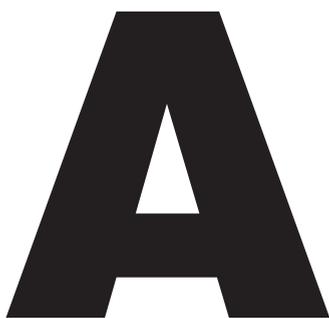


# Методы управления рисками проекта

Рассматриваются методы оценки и управления рисками проекта, метод иерархического анализа и метод серой кластеризации. Предлагается использование новых методов для более точной оценки рисков, а также приближения ее к реальности



**Е.А. Фролова**<sup>1</sup>  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский  
государственный университет  
аэрокосмического  
приборостроения»  
(ФГАОУ ВО ГУАП),  
д-р техн. наук, доцент,  
frolovaelena@mail.ru

**С.А. Атрошенко**<sup>2</sup>  
ФГБН «Институт проблем  
машиноведения Российской  
академии наук»,  
д-р физ.-мат. наук, профессор,  
satroshe@mail.ru

**А.А. Каплиева**<sup>3</sup>  
ФГАОУ ВО ГУАП,  
alex.arg27@yandex.ru

<sup>1</sup> директор института,  
Санкт-Петербург, Россия  
<sup>2</sup> ведущий научный сотрудник,  
Санкт-Петербург, Россия  
<sup>3</sup> инженер, Санкт-Петербург, Россия

**Для цитирования:** Фролова Е.А.,  
Атрошенко С.А., Каплиева А.А.  
Методы управления рисками  
проекта // Компетентность /  
Competency (Russia). — 2024. — № 6.  
DOI: 10.24412/1993-8780-2024-6-37-41

## Ключевые слова

риски, оценка рисков, серая  
кластеризация, энтропийное  
взвешивание, линейное  
взвешивание, веса

вторыми представлен обзор методов, которые поддерживают управление рисками в проектах для разработки продуктов. Управление рисками — это деятельность в рамках управления проектами, приобретающая все большее значение в связи с современной средой, глобальным фокусом и конкуренцией. Методы, рассмотренные в данной статье, используются не на постоянной основе. Более ориентированный на риск подход, возможно, приведет к интеграции нескольких методов, что позволит повысить эффективность управления проектами.

## Методы выявления рисков

**И**дентификация рисков — это изучение ситуации с целью понимания, что может пойти не так в любой момент времени в ходе проекта [1–3]. Потому необходимо выявить источники риска и их потенциальные последствия, прежде чем начинать действия по снижению рисков. Для этого возможно применение: контрольных списков, диаграммы влияния, анализа режимов и последствий отказов (FMEA), исследования опасности и работоспособности (HAZOP), дерева неисправностей, дерева событий.

## Методы анализа риска

**Е**сли выявлено, что риск необходимо подвергнуть анализу, нужно выбрать способ получения информации о рисковом событии — количественный или качественный, определить метрики измерения риска, чтобы в дальнейшем их использовать для расчета величины и анализа рисков, выработать план по снижению рисковых событий. Вероятность риска отображает вероятность наступления кризисного события. А последствия, тяжесть или воздействие риска представляют собой результат, вызванный рисковым событием. Величина риска

— это произведение вероятности и числового выражения последствий риска. В определении вероятности и последствий риска состоит функция оценки риска.

Количественный подход требует анализа исторических данных с помощью инструментов статистического анализа. В большинстве случаев количественные данные труднодоступны и ограничиваются небольшой областью проблемы. Кроме того, они не всегда доступны в нужный момент и в необходимой форме, поэтому качественный подход с использованием субъективных методов оценки является более подходящим для управления рисками. Хотя субъективный подход подвержен влиянию индивидуальных предубеждений и опыта, он все равно обеспечивает основу для оценки рисков, где более важную роль играет выделение возможных кризисных ситуаций, а не точное предсказание рискового события.

Функция анализа рисков заключается в определении влияния факторов риска на систему в целом [4–6]. Легче смягчать риски, если они объединены в группы и рассматриваются в долгосрочной перспективе, а не контролироваться на одном из них. Часть способов, используемых для анализа проектов, может также применяться и для анализа рисков, это методы: сетки вероятностей и воздействия, оценки надежности системы, анализа дерева неисправностей, дерева событий, чувствительности и моделирования.

