

УДК 519.715

# УПРАВЛЕНИЕ ПРОГРАММНЫМИ РИСКАМИ НА ОСНОВЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ОЦЕНОК И СТРАТЕГИЯ СНИЖЕНИЯ РИСКА

**В.Н. Бурков**

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН*  
Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 65  
E-mail: [Vlab17@bk.ru](mailto:Vlab17@bk.ru)

**В.Г. Борковская**

*НИУ Московский Государственный Строительный Университет*  
Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26  
E-mail: [BorkovskayaVG@mgsu.ru](mailto:BorkovskayaVG@mgsu.ru)

**И.В. Буркова**

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН*  
Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 65  
E-mail: [ibur27@gmail.com](mailto:ibur27@gmail.com)

**Ключевые слова:** риск, управление, программа, качественная оценка, снижение риска.

**Аннотация:** В статье предлагается метод определения качественных оценок риска программы, состоящей из нескольких проектов. Ставятся и решаются задачи управления рисками на основе стратегий снижения риска и уклонения от риска.

## 1. Введение

Управление рисками в программе – раздел управления проектами, включающий задачи и процедуры для определения рисков проектов, включенных в программу, а также разработки и реализации эффективных мер реагирования на них [1, 2]. Риск проекта характеризуется двумя параметрами:

- вероятностью наступления рискового события;
- влияние на характеристики проекта (величиной ущерба).

На практике, как правило, применяются качественные оценки вероятности и ущерба (низкая, средняя, высокая вероятность, низкий (малый), средний, высокий (большой) ущерб). Обобщающей характеристикой является степень влияния (ранг) риска, под которым понимается ожидаемый ущерб (произведение вероятности на ущерб). В статье даются постановки и предлагаются методы решения трех задач управления рисками программы.

Первая заключается в определении качественных характеристик программы при заданных качественных характеристиках проектов, включенных в программу.

Вторая задача состоит в снижении степени влияния программы до низкого уровня с минимальными затратами на снижение рисков проектов программы.

Третья задача заключается в снижении степени влияния рисков программы до низкого уровня при формировании ее предметной области за счет исключения из программы проектов с высокими и средними уровнями степеней влияния проектов, так чтобы эффект программы был максимальным [3-5].

## 2. Постановка задач

Рассмотрим программу, состоящую из  $n$  проектов. Каждый проект характеризуется эффектом от его реализации  $a_i$ , затратами на его реализацию  $c_i$  и качественной оценкой риска (вероятности и ущерба). Будем рассматривать трехбалльную шкалу для вероятности, ущерба и степени влияния проекта.

Обозначим  $v_l, v_2$  – граничные величины вероятности. Если вероятность  $p \leq v_l$ , то проект имеет низкий риск, если  $v_l < p \leq v_2$ , то проект имеет средний риск, если  $p > v_2$ , то проект имеет высокий риск. Поскольку о распределении вероятностей для проектов с низким, средним и высоким уровнями рисков ничего не известно, то естественно принять, что эти распределения являются равномерными. Поэтому определяем базовые уровни вероятностей следующим образом:

$$\begin{aligned} v_k &= \frac{v_1}{2}, \\ v_c &= v_1 + \frac{(v_2 - v_1)}{2} = \frac{v_1 + v_2}{2}, \\ v_b &= v_2 + \frac{(1 - v_2)}{2} = \frac{v_2 + 1}{2}. \end{aligned}$$

Аналогично определим (экспертным путем) граничные уровни ущерба  $U_1$  и  $U_2$  (на единицу стоимости проекта). Если риск признан низким (по ущербу), то ущерб  $U \leq U_1$ . Если риск средний по ущербу, то  $U_1 < U \leq U_2$ . Если риск высокий по ущербу, то  $U > U_2$ . Далее определяем базовые уровни

$$\begin{aligned} U_h &= \frac{U_1}{2}, \\ U_c &= \frac{U_1 + U_2}{2}. \end{aligned}$$

Для определения базового уровня  $U_b$  следует задать максимальный ущерб  $U_{max}$ . Далее вычисляем:

$$U_b = U_2 + \frac{U_m - U_2}{2} = \frac{U_m + U_2}{2}.$$

Далее для упрощения примем  $U_{max} = 1$ , то есть считаем, что ущерб не превышает стоимости проекта (хотя это и не всегда имеет место). Теперь можно определить степень влияния рисков проекта [6-8].

