

ОЦЕНКА РИСКА ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Б.А. Матвеев

Рассмотрены достоинства и недостатки использования метода Монте-Карло для анализа и измерения риска инновационного проекта.

Ключевые слова: инновационный проект, имитационное моделирование, метод Монте-Карло, риск.

Введение

Инновационный проект, который характеризуется большим числом переменных, можно отнести к «большим системам». Объекты такого типа плохо поддаются формализации и математическому описанию. Поэтому математическую модель инновационного проекта обычно заменяют имитационной.

В общем случае имитационное моделирование – это метод исследования, когда изучаемая система заменяется моделью, с помощью которой можно получить информацию о функционировании системы, не прибегая к экспериментам на реальном объекте.

Если имитационную модель подвергнуть многократному воздействию случайных возмущений, то результатом испытаний будет реализация случайного процесса. Количественные характеристики, отображающие функционирование реального инновационного проекта, получают путем статистического анализа результатов эксперимента, а изменяя исходные данные моделирования, судят о развитии проекта в той или иной ситуации.

Различают статистическое имитационное моделирование и метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). При статистическом имитационном моделировании возможно применение как *вероятностно-аналитических*, так и *вероятностно-имитационных* моделей.

В случае *вероятностно-аналитической модели* влияние случайных факторов учитывается путем задания характеристик случайного процесса (закона распределения, спектральной плотности, корреляционной функции). Построение такой модели представляет сложную вычислительную задачу, поэтому ее используют для изучения сравнительно простых систем.

При *вероятностно-имитационном* моделировании оперируют не с характеристиками случайного процесса, а со случайными числовыми значениями его параметров. Поэтому для нахождения устойчивых характеристик случайного процесса необходимо многократное его воспроизведение с последующей статистической обработкой получаемых результатов.

При реализации статистического имитационного моделирования на ЭВМ возникает задача генерирования последовательности случайных чисел с заданным законом распределения. Для ее решения прибегают к численному методу, получившему название метода статистических испытаний или метода Монте-Карло.

Эффективность инновационной деятельности напрямую зависит от того, насколько точно была проведена оценка риска, реализована функция управления им. Анализ риска и его измерение являются важнейшим элементом системы управления инновационным проектом.

Для количественной оценки риска инновационного проекта в настоящее время применяют экспертный, статистический и имитационный методы измерения. Они позволяют также определить степень влияния факторов риска на эффективность проекта. К числу недостатков существующих методов измерения риска относятся: трудность в привлечении независимых экспертов и субъективность оценок (экспертный метод), необходимость большого объема исходной информации (статистический метод), сложность выбора закона распределения и учета корреляции случайных переменных проекта (имитационный метод).

Учитывая универсальность и перспективность использования имитационного моделирования для целей анализа и оценки риска инновационного проекта в данной статье рассмотрены достоинства и недостатки метода статистических испытаний (метода Монте-Карло).

Метод Монте-Карло

Процедуру измерения риска инновационного проекта с использованием метода Монте-Карло можно разбить на три этапа [1].

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 результативный 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 [2].

3. *Анализ результатов*. По выборочным данным результативного 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 результативного показателя.

Метод Монте-Карло требует большого объема вычислений и является одним из наиболее сложных методов количественной оценки риска. Его реализация возможна только с применением специальных компьютерных программ, позволяющих описывать прогнозные модели и обчислять большое число случайных сценариев проекта. Одним из таких программных продуктов является пакет «*Risk Master*» (*RM*) [1]. Программа *RM* включает два блока: имитационный и аналитический. В ходе работы имитационного блока происходит имитация модели проекта. Второй блок предназначен для анализа результатов эксперимента и расчета риска.

Достоинства метода Монте-Карло

1. Главное достоинство метода – гибкость инструмента анализа и необходимость поиска аналитического решения в виде математической модели.

2. Моделирование по методу Монте-Карло дает достаточно полное представление о возможных вариантах (сценариях) развития инновационного проекта. Метод позволяет судить не только о том, что может произойти в ходе реализации проекта, но и о том, какова вероятность такого исхода.

3. Метод позволяет изобразить графически последствия различных сценариев развития проекта и вероятность наступления этих сценариев, что необходимо для ознакомления с результатами моделирования всех участников проекта.

Построив кумуляту и гистограмму результативного показателя проекта, можно определить статистические характеристики распределения:

- показатели центра (среднее значение, мода, медиана);
- вероятность получения того или иного значения результативного показателя;
- вероятность нахождения результативного показателя в заданных пределах;
- показатели вариации (дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент вариации) и др.

Вероятность и показатели вариации используются в качестве меры риска, а кумулята – для принятия решения при выборе альтернативного проекта.

4. Метод Монте-Карло применим как для линейных, так и для нелинейных моделей проекта.

5. Нет необходимости знать или делать предположение о виде закона распределения результативного показателя проекта.

6. Нет необходимости делать допущение о симметричности закона распределения как входных величин, так и результативного показателя проекта.

7. При корректной модели проекта метод Монте-Карло дает весьма надежные результаты, позволяющие судить о доходности проекта и его устойчивости.

8. Метод Монте-Карло позволяет:

- получить количественную оценку интегрального риска проекта;
- оценить воздействие риска на цели проекта (сроки, стоимость и т. д.);
- оценить, насколько те или иные мероприятия смогут снизить риск и как это отразится на эффективности проекта;
- рассмотреть все возможные последствия принимаемых решений;
- построить имитационную модель, пригодную для определения оптимального соотношения между интегральным риском проекта и ожидаемым доходом от его реализации.

