

Послиання на статтю

Латкин М.А. Формирование количественных характеристик рисков проекта / М.А. Латкин, Т.И. Бондарева, А.В. Ефремова // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2004. – № 3(11). – С.66-73. Режим доступу: <http://www.pmdp.org.ua/>

УДК 681.3

М.А. Латкин, Т.И. Бондарева, А.В. Ефремова

ФОРМИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РИСКОВ ПРОЕКТА

Рассмотрена проблема количественной оценки проектных рисков на основе вероятностного подхода. Для получения интегральных количественных характеристик по всем уровням декомпозиции моделей проектных рисков применяются правила теории вероятности и принцип независимости рисков. Это позволяет предварительно оценить риски до начала выполнения проекта, получить различные сценарии реализации проекта с учетом рисков. Рис. 1, табл. 1, ист. 4.

Ключевые слова: управление проектами, проектные риски, количественная оценка рисков.

М.О. Латкін, Т.І. Бондарева, Г.В. Єфремова

ФОРМУВАННЯ КІЛЬКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РИЗИКІВ ПРОЕКТУ

Розглянута проблема кількісної оцінки проектних ризиків на основі імовірнісного підходу. Для отримання інтегральних кількісних характеристик за всіма рівнями декомпозиції моделей проектних ризиків використовуються правила теорії імовірності та принцип незалежності ризиків. Це дозволяє попередньо оцінити ризики до початку виконання проекту, отримати різні сценарії реалізації проекту з урахуванням ризиків. Рис. 1, табл. 1, дж. 4.

M.A. Latkin, T.I. Bondarewa, A.V. Efremova

FORMATION THE PROJECT RISKS QUANTITATIVE CHARACTERISTICS

The problem of the project risks quantitative estimation, based on probability approach, is considered. Rules of the theory of probability and the principle of risks independence are applied for reception the integrated quantitative characteristics on all levels of decomposition of the project risks models. It allows estimating risks prior to the beginning of the project performance, also to receive various scripts of the project execution on account of risks.

Постановка проблеми. Существующие технологии управления проектами (РМВОК) позволяют провести укрупненную оценку основных проектных рисков с целью принятия решения о начале реализации проекта и планирования мероприятий в случае их возникновения [1]. Для более детальных оценок, анализа рисков на этапах планирования и контроля выполнения проекта, акцентирования внимания на работах подверженных наибольшему влиянию неблагоприятных событий необходимо создание структурированных моделей

“Управління проектами та розвиток виробництва”, 2004, № 3(11)

проектных рисков. Это позволит более обоснованно определить привлекательность и эффективность проекта с учетом возможных рисков и реакцией на их последствия, предупредить руководителя проекта о причинах, последствиях, месте и времени возникновения неблагоприятных событий.

Таким образом, создание формализованных моделей проектных рисков (RiskBS), отражающих иерархические структуры работ проекта (WBS, OBS) и логику их выполнения является актуальной научно-прикладной проблемой в области управления проектами.

Анализ существующих публикаций в рамках выделенной проблемы позволяет сделать следующие выводы [2]:

- существуют стандарты, методы организации процессов управления рисками в проектах;
- широко используются моделирование, статистические и экспертные методы для количественной оценки рисков;
- в основном проводится предварительный анализ проектных рисков для принятия решения о начале реализации проекта.

В качестве нерешенных частей рассматриваемой проблемной области можно выделить:

- отсутствие на предприятиях и в Украине статистических данных в области управления рисками проекта;
- нет единого методологического подхода к формализации основных внешних и внутренних проектных рисков.

Поэтому необходимо структурирование основных проектных рисков с целью предупреждения возникновения неблагоприятных событий, качественного и количественного анализа рисков, разработки методов управления рисками, повышения эффективности процессов планирования и выполнения проекта.

Для достижения поставленной цели предлагается выбрать математический аппарат регулярных схем системных моделей, который позволяет формализовать процессы управления проектами и рисками, методы вероятностного анализа проектных рисков для получения их количественных оценок.

Постановка задачи количественного анализа проектных рисков.

Количественный анализ проектных рисков включает следующие этапы:

- оценка вероятности неблагоприятного события;
- оценка ущерба, потерь в случае возникновения риска;
- определение средних и предельных характеристик, построение уровней риска [3].

Для определения количественных характеристик основных проектных рисков (вероятность возникновения неблагоприятного события; возможный ущерб, потери) будем использовать методы вероятностного анализа рисков и сформированный комплекс структурных и событийных моделей рисков (RiskBS): превышение длительности работ проекта ($R \text{ Risk}T$); превышение стоимости работ проекта ($R \text{ Risk}C$); низкое качество работ проекта ($R \text{ Risk}K$) [4].

