

УДК 004.021

## ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА БИЗНЕС-ПЛАНОВ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

А.Г. Кравец, А.С. Дроботов

В работе исследована возможность применения метода имитационного моделирования (метод Монте-Карло) для оценки качества инновационных проектов; предложен способ использования имитационного моделирования для принятия решения; программно реализован метод оценки рисков проекта на основе бизнес-плана.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, метод Монте-Карло, риск инновационного проекта, бизнес-план инновационного проекта.

### Введение

Необходимым условием стабильного функционирования и развития экономики является эффективная инвестиционная политика. Но при разработке и анализе эффективности тех или иных инновационных проектов, часто приходится сталкиваться с тем, что рассматриваемые при их оценке потоки денежных средств относятся к будущим периодам и носят прогнозный характер. Неопределенность прогнозируемых результатов приводит к возникновению риска того, что цели, поставленные в проекте, могут быть не достигнуты полностью или частично.

Таким образом, целью данной работы является повышение эффективности процесса разработки бизнес-планов инновационных проектов за счет количественной оценки рисков на основе метода имитационного моделирования. Научная новизна работы заключается в разработке нового алгоритма оценки общего риска инвестиционного проекта и алгоритма идентификации рисков на основе метода имитационного моделирования Монте-Карло.

### Метод оценки качества инновационных проектов на основе имитационного моделирования

Исходными данными для оценки качества инновационных проектов в работе служит макет бизнес-плана, отвечающий требованиям постановления Правительства РФ [1]. Структура бизнес-плана должна быть ориентирована на производство и продажу товаров (услуг).

Оценка качества инновационного проекта на основании предложенной структуры бизнес-плана основывается на модели денежных потоков и математической модели, определяемой формулой (1). Для оценки качества проектов была выбрана модель денежных потоков, включающих в себя потоки по финансовой, производственной и инвестиционной деятельности, представленные в дискретном виде [2]:

$$BP = \{AC_i, IA_i, FA_i\}, \quad (1)$$

где  $AC_i$  – поток денежных средств по операционной деятельности в  $i$ -ый квартал;  $IA_i$  – поток денежных средств по инвестиционной деятельности в  $i$ -ый квартал;  $FA_i$  – поток денежных средств по финансовой деятельности в  $i$ -ый квартал.

В качестве исходных величин (риск-переменные) для имитационного моделирования выступают [2] объем выпуска  $Q_i$ , цена  $P_i$ , переменные затраты  $V_i$ . В качестве закона изменения исходных величин используется треугольный закон распределения. В качестве интегрального показателя для поддержки принятия решения был выбран показатель – чистая современная стоимость проекта [3]:

$$NPV = \sum_{i=1}^N \frac{[Q_i \cdot (P_i - V_i) - F_i - A_i] \cdot (1 - T_i) + A_i}{(1 + r)^i} - I, \quad (2)$$

где  $I$  – начальные инвестиции;  $r$  – норма дисконта;  $N$  – срок проекта;  $Q_i$  – объем выпуска продукции (услуги);  $P_i$  – цена за штуку продукции (услуги);  $V_i$  – переменные затраты на выпуск продукции (услуги);  $F_i$  – постоянные затраты;  $A_i$  – амортизация;  $T_i$  – налог на прибыль. Анализ проекта по результатам имитационного моделирования для оценки качества предполагает два этапа [4]:

1. оценка общей эффективности проекта (принятие решения о целесообразности вложения инвестиций в проект);
2. идентификация рисков – определение того, какие риски могут повлиять на проект (рассматриваются только производственные риски по риск-переменным).

### Оценка качества инновационного проекта в целом

После проведения имитационного моделирования (генерации возможных сценариев развития проекта по риск-переменным) следующим шагом является оценка эффективности проекта в целом на основе данных эксперимента с помощью следующих индикаторов [3]:

- вероятности реализации неэффективного проекта (3);
- индекса ожидаемых потерь (4);
- срока окупаемости проекта (среднее значение индикатора);
- чистой приведенной стоимости проекта (среднее значение индикатора);
- индекса доходности инвестиций (среднее значение индикатора).

$$P(\text{porog}) = \frac{m}{n}, \tag{3}$$

$$ELR = \frac{\left| \sum_{i=1}^{n_2} x_i^- \cdot p_i \right|}{\left| \sum_{i=1}^{n_1} x_i^+ \cdot p_i + \sum_{i=1}^{n_2} x_i^- \cdot p_i \right|}, \tag{4}$$

где  $m$  – число экспериментов со значением критериального показателя (2) ниже порогового уровня, задаваемого лицом, оценивающим риск;  $n$  – общее число имитационных экспериментов;  $\text{porog}$  – пороговый уровень критериального показателя (2);  $n_1$  – количество экспериментов, для которых  $x_i$  принимает неотрицательный результат;  $x_i^+$  – неотрицательный результат (величина  $NPV$ ) при  $i$ -ом эксперименте;  $n_2$  – количество экспериментов, для которых  $x_i$  принимает отрицательный результат;  $x_i^-$  – отрицательный результат (величина  $NPV$ ) при  $i$ -ом эксперименте;  $p_i$  – вероятность получения результата  $x_i$ .

На основании полученных числовых значений индикаторов проекта делается вывод об эффективности проекта – решение об инвестировании проекта.

Для учета значений индикаторов (3) и (4) в эффективности проекта была разработана шкала оценки риска инновационного проекта (табл. 1–3) на основании [5].