9. Разработаны и могут быть использованы для риск-анализа проектов специальные компьютерные программы: «*Risk Master*», «*Project Expert*», «Альт-Инвест» и др. [1].

Методика анализа, основанная на методе Монте-Карло, нашла применение в таких областях, как финансы, управление проектами, проектирование, НИОКР, страхование и др. Она используется [1, 3, 4]:

- 1) при анализе привлекательности проекта;
- 2) для расчета характеристик проекта (показателя эффективности, интегрального риска и др.) и его оптимизации. При анализе финансовых рисков применение имитационного моделирования является стандартным инструментом исследования;
- 3) для оценки стоимости компании;
- 4) для управления проектом;
- 5) для построения оптимизационных моделей управления риском: минимизации риска при заданном уровне показателя эффективности проекта или получения максимальной эффективности проекта при приемлемом уровне риска;
- 6) для исследования сетевого графика реализации проекта со случайными длительностями этапов;
- 7) для моделирования запасов продукции и материалов на складе и так далее.

Недостатки метода Монте-Карло

1. Необходимым условием проведения результативного имитационного моделирования является качественная модель инновационного проекта, что на практике осуществить достаточно сложно.

2. Из-за ограниченного объема исходной статистической информации возникают трудности с выбором адекватного закона распределения для каждой из риск-переменных проекта. Гипотетическое распределение случайной переменной проекта и оценка его параметров часто не соответствуют реальности, что в значительной степени влияет на качество модели и точность результатов эксперимента.

3. Включение в модель большого количества риск-переменных проекта, учет их распределения, а также парной и множественной корреляции между переменными требует создания специального программного обеспечения. В противном случае возникают заметные искажения результатов имитационного эксперимента.

4. С ростом числа учитываемых в модели переменных проекта возрастают издержки (финансовые и временные), необходимые для корректной оценки распределения случайных переменных и степени связи между ними.

5. Чтобы выборка результативного показателя, полученная при моделировании проекта, была репрезентативной, число имитационных экспериментов должно быть достаточно большим. Существуют трудности как с оценкой точности имитационной модели, так и с обоснованием числа имитаций.

6. При количественной оценке рисков не учитывается характер поведения (динамика) связанной с риском переменной проекта.

7. Значения риск-переменных проекта выбираются случайным образом (на основе генерирования псевдослучайных величин), что из-за слож-

ности учета коррелируемости переменных и увеличения их числа приводит к росту противоречивых сценариев проекта.

8. Результаты имитационного моделирования малопригодны для организации управления риском в реальном масштабе времени (при исполнении проекта).

9. Реализация метода сложна и требует специального программного обеспечения.

10. Из-за неопределенности закона распределения риск-переменных, участвующих в расчетах потока наличности, метод пока не нашел широкого применения в бизнесе.

Заключение

Перспективы использования метода Монте-Карло для анализа рисков инновационного проекта обусловлены следующими причинами.

1. Высокая неопределенность инновационной деятельности. Результаты реализации проекта могут существенно отличаться от прогнозных. Моделирование по методу Монте-Карло дает достаточно полное представление о возможных вариантах (сценариях) развития инновационного проекта.

2. Метод Монте-Карло позволяет рассмотреть все возможные последствия принимаемых решений и оценить воздействие риска на цели проекта, что обеспечивает более высокую эффективность принятых решений в условиях неопределенности.

3. При корректности имитационной модели метод Монте-Карло дает весьма надежные результаты.

4. Метод Монте-Карло позволяет сравнивать различные способы управления рисками и оценить их влияние на эффективность инновационного проекта.

5. Специально разработанные программные продукты позволяют выполнить огромный объем расчетов, необходимых для риск-анализа проекта.

6. Методика, основанная на методе Монте-Карло, широко применяется в различных областях человеческой деятельности.

В настоящее время активно разрабатывается спектральный метод количественной оценки экономических рисков [5, 6]. Он позволяет преодолеть многие из перечисленных выше недостатков метода Монте-Карло и дает возможность измерять интегрированный риск проекта в реальном масштабе времени. Спектральная оценка учитывает характер поведения связанной с риском переменной проекта и может использоваться при ограниченном объеме исходной информации. Важным преимуществом спектрального метода по сравнению с методом Монте-Карло является также и то, что он не требует знания закона распределения риск-переменных проекта.

Библиографический список

1. Грачева, М.В. Управление рисками в инновационной деятельности / М.В. Грачева, С.Ю. Ляпина. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 351 с.

2. Грачева, М.В. Риск-менеджмент инвестиционного проекта / под ред. М.В. Грачевой, А.Б. Секерина. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 544 с.
3. Маховикова, Г.А. Анализ и оценка рисков в бизнесе: учебник / Г.А. Маховикова, Т.Г. Касьяненко. – М.: Юрайт, 2014. – 464 с.
4. Лукашов, А.В. Метод Монте-Карло для финансовых аналитиков: краткий путеводитель / А.В. Лукашов // Управление корпоративными финансами. – 2007. – № 1(19). – С. 22–39.
5. Матвеев, Б.А. Спектральный метод оценки риска инновационного проекта / Б.А. Матвеев // Наука ЮУрГУ: материалы 68-й научной конференции. Секции экономики, управления и права. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – С. 279–286.
6. Матвеев, Б.А. Количественная оценка риска инновационного проекта / Б.А. Матвеев // Наука ЮУрГУ: материалы 69-й научной конференции. Секции экономики, управления и права. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – С. 114–120.