## Методы оценки рисков

**О**ценка риска — это функция управления, когда события, с ним связанные, должны стать приоритетными для определения мероприятий по снижению рисков на основе извлеченного опыта, знаний организации, отраслевых эталонов и стандартных практик [7–8].

1. Дерево решений используется для структурирования процесса принятия решений, а также оценки результатов неопределенных событий.

2. Управление портфелем сравнивает несколько проектов с точки зрения риска доходности и инвестиций. Проекты располагают на матрице величины риска и доходности. Это позволяет принимать решения по управлению, основываясь на стратегии компании, максимальной стоимости портфеля и расчете полезности проекта.

3. Метод принятия решений по нескольким критериям учитывает различные атрибуты проекта, включая негативные и позитивные факторы решения. Произведение относительного веса и оценки атрибута дает взвешенный балл для этого атрибута. Если общий взвешенный балл оказывается положительным, то проект должен быть избран. Данную технику можно применить и к анализу рисков, если сравнивать рисковые события со стандартными и определять взвешенный балл по отношению к ним.

Рассмотрим управление рисками на основе метода серой кластеризации. Возьмем исследование управления рисками на примере проекта ре-

новации района с высокой плотностью застройки, долгим сроком эксплуатации, низким качеством жилья, а также множеством угроз безопасности и отсутствием вспомогательных объектов.

### Конструкция системы индексов оценки рисков

Идентификация рисков является предпосылкой для дальнейшей оценки рисков проекта. На этом этапе будут использованы методы мозгового штурма и Дельфи (Delphi technique), после чего эксперты создадут список предварительных факторов риска для последующего использования метода Дельфи. Путем сопоставления можно построить систему индексов оценки риска (см. табл. 1).

### Модель оценки метода серой кластеризации

Для начала воспользуемся методом назначения оператора С-OWA и методом линейной комбинации энтропийного веса, чтобы определить веса показателей риска. Затем используем метод серой кластеризации, чтобы узнать уровень риска, построить весовую функцию, провести

Таблица 1  
Система индексов оценки рисков [Risk assessment index system]

Индикаторы уровня 1 [Level 1 indicators]	Вторичные показатели [Secondary indicators]	Значение индикатора [Indicator value]
Политический риск (A <sub>1</sub> )	Нечеткое определение собственников	Право собственности на землю. При перепланировке порой сложно определить четко право собственности некоторых участков
	Риск политической среды	Цикл реконструкции длится долго, а политика в области реновации корректируется
	Неадекватные соответствующие системы	Политика и стандарты компенсации порой не совпадают в различных регионах
	Сложный процесс утверждения	Участие большого количества департаментов, что влечет несогласованность в утверждениях между ними
Социальный риск (A <sub>2</sub> )	Компенсация за снос	Риски между фактической компенсацией и ожиданием
	Риск готовности жителей	Нежелание некоторых жителей выселяться
Инженерные риски (A <sub>3</sub> )	Риск задержки проекта	Форс-мажорные обстоятельства при строительстве
	Риск качества жилья	Соответствует ли конструкция требованиям, реалистична ли строительная программа?
	Риск генерального планирования	Разумное ли планирование?
	Технологический риск в строительстве	Стандартизировано ли, эксплуатируется ли в соответствии с чертежами?
Экономический риск (A <sub>4</sub> )	Риск привлечения средств	Наличие средств для реализации проекта
	Стоимостной риск	Увеличение затрат в связи с увеличением расходов, вызванных нарушениями
	Тендерный и управленческий риск	Подрядчики используют различные лазейки в законе, чтобы выиграть тендер, что приводит к убыткам во время строительства объекта
	Прочие форс-мажорные риски	Стихийные бедствия, болезни и прочее

расчет матрицы показателей первого и второго уровней веса и, наконец, через центроидный вектор и кластерную матрицу рассчитать значение комплексной оценки риска, чтобы определить его уровень.

### Метод комбинированного присвоения весов

Приглашаются несколько экспертов для оценки важности каждого показателя риска в рамках отдельного слоя показателей, и результирующий балл является пропорциональным важности риска. Получаем данные оценки индикатора риска.  $A = a_1, a_2, \dots, a_j, \dots, a_m$ . Переставляем их в порядке убывания и приходим к  $B = b_0, b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_{m-1}$ . И тогда получаем  $b_0 \geq b_1 \geq b_2 \geq b_j \geq b_{m-1}$ .

