk assessment is made, the advantages and limits of several methods are shown. The possibilities of usage of the most modern methods of risk assessment, including real options method and method of multivariate fuzzy analysis, are characterized.

Key words: quantitative risk assessment, probabilistic analysis, expert assessment, sensitivity analysis, gaming simulation, simulation modelling, multivariate fuzzy analysis, real options method.

На этапе количественного анализа риска вычисляются величины отдельных рисков и риска объекта в целом. Определяется возможный ущерб и стоимостная оценка от проявления риска и, наконец, вырабатываются системы антирисковых мероприятий и рассчитывается их стоимостной эквивалент. Количественный анализ можно формализовать с помощью инструментария теории вероятностей, математической статистики, теории исследования операций. Наиболее распространенными методами количественного анализа риска являются статистические, аналитические, метод экспертных оценок, метод аналогов.

Задачи количественного анализа рисков включают [2]:

- прямые задачи – оценка уровня рисков на основании априори известной вероятностной информации;
- обратные задачи – по приемлемому уровню рисков определяются значения исходных параметров с учетом устанавливаемых ограничений на один или несколько варьируемых исходных параметров;
- задачи исследования чувствительности, устойчивости результативных, критерияльных показателей по отношению к варьированию исходных параметров.

Количественный анализ проектных рисков производится на основе математических моделей принятия решений и поведения, основными из которых являются: стохастические (вероятностные) модели; лингвистические (описательные) модели; нестохастические (игровые, поведенческие) модели.

Методы определения критерия количественной оценки рисков включают следующие:

1. Статистические методы оценки, базирующиеся на методах математической статистики, т.е. дисперсии, стандартном отклонении, коэффициенте вариации.

2. Методы экспертных оценок, основанные на использовании знаний экспертов

в процессе анализа проекта и учета влияния качественных факторов.

3. Методы аналогий, основанные на анализе аналогичных проектов и условий их реализации для расчета вероятностей потерь, применяемые при наличии представительной информационной базы для анализа.

4. Комбинированные методы.

Используются также методы построения сложных распределений вероятностей (дерева решений), аналитические методы (анализ чувствительности, анализ точки безубыточности и пр.), анализ сценариев.

В таблице приведена характеристика основных методов анализа рисков [5].

Методы количественного анализа рисков проекта

Метод	Характеристика метода
Вероятностный анализ	Предполагают, что построение и расчеты по модели осуществляются в соответствии с принципами теории вероятностей. Вероятность возникновения потерь определяется на основе статистических данных предшествующего периода с установлением области (зоны) рисков, достаточности инвестиций, коэффициента рисков (отношение ожидаемой прибыли к объему всех инвестиций по проекту)
Экспертный анализ рисков	Метод применяется в случае отсутствия или недостаточного объема исходной информации и состоит в привлечении экспертов для оценки рисков. Отобранная группа экспертов оценивает проект и его отдельные процессы по степени рисков
Анализ показателей предельного уровня	Определение степени устойчивости проекта по отношению к возможным изменениям условий его реализации
Анализ чувствительности проекта	Метод позволяет оценить, как изменяются результирующие показатели реализации проекта при различных значениях заданных переменных, необходимых для расчета
Анализ сценариев развития проекта	Метод предполагает разработку нескольких вариантов (сценариев) развития проекта и их сравнительную оценку. Рассчитываются пессимистический вариант (сценарий) возможного изменения переменных, оптимистический и наиболее вероятный вариант
Игровое моделирование	Метод применяется в случае, если существует множество вариантов сценариев развития, но их вероятности не могут быть достоверно оценены
Метод построения дерева решений проекта	Предполагает пошаговое разветвление процесса реализации проекта с оценкой рисков, затрат, ущерба и выгод
Имитационные методы	Базируются на пошаговом нахождении значения результирующего показателя за счет проведения многократных опытов с моделью. Основные их преимущества – прозрачность всех расчетов, простота восприятия и оценки результатов анализа проекта всеми участниками процесса планирования. В качестве одного из серьезных недостатков этого способа необходимо указать существенные затраты на расчеты, связанные с большим объемом выходной информации
Нечетко-множественный анализ	Формализация исходных параметров и целевых показателей эффективности проектов в виде вектора интервальных значений (нечеткого интервала), попадание в каждый интервал которого, характеризуется некоторой степенью неопределенности
Метод реальных опционов	Инновационные проекты оцениваются с позиций открывающихся с течением времени дополнительных возможностей

Вероятностные методы оценки. Выделяют два метода определения вероятности. Объективный метод определения вероятности основан на вычислении частоты событий. Метод экспертных оценок используется в случае отсутствия достаточного объема информации для вычисления частот. При проведении анализа проектного риска сначала определяются вероятные пределы изменения всех его «рисковых» факторов (или критических переменных), а затем проводятся последовательные проверочные расчеты при допущении, что переменные случайно изменяются в области своих допустимых значений. На основании расчетов результатов проекта при большом количестве различных обстоятельств анализ рисков позволяет оценить распределение вероятности различных вариантов проекта и его ожидаемую ценность (стоимость).

