



УДК 519.866

М. Г. Осипова, Н. В. Лашманова

Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

## Подходы к оценке интегрального риска в системе управления проектами

*Рассматривается проблема оценки интегрального риска проекта на основе имитационного моделирования Монте-Карло. Для оценки интегрального риска проекта используются интервальные оценки последствий, связанных с наступлением конкретных рисков событий. Такие оценки могут быть выражены в денежной и временной форме, что также учитывается в рамках модели. Результатом моделирования является распределение вероятностей, на основе которого графическим путем определяется интегральный риск проекта.*

### Интегральный риск, управление рисками, методы оценки риска, управление изменениями, система корпоративного управления

Управление проектами осуществляется, как правило, в ситуациях значительной неопределенности параметров внутренней и внешней среды. Это, несомненно, сказывается на степени достижения поставленных целей – по всему миру только 20 % проектов укладываются в бюджет и запланированный график реализации [1]. Неопределенность является причиной того, что принимаемые решения в действительности неоптимальны. Управление рисками позволяет на основе анализа случайных факторов оценить возможные отклонения, выработать стратегии для минимизации последних. В случае игнорирования рисков (а также возможностей) или их бессистемного учета на этапе планирования проектов осуществляется неверный расчет необходимых для реализации инвестиций. Это в итоге приводит к недо- или перефинансированию, а значит, к нерациональному использованию финансовых ресурсов.

Как известно, впервые в экономическую науку понятие риска ввел Ф. Найт [2]. Он занимался проблемами риска и неопределенности и дал следующее определение: «Риск – это образ действий в неясной, неопределенной обстановке». Его работы стали отправной точкой для развития данной области знаний, однако теория риск-менеджмента

постоянно развивалась и появлялись новые определения и подходы к пониманию этого термина [3]–[6]. В результате появилось большое число различных определений понятия «риск». С целью исключения многозначности понимания терминов в дальнейшем под «риском» следует понимать расчетную величину, комплексно характеризующую потенциально возможное рисковое событие – с точки зрения вероятности наступления и влияния на достижение цели проекта. Наступление рискового события, в свою очередь, может стать причиной отклонения фактического результата работ от запланированного.

Анализ риска традиционно состоит из двух этапов: идентификации рисков событий (включая первоначальную оценку характеристик рискового события, их влияния на ход реализации проекта) и оценки интегрального риска (стоимостная оценка влияния совокупности рисков событий на ход реализации проекта, портфеля проектов или всей компании). На данных этапах следует разделять следующие понятия: риск, соответствующий одному рисковому событию, интегральный риск проекта, интегральный риск деятельности компании. Интегральный риск проекта состоит из совокупности рисков на различных

этапах реализации проекта. Он включает в себя возможность не только прямых финансовых потерь, но и косвенного ущерба, например отклонение временных параметров.

Идентификация может проводиться с использованием методов мозгового штурма (обсуждение проекта на совещании) и экспертных оценок (индивидуальные оценки экспертов). Ее результатом являются данные (табл. 1), которые включаются в первую часть реестра рисков событий. Реестр представляет собой сводную таблицу, используемую для регистрации результатов первоначальной оценки (1-я часть), последующего моделирования (в рамках имитационного моделирования – 2-я часть), записи разработанных мероприятий по управлению риском и дальнейшего контроля (3-я часть), записи оценки эффективности реализованных мероприятий (4-я часть).

Оценку риска большинство авторов [6]–[9] предлагает проводить путем перемножения вероятности и влияния рисков событий. Однако такая оценка является некорректной с математической точки зрения. Дело в том, что влияние рисков события является переменной величиной, т. е. вероятностной. Поэтому следует разделять понятия вероятности наступления рисков события и вероятности проявления того или иного влияния рисков события. Таким образом, непосредственное умножение вероятности и влияния невозможно математически (за исключением случаев, когда наступление рисков события приведет к заранее известным финансовым расходам, т. е. случаев, когда распределение является

бинарным), так как не существует операции умножения для распределений вероятностей, которые описываются интегральными уравнениями. Правильно их можно умножать только посредством свертки распределений, тогда как при простом перемножении этих значений не учитывается фактор неопределенности в части изменения влияния.

Существует два решения этой проблемы: графическое (наиболее распространенное) и математическое. Первое подразумевает отказ от математических операций, непосредственно умножения, и замену его на аналогичное графическое представление. Для этого следует квантифицировать первоначальные оценки (вероятность и влияние) и составить матрицу рисков  $5 \times 5$ , где каждой строке и столбцу будет соответствовать определенный интервал вероятностей (табл. 2).