Рассчитаем по формуле веса  $\alpha_{j+1}$

$$A = \frac{c_{m-1}^j}{\sum_{k=0}^{m-1} C_{m-1}^k}, \quad (1)$$

где  $i = 0, 1, 2, \dots, m-1$ ,  $c_{m-1}^j$  — количество комбинаций данных  $j$  из данных  $m-1$ .

$$\sum_{j=0}^{m-1} \alpha_{j+1} = 1. \quad (2)$$

На основе полученного вектора весов  $\alpha_{j+1}$  узнаем абсолютные веса индикаторов риска  $\bar{\omega}_1$

$$\bar{\omega}_1 = \sum_{j=1}^m \alpha_j \cdot b_j, \quad (3)$$

где  $\alpha_j \in [0,1]$ ,  $i \in [1,n]$ ,  $n$  — номер идентификатора риска.

Рассчитаем относительные весовые значения рисков  $\bar{\omega}_1$

$$\bar{\omega}_1 = \frac{\bar{\omega}_1}{\sum_{i=1}^m \bar{\omega}_1}, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (4)$$

### Метод энтропийного взвешивания для определения весов

Находим матрицу показателей (1) на основе результатов экспертов.

$$R = (\gamma_{ij})_{m \times n},$$

где  $\gamma_{ij}$  обозначает значение оценки  $j$ -го эксперта по  $i$ -му показателю, всего

$m$  экспертов и  $n$  показателей оценки. Нормализация выполняется для получения матрицы (2)

$$R' = \frac{\gamma_{ij} - \min(\gamma_i)}{\max(\gamma_i) - \min(\gamma_i)}. \quad (5)$$

Делаем нормализацию, где

$$p_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{\sum_{j=1}^n \gamma_{ij}}. \quad (6)$$

Определяем значение энтропии  $i$  первого показателя  $e_i$

$$e_i = -\frac{1}{\ln(n)} \sum_{j=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}. \quad (7)$$

Рассчитаем энтропийный вес  $i$

$$\omega'_i = \frac{1 - e_i}{\sum_{i=1}^n (1 - e_i)}. \quad (8)$$

### Метод линейной взвешенной комбинации для определения весов

Рассчет композитных весов с помощью метода линейной взвешенной комбинации

$$\bar{\omega}_i = \alpha \omega_i + (1 - \alpha) \omega'_i, \quad (9)$$

где  $\omega_i$  — значение веса, полученное методом назначения оператора С-OWA,  $\omega'_i$  — вес показателя, полученный методом энтропийного взвешивания, а  $\bar{\omega}_i$  — вес показателя, полученного методом линейного взвешивания,  $\alpha$  — константа, которую необходимо определить (диапазон значений:  $0 < \alpha < 1$ ).

Определяемая константа  $\alpha$  представляет собой выбор предпочтений уполномоченного. Если  $\alpha$  принимает большое значение, это означает, что наделяемый полномочиями предпочитает нормативное надделение полномочиями. Приведенные шаги могут быть использованы для научного и обоснованного распределения показателей в системе индексов оценки рисков проекта реновации.

### Метод серой кластеризации

При методе серой кластеризации проводится анализ неопределенности в случае относительно небольшого количества данных и информации для систематического анализа

Таблица 2  
Критерии уровня риска  
[Risk level criteria]

Диапазон [0,2] [Range [0,2]]	Низкий
Диапазон (2,4) [Range (2,4)]	Относительно низкий
Диапазон (4,6) [Range (4,6)]	Умеренный
Диапазон (6,8) [Range (6,8)]	Относительно высокий
Диапазон (8,10) [Range (8,10)]	Очень высокий

проблемы. Матрица коэффициентов оценки получается путем определения критериев оценки факторов риска, а затем агрегирование вектора весов индексов используется для оценки уровня риска рассматриваемого объекта. В соответствии с системой оценочных показателей критерии оценки были разделены на пять уровней, или пять серых кластеров, и экспертам было предложено определить значения уровней риска показателей, как приведено в табл. 2.