Местом, источником возникновения перечисленных проектных рисков являются соответствующие элементы WBS (работы проекта) и OBS (исполнители проекта) структур. Основным последствием вероятных неблагоприятных событий окажется снижение эффективности проекта, вплоть до его закрытия.

Для получения интегральных количественных характеристик проектных рисков по всем уровням декомпозиции моделей RiskBS применим правила теории вероятности и принцип независимости рисков. Комплексирование значений элементов моделей проектных рисков (RiskBS) на каждом уровне декомпозиции будем осуществлять снизу вверх по правилам сложения независимых событий. Вероятности возникновения неблагоприятных событий и возможные потери в случае реализации риска для элементов нижнего уровня RiskBS (работа проекта) можно определить экспертными, статистическими методами, на основе построения «дерева отказов», «дерева событий» или считать заданными руководителем и командой проекта.

Определение количественных характеристик моделей RiskBS. При оценке вероятности возникновения рисков для элементов верхнего уровня декомпозиции моделей RiskBS можно использовать правило сложения независимых событий:

$$P(B_i) = 1 - \prod_{i=1}^n P(\bar{A}_i), \quad (1)$$

где $P(\bar{A}_i) = 1 - P(A_i)$ – вероятность противоположного события.

Ущерб (потери) в случае реализации рисков для элементов верхнего уровня декомпозиции моделей RiskBS суммируются:

$$U(B_i) = \sum_{i=1}^n U(A_i), \quad (2)$$

где $U(A_i)$ – ущерб (потери) при возникновении риска на элементе A_i .

Это дает возможность предварительно оценить потенциально возможный риск проекта до начала его реализации.

Например, для модели RiskBS на рисунке 1 и значений элементов нижнего уровня в таблице 1 получим следующие результаты:

$$\begin{aligned} P(B_1) &= 1 - (0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,7) = 0,496; \\ U(B_1) &= 2000 + 1500 + 1000 = 4500; \\ P(B_2) &= 1 - (0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9) = 0,271; \\ U(B_2) &= 1000 + 1000 + 1000 = 3000; \\ P(C_1) &= 1 - (0,504 \cdot 0,729) = 0,634; \\ U(C_1) &= 4500 + 3000 = 7500. \end{aligned}$$

Таблица 1

Количественные характеристики элементов модели RiskBS

Элемент модели	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
Вероятность возникновения риска	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1

“Управління проектами та розвиток виробництва”, 2004, № 3(11)

Ущерб (потери) при возникновении риска	2000	1500	1000	1000	1000	1000
--	------	------	------	------	------	------

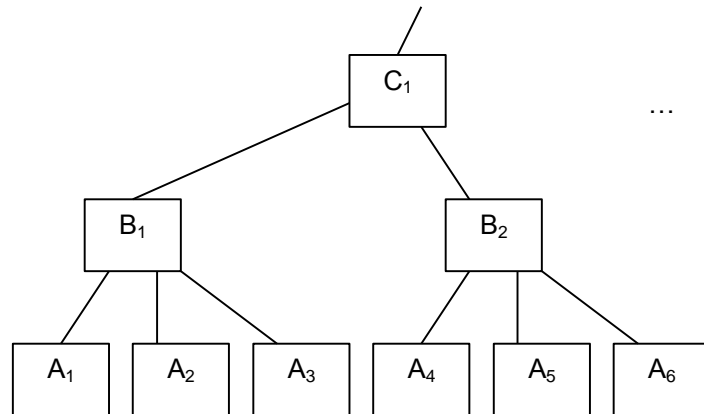


Рис. 1. Пример модели проектных рисков (RiskBS)

Для рассмотренного примера (табл. 1) вероятность возникновения неблагоприятного события $P(C_1) = 0,634$, максимально возможный ущерб составит $U(C_1) = 7500$.

Для более точных оценок рисков проекта в ходе его реализации можно использовать формулу полной вероятности:

$$P(B) = \sum_{i=1}^n P(H_i)P(B|H_i), \quad (3)$$

где $P(B)$ – вероятность события B ;

$P(H_i)$ – вероятности гипотез относительно события B ;

$P(B|H_i)$ – условная вероятность события B при этой гипотезе.

Для рассматриваемого примера (табл. 1) риск на элементе B_1 модели RiskBS может появиться при следующих гипотезах:

H_1 - риск возникнет только на элементе A_1 ;

H_2 - риск возникнет только на элементе A_2 ;

H_3 - риск возникнет только на элементе A_3 ;

H_4 - риск возникнет только на элементах A_1 и A_2 ;

H_5 - риск возникнет только на элементах A_2 и A_3 ;

H_6 - риск возникнет только на элементах A_1 и A_3 ;

H_7 - риск возникнет только на элементах A_1 , A_2 и A_3 ;

H_8 - риск не возникнет ни на одном элементах A_1 , A_2 и A_3 .