Заметим, что существует девять возможных типов проектов: (Н; Н), (Н; С), (Н; В), (С; Н), (С; С), (С; В), (В; Н), (В; С), (В; В). Соответственно, получаем девять возможных степеней влияния. Так, например, для типа (Н; В) имеем степень влияния  $W = v_n * U_b$ . Аналогично для других типов. Граничные уровни степени влияния определяем естественным образом

$$W_1 = v_1 U_1, W_2 = v_2 U_2.$$

Соответственно, базовые уровни

$$W_n = v_n U_n, W_c = v_c U_c, W_b = v_b U_b.$$

## 2.1. Стратегия снижения риска

Стратегия снижения риска заключается в том, что проводятся мероприятия, снижающие либо вероятность, либо ущерб, либо и то и другое со среднего уровня до низкого, с высокого уровня до среднего или низкого.

В зависимости от типа проекта существуют различные варианты снижения риска. Для проектов типа (Н; С) или (С; Н) имеется всего по одному варианту снижения риска от среднего до низкого уровня (по ущербу или по вероятности). Для проектов типа (С; С) существует уже три варианта. Первые два варианта связаны с снижением риска до низкого уровня либо по вероятности либо по ущербу. Третий вариант связан со снижением риска до низкого уровня и по вероятности, и по ущербу. Для проектов типа (В; Н) или (Н; В) существуют два варианта снижения риска с высокого до среднего или низкого. Для проектов типа (С; В) или (В; С) существует пять вариантов снижения риска. Два из них связаны со снижением риска с высокого до среднего или низкого. Один вариант связан со снижением риска с среднего до низкого. Еще два варианта связаны со снижением риска со среднего до низкого с одновременным снижением риска с высокого до среднего или низкого. Наконец, для проектов типа (В; В) существует восемь вариантов. Четыре варианта связаны со снижением риска с высокого до среднего или низкого либо по вероятности, либо по ущербу. Еще четыре варианта связаны со снижением риска с высокого до среднего уровня по вероятности (либо по ущербу) с одновременным снижением риска с высокого до среднего или низкого по ущербу (либо по вероятности).

Каждый вариант снижения риска будем оценивать по величине снижения степени влияния, которую он обеспечивает. Эта величина равна разности степени влияния проектов данного типа и степени влияния проектов, к типу которых принадлежит проект после снижения риска.

Поставим задачу определения вариантов снижения риска для каждого типа проектов, включенных в программу, обеспечивающих снижение степени влияния рисков программы до низкого уровня с минимальными затратами [9-11].

## 2.2. Стратегия уклонения от риска

Суть стратегии уклонения от риска состоит в том, что ряд высокорисковых и (или) среднерисковых проектов не включаются в программу, так чтобы степень влияния рисков программы не превышала  $W_1$ . Обозначим  $x_i = 1$ , если проект  $i$  включен в программу,  $x_i = 0$ , в противном случае,  $a_i$  – эффект от  $i$ -го проекта, если он включен в программу,  $R$  – величина финансирования программы.

*Задача.* Определить  $x_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , максимизирующее

$$(1) \quad \sum_i a_i x_i,$$

при ограничениях

$$(2) \quad \sum_i c_i x_i \leq R,$$

$$(3) \quad \sum_i b_i x_i \leq W_1,$$

где  $b_i$  – степень влияния  $i$ -го проекта.

Если проект  $i \in Q_k$ ,  $k = \overline{1, 9}$ , то  $b_i = \alpha_i W_k x_i$ ,

где  $\alpha_i = \frac{c_i x_i}{\sum_j c_j x_j}$ , где  $W_k$  – степень влияния проекта  $k$ -го типа, т. е.  $k = Н$  или  $С$  или  $В$ .

Неравенство (3) принимает вид

$$\sum_i c_i w_k x_i \leq W_1 \sum_i c_i x_i$$

или

$$(4) \quad \sum_k \sum_{i \in Q_k} c_i \Delta_k x_i \leq 0,$$

где  $\Delta_k = W_k - W_1$ .

Задача (1), (2), (4) является задачей целочисленного линейного программирования. Опишем приближенный алгоритм ее решения на основе метода множителей Лагранжа.

Вычислим Лангранжиан:

$$(5) \quad L(\lambda, x) = \sum_k \sum_{i \in Q_k} (a_i - \lambda c_i \Delta_k) x_i,$$

где  $\lambda$  – множитель Лагранжа.

Заметим, что при фиксированном  $\lambda$  задача максимизации (5) при ограничении (2) является задачей о ранце. Будем ее решать приближенно на основе метода «Затраты – эффект». Эффективность проекта  $i \in Q_k$  при заданном  $\lambda$  определяется выражением

$$q_i(x) = \frac{a_i - \lambda c_i \Delta_k}{c_i} = \frac{a_i}{c_i} - \lambda \Delta_k.$$

Задача свелась к определению  $\lambda$ , при котором достигается минимум величины

$$N(\lambda) = \max_x L(\lambda, x)$$

Эту задачу можно решить простым перебором (например, делением отрезка возможных значений  $\lambda$  пополам), учитывая, что число  $N(\lambda)$  – выпуклая функция  $\lambda$ .

