

УДК 001.895:005.334 + 005.591.6:005.334 + 519.245

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РИСКА ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

Б.А. Матвеев

Дана сравнительная характеристика двух методов количественной оценки риска инновационного проекта: Монте-Карло и спектрального.

Ключевые слова: инновационный проект, имитационное моделирование, количественная оценка риска, метод Монте-Карло, спектральный метод.

Введение

В мировой практике используются различные методы количественного анализа риска инновационного проекта: метод корректировки ставки дисконтирования, анализ чувствительности критерия эффективности, метод построения дерева решений, сценарный метод, имитационный метод и др. Но только один из них – имитационный – позволяет получить количественную оценку риска. Поскольку только он рассматривает связанный с риском критерий эффективности (результативный показатель) проекта как случайную величину.

Под риском мы понимаем возможность наступления случайного события (или условия), которое становится причиной отклонения наблюдаемой величины (в нашем случае – критерия эффективности проекта) от ожидаемого (планируемого) значения. При этом количественная оценка (измерение) риска будет преследовать две цели: во-первых, оценить отклонение связанной с риском случайной величины от ожидаемого значения и, во-вторых, дать оценку неопределённости (непредсказуемости) этого отклонения. Чем больше отклонение и выше неопределённость, тем выше уровень риска. Мерой неопределённости обычно служит вероятность. Риск тем больше, чем больше вероятность и величина отклонения.

На практике, чтобы получить объективную оценку вероятности, необходимо знать закон распределения случайной величины. А для этого потребуется большой объём статистической информации. В случае инновационного проекта такую информацию можно получить с помощью метода статистических испытаний (метода Монте-Карло).

1. Метод Монте-Карло

Процедуру количественной оценки риска проекта с использованием метода Монте-Карло можно разбить на три этапа.

1. *Построение математической модели проекта*, которая служит для определения результативного показателя проекта (например, чистого дисконтированного дохода). Модель строится в следующей последовательности:

– определяются постоянные и переменные параметры проекта, включаемые в модель;

– для каждой случайной переменной, оказывающей существенное влияние на риск проекта, подбирается закон распределения (обычно используются нормальный, треугольный, равномерный или дискретный закон распределения);

– изучается и, по возможности, учитывается взаимосвязь (функциональная и вероятностная) между переменными проекта.

2. Имитационный эксперимент. На основе генерирования псевдослучайных чисел выбираются значения каждой риск-переменной проекта и подставляются в математическую модель. Рассчитывается результирующий показатель, например, интегральный показатель эффективности проекта. Вычисления повторяются несколько раз. Результаты всех имитационных экспериментов объединяются в выборку и подвергаются статистическому анализу. Для репрезентативности выборки обычно требуется 500 и более итераций.

3. Анализ результатов. По выборочным данным результирующего показателя проекта строится кумулятивный профиль риска (выборочный аналог функции распределения) и профиль риска (выборочный аналог плотности распределения). Кумулятивное распределение используется для принятия решения, касающегося выбора альтернативного проекта, а некумулятивное – для определения вероятности возможного значения результирующего показателя.

2. Спектральный метод

Спектральный анализ риска на прединвестиционной стадии инновационного проекта включает следующие этапы [2, 3].

1. Первый этап так же, как в случае метода Монте-Карло, служит для построения математической модели проекта: определяются постоянные и переменные параметры модели, учитываются их взаимосвязи. Но есть существенное отличие: при спектральном анализе нет необходимости для каждой случайной переменной проекта подбирать закон распределения и оценивать степень их коррелированности.

2. На втором этапе для определения прогнозных значений результирующего показателя проекта необходимо разработать (осознанно подобрать) не менее 5-ти сценариев развития проекта. Например, оптимистический, умеренно пессимистический, наиболее вероятный, умеренно вероятный и пессимистический. Это отличает спектральный метод от метода Монте-Карло, где сценарии выбираются случайным образом и в неограниченном количестве.

3. На третьем этапе по заданной модели, как и в методе Монте-Карло, для каждого сценария рассчитываются значения результирующего показателя проекта.

4. На четвёртом этапе по существующей методике и имеющейся вычислительной программе рассчитывается спектральный показатель риска SpR и спектральная оценка SRE возможного отклонения результативного показателя проекта от своего ожидаемого (как правило, среднего) значения.

Спектральный показатель SpR характеризует риск проекта: оценивает возможность отклонения результативного показателя проекта от ожидаемого значения. Величина показателя SRE даёт количественную оценку этого отклонения.

5. На пятом этапе риск-анализа рассчитывается коридор, в пределах которого с учётом риска может находиться результативный показатель проекта и оценивается вероятность того, что он может оказаться отрицательным.