### Составление матрицы оценки

На основе критериев оценки уровня риска  $G$  количество экспертов приглашается для оценки показателей второго уровня,  $K$  представляет собой значение оценки риска  $k$ -го эксперта,  $i$  — показатель первого уровня, а  $a_{ijk}$  — значение оценки экспертов показателя второго уровня при показателе первого уровня.

$$D = \begin{pmatrix} a_{111} & \dots & a_{1jk} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{i11} & \dots & a_{ijk} \end{pmatrix}. \quad (10)$$

Таблица 3  
Весовая функция оценки риска реновации  
[Weighting function of renovation risk assessment]

Зола [Ash]	Серое вещество [Grey matter]	Функция отбеливания веса [Weight whitening function]
$e = 1$	$\otimes_1 \in [0,9,\infty]$	$f_1[a_{ijk}] = \begin{cases} a_{ijk} / 9, a_{ijk} \in [0,9] \\ 1, a_{ijk} \in (9, \infty) \\ 0, a_{ijk} \notin [0, \infty) \end{cases}$
$e = 2$	$\otimes_2 \in [0,7,14]$	$f_2[a_{ijk}] = \begin{cases} a_{ijk} / 7, a_{ijk} \in [0,7] \\ 2 - a_{ijk} / 7, a_{ijk} \in (7,14) \\ 0, a_{ijk} \notin [0,14] \end{cases}$
$e = 3$	$\otimes_3 \in [0,5,10]$	$f_3[a_{ijk}] = \begin{cases} a_{ijk} / 5, a_{ijk} \in [0,5] \\ 2 - a_{ijk} / 5, a_{ijk} \in (5,10) \\ 0, a_{ijk} \notin [0,10] \end{cases}$
$e = 4$	$\otimes_4 \in [0,3,6]$	$f_4[a_{ijk}] = \begin{cases} a_{ijk} / 3, a_{ijk} \in [0,3] \\ 2 - a_{ijk} / 3, a_{ijk} \in (3,6) \\ 0, a_{ijk} \notin [0,6] \end{cases}$
$e = 5$	$\otimes_5 \in [0,1,2]$	$f_5[a_{ijk}] = \begin{cases} a_{ijk} / 1, a_{ijk} \in [0,1] \\ 2 - a_{ijk}, a_{ijk} \in (1,2) \\ 0, a_{ijk} \notin [0,2] \end{cases}$

В данной работе применяется модель центроидов для построения весовой функции,  $U = \{9, 7, 5, 3, 1\}$ , которая определяет пять серых кластеров на основе пяти выявленных уровней риска, то есть  $e = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ , задавая весовую функцию для каждого серого кластера, как представлено в табл. 3.

$x_{ijk}$  — показатель оценки риска,  $a_{ijk}$  — коэффициенты кластеризации, относящиеся к серой категории, где

$$x_{ijk} = \sum_{k=1}^G f_e(a_{ijk}); \quad (11)$$

$$X_{ij} = \sum_{e=1}^5 x_{ije} — \quad (12)$$

это общий коэффициент оценки риска.

Вектор весов серой кластеризации определяется как

$$r_{ije} = \frac{x_{ije}}{x_{ij}}. \quad (13)$$

Весовая матрица серой кластеризации получается из уравнений (11, 12, 13).

$$R_1 = \begin{pmatrix} r_{i11} & \dots & r_{i15} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{ij1} & \dots & r_{ij5} \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Матрица оценки кластеризации получается путем синтеза, где  $\rho_i$  — матрица весов вторичных показателей.

$$W = \rho_i R_i. \quad (15)$$

При оценке комплексной кластеризации показателей первого уровня  $\eta_i$  — это матрица весов показателей первого уровня.

$$M_1 = \eta_i M. \quad (16)$$

Вектор рейтинга оценки риска  $Z$  является описанием степени серого класса результатов оценки, а вектор центра  $U = \{9, 7, 5, 3, 1\}$ , и комбинация этих двух векторов может быть измерена как составное значение оценки риска реновации.

$$S = M \cdot U^T. \quad (17)$$

### Заключение

Управление рисками проекта призвано дополнить практику управления проектом путем детального изучения его структуры, ор-

ганизационной среды, внешнего окружения, процессов и процедур. В статье представлены методы, которые широко используются для управления проектами, способствуют пониманию функций управления рисками и основаны на командной работе и сотрудничестве.