Предположим, что событие B_1 (риск) появиться, если верны гипотезы H_1 , H_2 , H_3 , H_4 , H_5 , H_6 , H_7 , то есть условные вероятности равны:

$$P(B_1 | H_1) = P(B_1 | H_2) = P(B_1 | H_3) = P(B_1 | H_4) = P(B_1 | H_5) = \\ = P(B_1 | H_6) = P(B_1 | H_7) = 1; P(B_1 | H_8) = 0.$$

Теперь определим вероятности гипотез:

$$P(H_1) = P(A_1) \cdot Q(A_2) \cdot Q(A_3) = 0,1 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 0,056; \\ P(H_2) = Q(A_1) \cdot P(A_2) \cdot Q(A_3) = 0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,7 = 0,126; \\ P(H_3) = Q(A_1) \cdot Q(A_2) \cdot P(A_3) = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,3 = 0,216; \\ P(H_4) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot Q(A_3) = 0,1 \cdot 0,2 \cdot 0,7 = 0,014; \\ P(H_5) = Q(A_1) \cdot P(A_2) \cdot P(A_3) = 0,9 \cdot 0,2 \cdot 0,3 = 0,054; \\ P(H_6) = P(A_1) \cdot Q(A_2) \cdot P(A_3) = 0,1 \cdot 0,8 \cdot 0,3 = 0,024; \\ P(H_7) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot P(A_3) = 0,1 \cdot 0,2 \cdot 0,3 = 0,006; \\ P(H_8) = Q(A_1) \cdot Q(A_2) \cdot Q(A_3) = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 0,504.$$

Тогда вероятность возникновения риска на элементе B_1 модели RiskBS будет

$$P(B_1) = 0,056 + 0,126 + 0,216 + 0,014 + 0,054 + 0,024 + 0,006 = 0,496.$$

После этого определим ущерб (потери) для данных гипотез:

$$U(H_1) = 2000; U(H_2) = 1500; U(H_3) = 1000; \\ U(H_4) = 2000 + 1500 = 3500; U(H_5) = 1500 + 1000 = 2500; \\ U(H_6) = 2000 + 1000 = 3000; \\ U(H_7) = 2000 + 1500 + 1000 = 4500; U(H_8) = 0.$$

Таким образом, вероятность максимального ущерба на элементе B_1 модели RiskBS ($U(H_7) = 4500$) равна $P(H_7) = 0,006$.

Если в качестве случайной величины X принять ущерб (потери) в случае реализации какой-либо гипотезы H_i , то возникающее распределение называется вероятностной смесью распределений. Математическое ожидание случайной величины X находим по формуле полного математического ожидания:

$$M[X] = \sum_{i=1}^n p_i \cdot m_i, \quad (4)$$

“Управління проектами та розвиток виробництва”, 2004, № 3(11)

где m_i – условное математическое ожидание случайной величины X при условии реализации гипотезы H_i .

Для данной ситуации, если в качестве ущерба на элементе B_1 модели RiskBS принять математическое ожидание потерь при условии реализации гипотез H_i , то большое влияние на результат окажет вероятность не возникновения риска ни на одном элементе A_1 , A_2 и A_3 ($P(H_8) = 0,504$). Поэтому для оценки средней величины ущерба (потерь) необходимо предположить, что риск на элементе B_1 модели RiskBS возникнет.

В случае возникновения рискованного события на элементе модели RiskBS можно пересчитывать вероятности гипотез, используя формулу Байеса:

$$P(H_i | B) = \frac{P(H_i)P(B | H_i)}{\sum_{i=1}^n P(H_i)P(B | H_i)}, \quad (5)$$

где $P(H_i)$ – априорные вероятности гипотез до наступления события B ,

$$\sum_{i=1}^n P(H_i) = 1;$$

$P(H_i | B)$ – послеопытные (апостериорные) вероятности гипотез при условии, что наступило событие B .

Для рассматриваемого примера допустим, что рискованное событие наступило на элементе B_1 модели RiskBS. Тогда апостериорные вероятности гипотез будут следующими:

$$\begin{aligned} P(H_1 | B_1) &= \frac{0,056}{0,496} = 0,113; & P(H_2 | B_1) &= \frac{0,126}{0,496} = 0,254; \\ P(H_3 | B_1) &= \frac{0,216}{0,496} = 0,435; & P(H_4 | B_1) &= \frac{0,014}{0,496} = 0,028; \\ P(H_5 | B_1) &= \frac{0,054}{0,496} = 0,109; & P(H_6 | B_1) &= \frac{0,024}{0,496} = 0,048; \\ P(H_7 | B_1) &= \frac{0,006}{0,496} = 0,012; & P(H_8 | B_1) &= \frac{0}{0,496} = 0. \end{aligned}$$