В табл. 2 в строках отражена разная степень влияния рисков события, в столбцах – вероятность наступления рисков события, где 1 – почти невозможно (0–10 %), 2 – маловероятно (10–30 %), 3 – вероятно (30–60 %), 4 – скорее произойдет, чем не произойдет (60–90 %), 5 – почти что определено, что произойдет (90–100 %).

После распределения по ячейкам рисков события, таким образом, получают своего рода координаты в матрице. Чем ближе эти координаты к ячейке Д5, тем выше риск, соответствующий данному рисковому событию. Визуально такую таблицу разделяют на три зоны: зеленую, желтую и красную, отражающие степень опасности рисков событий. Однако такой подход не позволяет определить количественное значение интегрально-

Таблица 1

Форма реестра рисков событий (часть 1)

Категория	Рисковое событие	Вероятность наступления	Влияние, тыс. р.	Влияние, дни

Таблица 2

Пример условной матрицы рисков

Влияние на достижение целей	Увеличение бюджета	Отклонение от графика						
			1	2	3	4	5	
Проект не может быть реализован или может быть реализован только частично	15 % и более	Смещение на критическом пути, отставание от графика более, чем на 6 месяцев	Д					
Проект может быть реализован только частично	10–15 %	Смещения на критическом пути	Г					
Необходимо внесение изменений в план реализации работ	1–10 %	Смещение пакета работ, затрагивающее другие пакеты, но не затрагивающее критический путь	В					
Отсутствует	Не более 1 %	Незначительное отклонение пакета работ от графика	Б					
Отсутствует	Минимальное или отсутствует	Минимальное или отсутствует	А					

го риска, поэтому целесообразно воспользоваться вторым способом решения обозначенной ранее проблемы – математическим методом.

Для количественной оценки риска предлагается использовать имитационное моделирование Монте-Карло. Проведение данного моделирования основано на том, что при известных законах распределения можно с помощью определенной методики получить не единственное значение, а распределение результирующего показателя (гистограмму). Это возможно сделать, используя в расчетах не фиксированные значения влияния, а распределения вероятностей.

Первым этапом моделирования является создание математической модели, что подразумевает под собой определение:

- переменных, которые включаются в модель;
- типа распределения, которому эти переменные подвержены;
- взаимозависимости между переменными.

В финансовом анализе традиционно используют модель денежных потоков проекта [10], а результирующим значением является чистая приведенная стоимость (NPV). Адаптируя данную модель к методике оценки риска, получим следующее:

$$NPV = f(x_1, \dots, x_j, \dots, x_n; a_1, \dots, a_m),$$

где  $x_j$  – риск-переменные (составляющие денежного потока, являющиеся случайными величинами);  $a_m$  – фиксированные параметры модели, т. е. те составляющие денежного потока, которые в результате предыдущего анализа были определены как независимые или малозависимые от внешней среды и поэтому рассматриваются как детерминированные величины.

Для каждой переменной, являющейся случайной величиной, необходимо подобрать вид распределения. Однако сделать это с высокой точностью возможно только при достаточно большом объеме статистической информации, которая не всегда имеется. Поэтому эксперт, осуществляющий моделирование, зачастую полагается на собственный опыт. На практике чаще всего используют нормальное, треугольное или равномерное распределение.

Алгоритм подбора закона распределения заключается в следующем:

- 1) определить возможные границы изменения риск-переменной (чаще экспертным путем);
- 2) выбрать общий вид закона распределения;

3) с учетом диапазона изменения переменной оценить основные числовые характеристики закона распределения (математическое ожидание, дисперсия).

Основным этапом моделирования является осуществление имитации, что становится возможным с применением специального программного обеспечения. Каждый имитационный эксперимент – случайный сценарий. Число имитационных экспериментов должно быть достаточно велико, чтобы сделать выборку репрезентативной. Результатом проведения имитационных экспериментов является выборка из  $n$  значений NPV. Из графика кумулятивного распределения частот появления результатов можно рассчитать вероятность, определяющую результат проекта.

Однако использовать NPV как результирующий показатель можно только для определения интегрального риска до начала реализации проекта, с целью определения целесообразности внедрения. Тогда, если уже начата реализация проекта, расчет NPV, так же как и ранее, позволит рассчитать только интегральный риск, но эта оценка не сможет использоваться в дальнейшем ни для чего, кроме как для принятия управленческих решений. Однако одной из задач такой количественной оценки является возможность дальнейшего учета риска в бюджете проекта, что оценка риска через NPV сделать не позволяет. Поэтому необходимо использовать другой показатель, который будет иметь непосредственное отношение к бюджету проекта. Им является отклонение от запланированного бюджета, т. е. сумма всех частных оценок риска, соответствующих рисковому событиям, полученная в результате моделирования. Точнее, результатом будет вероятностное распределение этой суммы.