Сочетание представленных методов позволит обеспечить комплексный подход к управлению рисками в проектах для дальнейшей разработки новых инструментов управления рисками, соответствующих конкретным областям, но в то же время общих по структуре. Будущие разработки интегрированных и универсальных инструментов могут

привести к широкому использованию принципов управления рисками, что повысит конкурентные преимущества в бизнесе. ■

Статья поступила  
в редакцию 10.05.2024

## Список литературы

1. Baccharini D. and Archer R. // *International Journal of Project Management*. — 2001. — Т. 19. — № 3.
2. Badiru A. B. // *Concurrent Engineering: Contemporary Issues and Modern Design Tools*. — London: Chapman & Hall, 1993.
3. Berny J. and Townsend P. R. F. // *Risk Management*. — 2003. — Т. 11. — № 4.
4. Clarke C. J. and Varma S. // *Long Range Planning*. — 2019. — Т. 32. — № 4.
5. Dawson R. J. and Dawson C. W. // *International Journal of Project Management*. — 2015. — Т. 16. — № 5.
6. Jaafari A. // *International Journal of Project Management*. — 2018. — Т. 19. — № 2.
7. Kara S., Kayis B. and Kaebernick H. // *Concurrent Engineering: Research and Applications*. — 2020. — Т. 7. — № 3.
8. Larson N. and Kusiak A. // *Journal of Integrated Computer-Aided Engineering*. — 2011. — Т. 3. — № 4.

# Project Risk Management Methods

**E.A. Frolova**<sup>1</sup>, FSAEI HE St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation (FSAEI HE SUAI),  
Assoc. Prof. Dr. (Tech.), frolovaelena@mail.ru

**S.A. Atroshenko**<sup>2</sup>, FSBIS Institute for Problems in Mechanical Engineering of the Russian Academy of Sciences,  
Prof. Dr. (Phys.-Math.), satroshe@mail.ru

**A.A. Kaplieva**<sup>3</sup>, FSAEI HE SUAI, alex.arg27@yandex.ru

<sup>1</sup> Director of Institute, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Leading Researcher, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Engineer, St. Petersburg, Russia

**Citation:** Frolova E.A., Atroshenko S.A., Kaplieva A.A. Project Risk Management Methods, *Компетентность / Competency (Russia)*, 2024, no. 6, pp. 37–41.  
DOI: 10.24412/1993-8780-2024-6-37-41

## key words

risks, risk assessment, grey clustering, entropy weighting, linear weighting, weights

Risk management is an activity within the framework of project management, which is becoming increasingly important due to the modern and dynamic production. Before starting a risk reduction program, it is necessary to identify the sources of risks and their potential consequences.

In the article the methods of project risk assessment and management, hierarchical analysis method and grey clustering method are reviewed. The use of new methods for more accurate risk assessment is suggested, as well as bringing the assessment closer to reality. Future development of integrated and versatile tools may lead to widespread use of risk management principles, which will enhance competitive advantage in business.

## References

1. Baccharini D. and Archer R., *International Journal of Project Management*, 2001, vol. 19, no. 3, pp. 139–145.
2. Badiru A. B., *Concurrent Engineering: Contemporary Issues and Modern Design Tools*, London, *Chapman & Hall*, 1993, pp. 93–109.
3. Berny J. and Townsend P. R. F., *Risk Management*, 2003, vol. 11, no. 4, pp. 201–208.
4. Clarke C. J. and Varma S., *Long Range Planning*, 2019, vol. 32, no. 4, pp. 414–424.
5. Dawson R. J. and Dawson C. W., *International Journal of Project Management*, 2015, vol. 16, no. 5, pp. 299–310.
6. Jaafari A., *International Journal of Project Management*, 2018, vol. 19, no. 2, pp. 89–101.
7. Kara S., Kayis B. and Kaebernick H., *Concurrent Engineering: Research and Applications*, 2020, vol. 7, no. 3, pp. 269–274.
8. Larson N. and Kusiak A., *Journal of Integrated Computer-Aided Engineering*, 2011, vol. 3, no. 4, pp. 279–290.