Используя формулу полного математического ожидания, получим среднюю величину ущерба (потерь):

$$U(B_1) = 0,113 \cdot 2000 + 0,254 \cdot 1500 + 0,435 \cdot 1000 + 0,028 \cdot 3500 +$$

$$+0,109 \cdot 2500 + 0,048 \cdot 3000 + 0,012 \cdot 4500 = 1610.$$

Аналогично определяем вероятность возникновения риска на элементе B_2 модели RiskBS, апостериорные вероятности гипотез, среднюю величину ущерба (потерь):

$$P(B_2) = 0,081 + 0,081 + 0,081 + 0,009 + 0,009 + 0,009 + 0,001 = 0,271.$$

$$P(H_1 | B_2) = \frac{0,081}{0,271} = 0,3; \quad P(H_2 | B_2) = \frac{0,081}{0,271} = 0,3;$$

$$P(H_3 | B_2) = \frac{0,081}{0,271} = 0,3; \quad P(H_4 | B_2) = \frac{0,009}{0,271} = 0,032;$$

$$P(H_5 | B_2) = \frac{0,009}{0,271} = 0,032; \quad P(H_6 | B_2) = \frac{0,009}{0,271} = 0,032;$$

$$P(H_7 | B_2) = \frac{0,001}{0,271} = 0,004; \quad P(H_8 | B_2) = \frac{0}{0,271} = 0.$$

$$U(B_2) = 0,3 \cdot 1000 + 0,3 \cdot 1000 + 0,3 \cdot 1000 + 0,032 \cdot 2000 + 0,032 \cdot 2000 + 0,032 \cdot 2000 + 0,004 \cdot 3000 = 1104.$$

Подобным образом определяем вероятность возникновения риска на элементе C_1 модели RiskBS, апостериорные вероятности гипотез, среднюю величину ущерба (потерь):

$$P(C_1) = 0,362 + 0,137 + 0,134 = 0,634.$$

$$P(H_1 | C_1) = \frac{0,362}{0,634} = 0,57; \quad P(H_2 | C_1) = \frac{0,137}{0,634} = 0,22.$$

$$P(H_3 | C_1) = \frac{0,134}{0,634} = 0,21; \quad P(H_4 | C_1) = \frac{0}{0,634} = 0.$$

$$U(C_1) = 0,57 \cdot 1610 + 0,22 \cdot 1104 + 0,21 \cdot 2714 = 1730.$$

Применение формул сложения независимых событий и полной вероятности для рассмотренного примера дало одинаковый результат вероятности того, что рисковое событие произойдет. Однако при использовании формулы полной вероятности условные вероятности гипотез относительно элементов верхнего уровня декомпозиции модели RiskBS не всегда могут быть равными единицы. Это зависит от организации процессов контроля, методов управления рисками, мероприятий реагирования на наступление неблагоприятных событий и ликвидации их последствий.

Таким образом, применение формулы полной вероятности дает возможность осуществлять статическое моделирование рисков в процессе выполнения проекта, рассчитывать различные сценарии его реализации, оценивать средние величины ущерба (потерь), контролировать изменения рисков в случае наступления неблагоприятных событий (формула Байеса),

“Управління проектами та розвиток виробництва”, 2004, №

получать исходные данные для динамического моделирования проекта (вероятности перехода по состояниям).

Выводы. Впервые разработан комплекс иерархических моделей проектных рисков (RiskBS), который позволяет структурировать, проводить качественный и количественный анализ основных рисков проекта. Для формализованного представления моделей RiskBS используются регулярные схемы системных моделей, для формирования количественных характеристик элементов моделей RiskBS по всем уровням декомпозиции применяются правила теории вероятности.

Таким образом, применение структурных и событийных моделей RiskBS позволяет:

- на основе правила сложения независимых событий предварительно оценить вероятность возникновения риска и его максимально возможный ущерб;
- с помощью формул полной вероятности и Байеса получить различные сценарии реализации проекта, вероятность возникновения рисков события, возможный ущерб (потери) для каждого сценария, определить среднюю величину ущерба (потерь) сценариев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бушуев С.Д. Керівництво з питань проектного менеджменту. К.: Українська асоціація управління проектами, 1999. – 197 с.
2. Мазур И.И., Шапиро В.Д. Управление проектами. Учеб. пособие. – М.: «Экономика», 2001. – 574 с.
3. Хохлов Н.В. Управление риском. – М.: ЮНИТИ, 2001. – 239 с.
4. Латкин М.А., Бондарева Т.И., Емад А.Р. Структурирование проектных рисков. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. Сб. науч. трудов. Вып. 21. – Харьков: Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2003. – С. 162-165.

Стаття надійшла до редакції 25.07.2004 р.