Экспертный анализ рисков. Данный метод применяют на начальных этапах работы с проектом в случае, если объем исходной информации является недостаточным для количественной оценки эффективности (погрешность результатов превышает 30 %) и рисков проекта.

Алгоритм экспертного анализа рисков:

1. По каждому виду рисков определяется предельный уровень по 100-балльной шкале.
2. Устанавливается, при необходимости, конфиденциальная дифференцированная оценка уровня компетентности экспертов по десятибалльной шкале.
3. Риски оцениваются экспертами с точки зрения вероятности наступления рискового события и опасности данных рисков для успешного завершения проекта.
4. Определяется интегральный уровень по каждому виду рисков.
5. На основе сравнения интегрального и предельного уровней риска определяется его приемлемость.
6. При превышении интегрального уровня риска над предельным, разрабатывается комплекс мероприятий по управлению рисками, и осуществляется повторный анализ.

Анализ показателей предельного уровня. Показатели предельного уровня характеризуют степень устойчивости проекта

по отношению к возможным изменениям условий его реализации. Предельным значением параметра для t -го года является такое значение, при котором чистая прибыль от проекта равна нулю. Основным показателем этой группы является точка безубыточности.

Анализ чувствительности проекта. Он позволяет оценить, как изменяются результирующие показатели реализации проекта при различных значениях входных переменных. Этот вид анализа позволяет определить критические переменные, которые в наибольшей степени могут повлиять на осуществимость и эффективность проекта. В качестве варьируемых исходных переменных принимаются объем продаж; цена; инвестиционные затраты; график строительства; операционные затраты; срок задержек платежей; уровень инфляции; процент по займам, ставка дисконта и др. В качестве результирующих показателей могут выступать показатели эффективности (чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, индекс доходности, срок окупаемости, рентабельность инвестиций); ежегодные экономические показатели проекта (прибыль от продаж, чистая прибыль, сальдо накопленных реальных денег). Метод широко применим, так как теоретически обоснован, характеризуется простотой расчетов и наглядностью. Основной недостаток метода: ориентация на изменения только одного фактора проекта, что приводит к недоучету возможной связи между отдельными факторами или к недоучету их корреляции.

Анализ сценариев развития проекта. Данный метод анализа позволяет оценить влияние на проект возможного одновременного изменения нескольких переменных через вероятность каждого сценария. Каждому сценарию должны соответствовать: набор значений исходных переменных; значения результирующих показателей; вероятность наступления данного сценария, определяемая экспертным путем. В результате расчета определяются средние (с учетом вероятности наступления каждого сценария) значения результирующих показателей.

Игровое моделирование рисков. При существовании множества вариантов сценариев развития в условиях неопределенности применяются методы теории игр. Критерий MAXIMAX не учитывает риска, связанного с неблагоприятным развитием внешней среды. Критерий MAXIMIN (критерий Вальда) минимизирует риск инвестора, искусственно занижая эффективность проекта и обеспечивая достижение гарантированного результата. Критерий MINIMAX (критерий Сэвиджа) ориентирован не столько на минимизацию потерь, сколько на минимизацию сожалений по поводу упущенной прибыли, поэтому допускает разумный риск ради получения дополнительной прибыли. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица устанавливает баланс между критерием MAXIMIN и критерием MAXIMAX посредством выпуклой линейной комбинации. При использовании этого метода из множества ожидаемых сценариев развития событий выбираются два, с минимальной и максимальной эффективностью. Общий недостаток рассмотренных выше методов теории игр состоит в том, что предполагается ограниченное количество сценариев развития (конечное множество состояний окружающей среды). Кроме этого, предположения делаются на основе субъективного опыта, возникает проблема достоверности вероятностных оценок. При применении минимаксного подхода большой субъективностью отличается выбор норматива λ [4].

Метод построения дерева решений проекта. Используется при небольшом числе переменных и возможных сценариев развития проекта. Преимуществом данного метода является его наглядность. Алгоритм построения дерева решений: определение состава и продолжительности фаз жизненного цикла проекта; определение ключевых событий, влияющих на развитие проекта; определение времени наступления ключевых событий; формулировка всех возможных решений; определение вероятности принятия каждого решения; определение

стоимости каждого этапа осуществления проекта. В результате построения дерева решений определяется вероятность каждого сценария развития проекта, эффективность по каждому сценарию, а также интегральная эффективность проекта.

Имитационное моделирование рисков. Метод Монте-Карло представляет собой сочетание методов анализа чувствительности и анализа сценариев. Этот метод позволяет построить математическую модель для проекта с неопределенными значениями параметров и, с учетом вероятностных распределений параметров проекта связи между изменениями параметров, получить распределение доходности проекта.

Алгоритм формирования сценариев с использованием методов имитационного моделирования: определяются интервалы возможного изменения исходных переменных, внутри которых они являются случайными величинами; определяются виды распределения вероятностей внутри заданных интервалов; устанавливаются коэффициенты корреляции между зависимыми переменными; многократно (не менее 200 раз) рассчитываются результирующие показатели; полученные результирующие показатели рассматриваются как случайные величины, которым соответствуют такие характеристики как математическое ожидание, дисперсия, функция распределения и плотность вероятностей; определяется вероятность попадания результирующих показателей в тот или иной интервал, вероятность превышения минимально допустимого значения и др.