Значение вероятности реализации неэффективного проекта	Балл
0–9% / уверенность в отсутствии риска	1
10–20% / скорее мнение об отсутствии риска, чем о его наличии	3
21–30% / позиция относительно риска неопределена	5
31–50% / скорее уверенность в наличии риска, чем в его отсутствии	7
51–100% / уверенность в высоком риске	9

Таблица 1. Определение баллов на основании значения вероятности реализации неэффективного проекта

Значение индекса ожидаемых потерь	Балл
0–0,08 / уверенность в отсутствии риска	1
0,09–0,19 / скорее мнение об отсутствии риска, чем о его наличии	3
0,20–0,29 / позиция относительно риска неопределенна	5
0,30–0,45 / скорее уверенность в наличии риска, чем в его отсутствии	7
0,46–1 / уверенность в высоком риске	9

Таблица 2. Определение баллов на основании значения индекса ожидаемых потерь

Уровень риска	Сумма баллов
Нерискованный проект	2
Минимальный риск	4–6
Средний риск	7–10
Высокий риск	11–14
Полный риск	15–18

Таблица 3. Оценка общего риска инновационного проекта

### Определение рисков инновационного проекта

После оценки эффективности проекта в целом следующим шагом является идентификация возможных рисков проекта на основе проведенного имитационного моделирования по каждой риск-переменной [4]. Для каждого риска проекта рассчитывается сила риска и определяется план возможных действий, способствующих повышению благоприятных возможностей и снижению угроз для достижения целей проекта.

Сила риска определяется тремя показателями:

1. вероятность возникновения риска (5);
2. собственно силой риска, т.е. наиболее значимым экономическим убытком (6);
3. вероятностью восстановления развития проекта после наступления данного риска (7).

Вероятность возникновения риска определяется по следующей формуле [5]:

$$p\_risk = \frac{N_1}{N_2}, \quad (5)$$

где  $N_1$  – количество удовлетворяющих риску сценариев (число экспериментов);  $N_2$  – общее число сценариев моделирования.

Сила риска, или экономический ущерб от возникновения риска, определяется по следующей формуле [4]:

$$f\_risk = \min(NPV_i), \quad i = 1 \dots N_1, \quad (6)$$

где  $N_1$  – количество удовлетворяющих риску сценариев (число экспериментов);  $\min(NPV_i)$  – наименьшее значение показателя эффективности ( $NPV$ ) проекта из удовлетворяющих риску сценариев.

Вероятность восстановления развития проекта после наступления данного риска определяется по следующей формуле [4]:

$$r\_risk = \frac{R_1}{R_2}, \quad (7)$$

где  $R_1$  – количество исходов, удовлетворяющих риску сценария, для которых  $NPV_i > NPV_{POROG}$ ,  $R_2$  – количество исходов, удовлетворяющих риску сценария, для которых  $NPV_i < NPV_{POROG}$ ,  $NPV_{POROG}$  – пороговый уровень для показателя эффективности.

Далее для каждого риска происходит определение возможного сценария выхода из риска – разработка количественных показателей для риск-переменной, показывающих, на сколько нужно увеличить (уменьшить) переменную в следующие года развития и основанные на подсчете среднего значения:

$$RP = \frac{\sum_{i=1}^{N_1} rp\_value_i}{N_1},$$

где  $N_1$  – количество удовлетворяющих риску сценариев (число экспериментов);  $rp\_value_i$  –  $i$ -е значение риск-переменной.

### Заключение

В результате проведения имитационного моделирования определяется эффективность проекта (принятие решения о целесообразности вложения инвестиций в проект), а также определяется, какие риски могут повлиять на проект (например, падение объемов продаж товара на втором году реализации, повышение цен на необходимые товары для производства продукции на четвертом году реализации проекта), и план реагирования на риски.

В рамках работы была разработана автоматизированная система «Поддержка инновационных проектов «Эксперт» на языке C# (среда Microsoft Visual Studio 2005, СУБД – SQL Server 2005), которая состоит из модуля работы с бизнес-планами проектов, модуля проведения имитационного моделирования и оценки общего риска проекта, модуля идентификации рисков проекта и модуля формирования отчетов.

Система может использоваться в процессе разработки бизнес-плана проекта для анализа рисков и выработки стратегии их снижения, а также для принятия решения по инвестированию проектов.

### Литература

1. Постановление Правительства РФ от 22 ноября 1997 г. № 1470 «Об утверждении Порядка предоставления государственных гарантий на конкурсной основе за счет средств Бюджета развития Российской Федерации и Положения об оценке эффективности инвестиционных проектов при размещении на конкурсной основе централизованных инвестиционных ресурсов Бюджета развития Российской Федерации» – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/176300/>, своб.
2. Макет бизнес-плана, представляемого претендентом в составе заявки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.siora.ru/businessplan/maket/>, своб.
3. Лукасевич И.Я. Анализ финансовых операций. Методы, модели, техника вычислений: Учеб. пособие / И.Я. Лукасевич. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 1998. – 400 с.
4. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений: Учебник. – 2-е изд. – М.: Логос, 2002. – 392 с.
5. A Guide to the Project Management Body of Knowledge / Project Management Institute. – 3-d ed. – Project Management Institute, 2004. – 388 p.

**Кравец Алла Григорьевна** – Волгоградский государственный технический университет, доктор технических наук, доцент, [al1212@rkm.ru](mailto:al1212@rkm.ru)

**Дроботов Александр Сергеевич** – Волгоградский государственный технический университет, аспирант, [drobotov@rambler.ru](mailto:drobotov@rambler.ru)