*Пример.* Возьмем проекты из предыдущих задач и примеров [8-12]. Данные о величинах  $a_i$ ,  $c_i$ ,  $\Delta_k$  и  $q_i(0)$  приведены ниже (таблица 1) (величины  $c_i \Delta_k$  умножены на 100).

**Таблица 1.**

$i$	1	2	3	4	5	6
$a_i$	12	21	6	10	14	9
$c_i$	5	10	15	10	5	5
$c_i \Delta_k$	90	60	-7,5	0	-22,5	-22,5
$q_i(0)$	4	3,5	3	2,5	2	1,5

Возьмем  $R=30$ .

**1 шаг.**  $\lambda=0$ . В программу включаются проекты 1, 2, 3. Вычисляем:

$$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 = 342,5 > 0$$

**2 шаг.**  $\lambda=0,05$ . Значения  $q_i(0,05)$  приведены ниже (таблица 2).

**Таблица 2.**

$i$	1	2	3	4	5	6
$q_i(0,05)$	-9,5	-4,5	3,375	0	3,125	2,625

В программу включаются проекты 3, 5 и 6 с затратами 25.

**3 шаг.** Берем  $q_i(0,02)$ . Значения  $q_i(0,02)$  приведены ниже (таблица 3).

**Таблица 3.**

$i$	1	2	3	4	5	6
$q_i(0,02)$	0,2	0,3	3,15	2,5	2,45	2,45

В программу входят проекты 3, 4 и 5 с затратами 30 и эффектом 20. Это решение является оптимальным. Действительно, ни один из первых двух проектов не может входить в программу.

Если ректорат и руководитель программы решили пойти на средний уровень риска, то значения  $\Delta_k$  меняются, то есть уменьшаются на  $W_2 - W_1 = 0,48 - 0,06 = 0,42$  (на единицу стоимости). В этом случае, как легко проверить, все проекты будут иметь отрицательные  $\Delta_k$  и в программу войдут первые три проекта с эффектом 39, что значительно больше чем 20 [12].

### 3. Заключение

В статье рассмотрены задачи определения качественных характеристик рисков программ для случая, когда ущерб и степень влияния рисков программы равны, соответственно, сумме ущербов и сумме степеней влияния рисков проектов программы. Дальнейших исследований требуют ситуации, когда программа состоит из зависимых проектов, в которых и вероятность, и ущерб, и степень влияния рисков программы описываются более сложным образом.

### Список литературы

1. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Теории графов в управлении организационными системами. М.: Синтег, 2001. 124 с.
2. Прикладные модели в управлении организационными системами / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, В.В. Соколовский, Н.А. Шульженко. Тула, 2002.
3. Borkovskaya V.G., Degaev E., Burkova I. Environmental economic model of risk management and costs in the framework of the quality management system // MATEC Web of Conf., 193 (2018) 05027. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819305027>.
4. Borkovskaya V.G. Complex models of active control systems at the modern developing enterprises // Advanced Materials Research (Volumes 945-949). Chapter 22: Manufacturing Management and Engineering Management. June 2014. P. 3012-3015. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.945-949.3012.
5. Борковская В.Г. Reducing risks in the construction enterprise under strategic leadership of the management // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13, Вып. 11. С. 1341-1348. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.11.1341-1348.
6. Борковская В.Г. Снижение рисков в жилищно-коммунальном хозяйстве при стратегическом лидерстве руководства // Журнал ЦИТИСЭ. 2018. № 3 (16).
7. Борковская В.Г., Дегаев Е.Н. Разработка и внедрение системы менеджмента качества с учётом проектных рисков в испытательной лаборатории // Недвижимость: экономика, управление. Экономика и менеджмент недвижимости. 2018. № 3.
8. Бурков В.Н., Буркова И.В., Борковская В.Г. Управление рисками проектов на основе качественных оценок // Сборник трудов X международной научно-технической конференции «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD '2017)». 2-4 октября 2017 г. М.: ИПУ РАН. С. 18-27.
9. Бурков В.Н., Буркова И.В., Борковская В.Г. Управление проектными рисками на основе качественных оценок. 9 с.
10. Агзямов Р.А., Бурков В.Г., Борковская В.Г., Насонова Т.В. Управление программными рисками на основе качественных оценок их характеристик // Экономика и менеджмент систем управления. 2017. № 4 (26). С. 42-49.
11. Борковская В.Г. Управление проектными рисками // Сборник докладов XXIII Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем». Декабрь, 2015 г. М.: ИПУ РАН, С. 230-235.
12. Борковская В.Г. Проектные риски // Научное обозрение. 2015. № 23. С. 212-214.