Анализ значений результирующих показателей позволяет оценить возможный интервал их изменения при различных условиях реализации проекта. Вероятностные характеристики используются для принятия инвестиционных решений; ранжирования проектов; обоснования рациональных размеров и форм резервирования и страхования. Недостатки метода имитации Монте-Карло: требует использования специальных математических пакетов, неопределенность

функций распределения переменных; не дает однозначного ответа на вопрос о возможности реализации проекта.

Нечетко-множественный анализ в оценке рисков. В данных методах вместо распределения вероятности применяется распределение возможности, описываемое функцией принадлежности нечеткого числа. Их использование предполагает формализацию исходных параметров и целевых показателей эффективности проекта (в основном, NPV) в виде вектора интервальных значений (нечеткого интервала). В качестве частного случая к нечетко-множественным методам относят интервальный метод [1]. Данный метод соответствует ситуациям, когда достаточно точно известны лишь границы значений анализируемого параметра, в пределах которых он может изменяться, но при этом отсутствует какая-либо количественная или качественная информация о возможностях или вероятностях реализации различных его значений внутри заданного интервала. Основными преимуществами нечетко-интервального подхода к оценке эффективности и риска инвестиционных проектов являются следующие [3]. Во-первых, позволяет формализовать в единой форме и использовать всю доступную неоднородную информацию (детерминированную, интервальную, статистическую, лингвистическую), что повышает достоверность и качество принимаемых решений. Во-вторых, аналогично методу Монте-Карло формирует полный спектр возможных сценариев развития проекта. В-третьих, позволяет получить ожидаемую эффективность инновационного проекта как в виде точечного значения, так и в виде множества интервальных значений со своим распределением возможностей, что позволяет оценить степень риска. В-четвертых, метод не требует абсолютно точного задания функций принадлежности, что в реальных условиях низкого качества исходной информации делает применение данного метода более привлекательным. Наконец, метод эффективен

при отсутствии достаточной информационной базы.

Метод реальных опционов. Концепции реальных опционов отводится ключевое место в современной методологии оценки перспективности инновационных проектов [6]. Реальным опционом называется возможность принятия гибких решений в условиях неопределенности. Методологической основой теории реальных опционов является теория ценообразования финансовых опционов Ф.Блэка и М.Шоулза. Преимуществами метода реальных опционов являются следующие: во-первых, возможность применения для малоприбыльных проектов; во-вторых, снижаются издержки получения информации; в-третьих, возможность выявления секторов проекта, требующих дальнейшего исследования, и управления сбором информации; в-четвертых, выявление слабых мест проекта и возможность внесения поправок. Сложности применения метода: проблема коррелированных переменных, искажающая интерпретацию результатов и высокие требования к качеству моделей проектного оценивания.

Использование количественных методов дает возможность получить численную оценку рискованности проекта, определить степень влияния факторов риска на его эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виленский П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика / В.Н.Лившиц, С.А.Смоляк. М., 2004.
2. Грачева М.В. Управление рисками в инновационной деятельности / М.В.Грачева, С.Ю.Ляпина. М., 2010.
3. Деревянко П.М. Сравнение нечеткого и имитационного подхода к моделированию деятельности предприятия в условиях неопределенности // Современные проблемы экономики и управления народным хозяйством: Сб. науч. статей. СПб, 2005. Вып.14.
4. Сергеев В.А. Основы инновационного проектирования: Учеб. пособие / В.А.Сергеев, Е.В.Кипчарская, Д.К.Подымало; Под ред. В.А.Сергеева. Ульяновск, 2006.
5. Трубочев Е.В. Инвестиционная стратегия: Учеб. курс. М., 2010.

6. *Черных Е.* Инновации как реальные опционы, или планирование непредсказуемого // Менеджмент качества. 2008. № 3.

REFERENCES

1. *Vilenskiy P.L., Livshiz V.N., Smoliak S.A.* The assessment of investment projects efficiency. Theory and practice. Moscow, 2004.

2. *Gracheva M.V.* Risk management in innovation activities / M.V.Gracheva, S.U.Liapina. Moscow, 2010.

3. *Derevianko P.M.* The comparison of fuzzy and simulation modelling approach to the modelling of enterprise activity under conditions of uncertainty // Modern problems of economics and management of national economy. Saint Petersburg, 2005. Rel.14.

4. *Sergeev V.A.* The foundations of innovation projecting: educational guidance / V.A.Sergeev, E.V.Kipcharkaya, D.K.Podimalo: Edit. by V.A.Sergeev. Ulianovsk, 2006.

5. *Trubacheev E.V.* The strategy of investment. Educational course. Moscow, 2010.

6. *Chernih E.* Innovations as real options or planning of the unpredictable // Quality management. 2008. № 3.