Отметим, что при спектральном анализе нет необходимости прибегать к использованию, как это часто бывает при стандартных инвестиционных расчётах, недостаточно достоверной и ненадёжной информации о вероятностях сценариев проекта и законе распределения случайной переменной проекта.

Рассмотренные выше этапы спектрального анализа относятся к начальной, прединвестиционной фазе инновационного проекта и позволяют оценить привлекательность проекта ещё до начала его реализации.

Если проект принят к исполнению, то спектральный анализ можно использовать для управления проектом в течение всего его жизненного цикла и в реальном масштабе времени. В этом случае исключается второй этап риск-анализа: для количественной оценки риска используются текущие значения результативной переменной проекта

3. Сравнительная оценка методов

1. Важным достоинством метода Монте-Карло по сравнению с традиционными методами анализа риска является то, что он позволяет учесть влияние неопределённости на эффективность проекта: при известных законах распределения случайных переменных проекта можно получить не единственное значение, а распределение вероятности результативного показателя (построить гистограмму либо подобрать теоретический закон распределения вероятности). Подбор законов распределения экзогенных переменных основывается на данных объективных наблюдений (статистики и т.д.) или на экспертных оценках.

Спектральный риск-анализ позволяет сделать то же самое – построить гистограмму и подобрать теоретический закон распределения вероятностей, перебирая различные сценарии развития проекта. При этом не требуется задание закона распределения переменных проекта. Более того, спектральный метод позволяет, что важно для целей анализа проекта, сразу построить «кривую риска» – зависимость уровня риска от величины результативного показателя проекта.

2. Метод Монте-Карло позволяет получить числовую интегральную (для всего проекта в целом) оценку риска. В результате спектрального анализа также получаем количественную оценку риска всего проекта.

3. При использовании метода Монте-Карло результаты всех имитационных экспериментов объединяются в выборку (для дальнейшего анализа). Для репрезентативности выборки её объём определяется исходя из допустимой предельной ошибки оценки исследуемой величины. При неизвестном законе распределения результативного показателя сделать это проблематично.

При спектральной оценке риска определить необходимый объём выборки не составляет труда. Имеется математическое выражение (формула), связывающее ошибку оценивания энергетического спектра (требуется для спектральной оценки риска) исследуемой величины и число имеющихся данных об этой величине.

4. Разработка метода Монте-Карло требует более сложного программного обеспечения, чем для спектрального метода [4].

5. Увеличение числа включаемых в модель проекта вероятностно-зависимых переменных при имитационном моделировании увеличивает (из-за сложности в учёте и контроле их коррелируемости) опасность получения противоречивых сценариев. Для спектрального метода противоречивость сценариев исключена, а проблемы с учётом коррелируемости не возникает.

6. При использовании метода Монте-Карло для каждой риск-переменной в процессе создания модели необходимо подобрать вид распределения, что представляет собой сложную задачу (из-за ограниченности статистических данных). Кроме того, требуется проверка гипотезы (методами математической статистики) о согласованности выборочных данных с подобранным законом распределения (например, с помощью критерия хи-квадрат). При оценке законов распределения экспертным путём адекватность таких результатов оценить ещё сложнее. Точность подбора закона распределения при заданных границах изменения риск-переменных непосредственно влияет на качество модели и точность оценки распределения результата моделирования.

При спектральном анализе в подборе распределения риск-переменных нет необходимости.

7. Включение вероятностно зависимых риск-переменных в математическую модель проекта может привести к серьёзным искажениям характеристик устойчивости проекта. Степень смещения результатов зависит от важности вероятностно зависимых переменных по отношению к проекту. Это касается как парной, так и множественной корреляции.

При спектральном анализе на прединвестиционной стадии проекта учесть коррелируемость риск-переменных гораздо проще, так как рассмат-

ривается ограниченное число сценариев и их выбор осуществляется осмысленно (а не случайным образом, как в случае имитационного моделирования).

8. С ростом числа переменных, учитываемых в модели проекта, возрастают как финансовые, так и временные издержки (необходимы для корректного и аккуратного определения законов распределения переменных и их связей). При использовании спектрального метода издержки, связанные с законом распределения переменных, отсутствуют.

9. Из-за высокой степени неопределённости результаты реализации проекта существенно отличаются от прогнозных. Метод Монте-Карло позволяет оценить, какова вероятность реализации неэффективного проекта.

При спектральном риск-анализе пессимистический, оптимистический и другие промежуточные сценарии также можно спрогнозировать и оценить их вероятность.