Таким образом, результирующим показателем будет математическое ожидание вероятности наступления рисковомых событий и их влияния на бюджет проекта:

$$R_i = \sum(p_j \cdot i_j),$$

где  $R_i$  –  $i$ -й риск (политический, расселения, обременения и т. д.);  $p_j$  – вероятность наступления  $j$ -го рисковомого события;  $i_j$  – влияние  $j$ -го рисковомого события.

Однако более 70 % проектов по всему миру не только не укладываются в первоначальный бюджет, но и отклоняются от графика работ, что,

в свою очередь, также имеет финансовые последствия. Каждый просроченный день сдачи проекта будет стоить компании определенной суммы, а, значит, риск отклонения от графика работ также необходимо учитывать. Однако объединять в один показатель степень влияния в рублях и в днях нецелесообразно, так как дополнительные финансовые затраты не всегда ведут к задержке по времени. Поэтому возможно учитывать отклонение по графику следующим образом:

$$R_i = \sum(p_j \cdot t_j),$$

где  $t_j$  – влияние (дни)  $j$ -го рискового события.

Таким образом, по итогам моделирования получим два распределения: отклонения от бюджета и отклонения от графика. Причем последнее можно перевести в денежное выражение, умножив на величину  $C$ , соответствующую стоимости задержки на 1 день (тыс. р.). Тогда модель будет выглядеть следующим образом:

$$R_i = \sum(p_j \cdot i_j) + \sum(p_j \cdot t_j)C.$$

Таким образом, для оценки интегрального риска вместо конкретных значений влияния рискового события эксперт должен задать интервал, в котором может варьироваться переменная. Такой интервал задается двумя величинами: минимальным и максимальным значениями. Применяя данную методику, можно снизить погрешность экспертной оценки, так как определить интервал намного проще, чем конкретную величину.

Каждой переменной следует задать свое распределение вероятностей. Как уже было замечено, при моделировании традиционно используют три вида распределений. При равномерном распределении будет неверно описывать изменчивость переменных, так как минимум и максимум подразумевают, что данные значения будут проявляться только в исключительных случаях. Нормальное распределение, в свою очередь, подразумевает, что мода и медиана будут совпадать, но это неверно в случае с экспертной оценкой влияния. Как показывают исследования [11], эксперты, стремясь увеличить точность оценки, подсозна-

тельно завышают максимальное значение, поэтому нормальное распределение также не будет адекватно отображать существующую ситуацию.

Треугольное распределение (распределение Симпсона) определяется тремя параметрами: минимальное и максимальное значения и наиболее вероятное (в табл. 3 – НВ), т. е. мода. Минимальное и максимальное значения получаем путем экспертных оценок, как наиболее вероятное значение будем использовать среднее геометрическое этих величин. Выбор среднего геометрического для расчета моды определяется именно склонностью экспертов завышать максимальные оценки, тогда как такой подход позволяет снизить влияние ошибки. Причем это же распределение можно использовать и в случае, если влияние является постоянной величиной: событие наступило – влияние 100 %, не наступило – 0 %. Таким образом, реестр рисковых событий расширяется и приобретает вид, представленный в табл. 3.

На основании полученных статистических данных может быть осуществлено моделирование, т. е. многократная оценка риска с целью получения распределения вероятностей наступления рисковых событий (см. рисунок), суммарного влияния рисковых событий. Само по себе распределение вероятностей не является оценкой риска (величиной), но позволяет ее определить.

По оси ординат на графике отображается вероятность наступления того или иного исхода. По оси абсцисс откладывается отклонение от бюджета в денежном выражении. На примере видно, что полученное распределение не является симметричным. На графике также изображена кумулятивная кривая, описывающая накопленное число исходов. Из точки на кумулятивной кривой, соответствующей 80 % (выбор предела в 80 % основан на правиле Парето), вниз опущен перпендикуляр (пунктирная линия). Ориентируясь на нее, можно с вероятностью 80 % утверждать, что отклонение от бюджета составит не более 75.86 млн р. Именно эта величина и является интегральным риском проекта.

Аналогично можно провести расчет отклонения от запланированного графика (в днях). Более

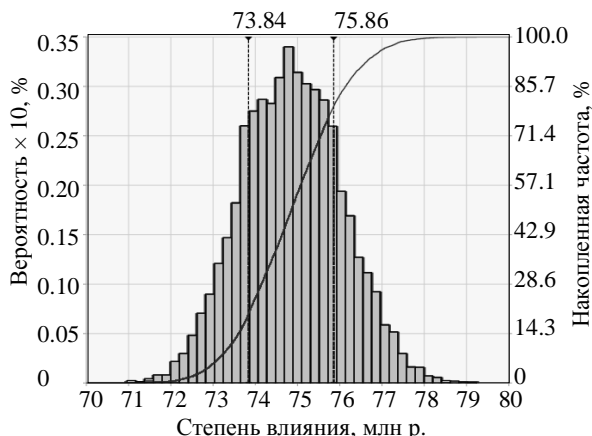
Таблица 3

Форма реестра рисковых событий (часть 2)

Категория	Рисковое событие	Вероятность наступления	Влияние, тыс. р.			Влияние, дни		
			Мин.	НВ	Макс.	Мин.	НВ	Макс.