10. Различного рода высокие риски, присутствующие в российской экономике, требуют от разработчиков проекта осуществления мероприятий по управлению рисками. Метод Монте-Карло позволяет заранее оценить, насколько те или иные мероприятия смогут снизить рискованность проекта и как это отразится на его эффективности. Однако, из-за больших затрат времени, необходимых для риск-анализа, это практически невозможно сделать в ходе реализации проекта.

Спектральный анализ даёт возможность измерять риск в реальном масштабе времени, прогнозировать значение результативного показателя и организовать управление риском проекта с упреждением.

В таблице приведены основные характеристики риск-анализа инновационного проекта методом Монте-Карло и спектральным методом.

Таблица

Количественный риск-анализ инновационного проекта

Характеристика	Метод Монте-Карло	Спектральный метод
Переменные проекта	Случайные величины с заданными законами распределения и установленными связями между ними	Осознанно выбранные, взаимозависимые прогнозные значения переменных проекта
Модель	Модель денежных потоков	Модель денежных потоков
Процесс	Расчёт неограниченного числа случайных вариантов (сценариев) реализации проекта	Расчёт необходимого числа (5-ти и более) прогнозных вариантов (сценариев) реализации проекта
Результат	Распределение вероятностей интегрального показателя эффективности проекта	Прогнозное значение интегрального показателя эффективности проекта

4. Заключение

Проведённое исследование позволяет указать преимущества каждого из сравниваемых методов.

Преимущества метода Монте-Карло:

1. Разработаны и достаточно широко используются на практике специальные компьютерные программы для анализа риска проекта с помощью метода Монте-Карло: «Risk Master», «Project Expert 7», «Альт-Инвест» и др.

2. Сценарии развития проекта формируются случайным образом исходя из диапазона возможных значений случайных переменных проекта, что при большом числе имитационных экспериментов даёт достаточно полное представление о возможных вариантах развития инновационного проекта, позволяет судить не только о том, что может произойти в ходе реализации проекта, но и о том, какова вероятность такого исхода.

3. Позволяет изобразить графически последствия различных сценариев развития проекта и вероятности их наступления, что важно для ознакомления с результатами моделирования всех участников проекта.

4. Анализ результатов имитационного моделирования позволяет определить интервал возможных значений результативного показателя проекта при различных условиях реализации проекта.

5. При корректной имитационной модели проекта метод даёт весьма надёжные результаты, позволяющие судить о доходности проекта и его устойчивости.

6. Позволяет рассмотреть все возможные последствия принимаемых решений и оценить воздействие риска на цели проекта: сроки, стоимость и т.д.

Методика анализа риска, основанная на методе Монте-Карло, нашла широкое применение в различных областях экономики: финансы, управление проектами, страхование и т.д.

Преимущества спектрального метода:

1. Имеется относительно простая вычислительная программа для количественной (спектральной) оценки риска проекта на ЭВМ.

2. Метод может использоваться как на прединвестиционной стадии проекта, так и в ходе его исполнения – позволяет организовать управление риском с упреждением на протяжении всего периода жизни проекта.

3. При оценке риска отсутствует необходимость подбора закона распределения риск-переменных проекта.

4. Метод может использоваться при ограниченном объёме данных о связанной с риском величине (показателе эффективности проекта).

5. Метод учитывает характер поведения, связанного с риском результативного показателя проекта, что обеспечивает более высокую точность оценки риска.

6. Спектральная (количественная) оценка риска может осуществляться в реальном масштабе времени.

7. В ходе реализации проекта метод позволяет строить прогноз связанного с риском результативного показателя.

Вывод. *Спектральный риск-анализ* позволяет преодолеть многие из недостатков метода Монте-Карло. Он имеет большие перспективы применения для риск-анализа и управления риском в различных областях человеческой деятельности.

Библиографический список

1. Грачёва, М.В. Риск-менеджмент инвестиционного проекта / под ред. М.В. Грачёвой, А.Б. Секерина. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 544 с.
2. Матвеев, Б.А. Спектральный метод оценки риска инновационного проекта / Б.А. Матвеев // Наука ЮУрГУ [Электронный ресурс]: материалы 68-й научной конференции. Секции экономики, управления и права. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – С. 279–286 .
3. Матвеев, Б.А. Спектральный подход к анализу и измерению риска / Б.А. Матвеев // Проблемы анализа риска. – 2012. – Т. 9. – № 2. – С. 68–75.
4. Свидетельство о госуд. регистр. программы для ЭВМ. Программа расчёта спектрального показателя риска / Б.А. Матвеев, П.О. Орлов. – № 2012660696; заявл. 08.10.12, № 2012618523; зарегистр. 28.11.12 в Реестре программ для ЭВМ.

[К содержанию](#)