того, оценивать интегральный риск можно не только на уровне проекта, но и на каждом этапе его реализации. Это необходимо для проведения анализа уровня интегрального риска проекта на каждом этапе, особенно на этапе проектирования.

Также с помощью построенной модели для выявления наиболее значимых рисков событий можно проводить «анализ чувствительности». Традиционно он состоит из следующих шагов: выбор результирующего (ключевого) показателя, относительно которого и проводится оценка чувствительности; выбор факторов; расчет значений результирующего показателя на разных этапах осуществления проекта. По итогам анализа строятся диаграммы, отражающие зависимость выбранных результирующих показателей от исходных параметров. Сопоставляя между собой полученные диаграммы, можно определить, ключевые показатели, в наибольшей степени влияющие на оценку доходности проекта. В рамках анализа рисков в этом методе в качестве результирующего показателя используется величина интегрального риска, а в качестве факторов – влияние и вероятность рисков событий.



Важно, что на оценку интегрального риска большое влияние будет оказывать наличие взаи-

мосвязанных рисков событий. Эту связь можно заложить при первоначальной оценке рисков событий путем установления зависимостей между ячейками в реестре рисков. Например, вероятность события А = 50 %, Б = 30 %, событие Б может произойти только в случае реализации события А. Тогда вероятность события Б = 15 %.

Говоря об интегральном риске, важно понимать, что он превосходит то значение, которое должно быть включено в финансовую модель проекта. Поэтому одной из задач системы управления рисками является разработка и реализация эффективных мероприятий для снижения уровня риска. Поэтому также необходимо разработать методику учета риска в бюджете и графике реализации проекта: определить, какой минимальный процент интегрального риска должен быть заложен в бюджете и графике реализации проекта.

Построение имитационной модели на предынвестиционной стадии реализации проекта, постоянное обновление информационной базы и формирование ежемесячных отчетов позволяет компании оценить реальные (с учетом риска) бюджет и продолжительность каждого этапа реализации проекта. Более того, умение эффективно реализовывать проекты с привлечением меньших по сравнению с конкурентными капиталовложений может стать ключевым фактором успеха компании. Однако этот успех напрямую и косвенно зависит от множества предсказуемых и непредсказуемых факторов – технологических, экономических, политических и других и рисков событий, связанных с ними. Именно поэтому одной из ключевых задач риск-менеджмента является постоянный мониторинг, идентификация и систематизация рисков событий, а также трансляция этой информации высшему руководству как в графической, так и в количественной форме.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Project Management: 8 Steps to On-Time, On-Budget Delivery. URL: <http://www.cio.com>.
2. Найт Ф. Х. Риск, неопределенность и прибыль. М.: Дело, 2003.
3. Dembo R. S., Freeman A. The Rules of Risk. Taschenbuch: Wiley, 2001.
4. Williams C. A., Heins R. M. Risk management & Insurance. Irwin: McGraw-Hill, 1997.
5. Вяткин В. Н. Управление рисками фирмы: программы интегративного риск-менеджмента. М.: Финансы и статистика, 2009.
6. Международный стандарт ISO 31000: Риск-менеджмент. Принципы и руководство // Практический менеджмент качества. URL: <http://www.pqg-online.com>.
7. Рогов В. А., Чудаков А. Д. Управление рисками. М.: ТНТ, 2012.
8. Тихомиров Н. П. Риск-анализ в экономике. М.: ИД Экономика, 2010.
9. Хохлов Н. В. Управление риском: учеб. пособие. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.

10. Грачева М. В., Секерин А. Б. Риск-менеджмент инвестиционного проекта: учеб. пособие. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009.

11. Hopkinson M. Monte Carlo Schedule Risk Analysis // Risk Management Capability. URL: <http://www.rmcapability.com/>.

---

M. G. Osipova, N. V. Lashmanova  
*Saint-Petersburg state electrotechnical university «LETI»*

#### INTEGRATED PROJECT RISK ESTIMATION.

*Is devoted to the problem of integrated project risk estimation based on Monte Carlo imitation simulation. For integrated project risk estimation the interval evaluation of risk events impacts is used. Such estimates can be expressed in money and time that is also considered in the model. The result of simulation is a probability distribution, based on which the integrated project risk is determined using graphic method.*

**Risk assessment, risk evaluation, risk management, change management, corporate management system**

---