

УДК 330.46

UDC 330.46

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ И МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ****APPLICATION OF ECONOMIC-MATHEMATICAL METHODS FOR ESTIMATION AND MINIMIZATION OF RISKS OF INVESTMENT PROJECTS UNDER UNCERTAINTY**

Яроцкая Елена Вадимовна  
к.э.н., доцент  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Yarotskaya Elena Vadimovna  
Cand.Econ.Sci., associate professor  
*Kuban state agrarian university, Krasnodar, Russia*

В статье рассматривается подход по применению методов Саати и нечетких множеств для решения задачи по оценке рисков при управлении проектом и выборе методов их минимизации в условиях неопределенности

In the article we have examined an approach with the application of Saati's method and illegible sets for the solution of problem for the estimation of risks during control of project and the selection of methods on their minimization under the conditions of uncertainty

Ключевые слова: РИСК, НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ, МЕТОД СААТИ, НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА, МЕТОДЫ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ, ОЦЕНКА РИСКОВ

Keywords: RISK, UNCERTAINTY, SAATI'S METHOD, ILLEGIBLE SETS, MINIMIZATIONS OF RISKS, ESTIMATION OF RISKS

В современных условиях развития рыночных отношений, проблема экономического риска приобретает важное значение в практике управления. Почти все управленческие решения принимаются в условиях неопределенности, что связано с наличием огромного числа участников рынка, которые руководствуются, прежде всего, собственными интересами. Неопределённость – это недостаточность или полное отсутствие информации об условиях, в которых будет реализовываться инвестиционный проект, а также низкая степень предсказуемости развития событий и результатов. В условиях неопределённости возрастает риск. Поэтому при развитии рыночных отношений происходит увеличение их участников, что способствует повышению риска деятельности отдельного предприятия.

В экономике типичными являются ситуации, что данные, с которыми приходится иметь дело при принятии решений, могут быть неполными, неточными, неотчётливыми или изменяющимися во времени. Неопределённость или неточность данных рассматриваются как невозможность определения их справедливости или ложности.

Задача оценки рисков и выбора методов их минимизации решается в условиях, когда информация, необходимая для принятия решений, является нечеткой, а формальные модели исследуемой системы либо слишком сложны, либо отсутствуют. В таких случаях для решения задачи обычно используются знания экспертов [2].

Ключевым моментом подготовительного этапа управления риском является оценка его уровня. Здесь различаются качественная и количественная оценки. Качественная оценка определяет возможные виды риска, факторы, влияющие на уровень риска при осуществлении деятельности предприятия. На практике чаще всего используются экспертные методы, которые основаны на субъективной оценке ожидаемых параметров деятельности. Количественная же оценка риска основана на определении величины отдельных рисков. Для этого применяют, как правило, математический инструментарий теории вероятностей и математической статистики.

Для более достоверной оценки риска целесообразнее применять качественно-количественную оценку. Так как это увеличивает точность полученных результатов оценки.

Существует множество подходов и методов принятия решений в условиях неопределённости. Рассмотрим два подхода для решения такого класса задач:

### **1. Теория нечеткой логики Л. Заде.**

Нечеткая логика, нечеткие множества применяются в экономике и финансах для решения задач в условиях полной и частичной неопределенности информации при принятии решений. В основе нечеткой логики лежит теория нечетких множеств, где функция принадлежности элемента множеству, может принимать любое значение на отрезке  $[0; 1]$ . При этом 0 – отсутствие принадлежности к множеству, а 1 – полная принадлежность. Нечеткая логика дает возможность строить базы знаний и экспертные

системы нового поколения, способные хранить и обрабатывать нечеткую информацию. Такой подход к решению задач принятия решений в условиях неопределенности позволяет учитывать, наряду с количественными характеристиками, качественные показатели, не имеющие точной числовой оценки, так называемые «лингвистические» [4] переменные. Такой подход дает приближенные, но в то же время эффективные способы описания поведения систем, которые очень сложны и слабоформализованны, так как не поддаются точному математическому анализу. В каждом конкретном случае степень точности решения может быть согласована с требованиями задачи и точностью имеющихся данных. Подобная гибкость составляет одну из важных черт рассматриваемого метода [1].

## **2. Метод анализа иерархий Саати.**

Применяется при поддержке принятия решений посредством иерархического представления задачи и получения весов рассматриваемых альтернатив. Этот метод позволяет включать в иерархию знания и суждения экспертов при проведении попарных оценок критериев по отношению к поставленной цели. Также метод позволяет объединить мнения экспертов и получить интегральный показатель рейтинга альтернатив – решение задачи. Данный метод может быть составной частью для других методов, которые решают слабоформализованные задачи [7, 8].

В настоящее время очень много в научной, учебной литературе уделяется внимания применению методов нечеткой логики, Саати для решения задач принятия решений в условиях неопределенности, но практически отсутствуют стандартные методы для решения таких задач. Как правило, эти методы используются для построения интеллектуальных информационных систем, а также для решения конкретных прикладных задач по многокритериальному выбору из множества альтернатив [2, 3, 5, 6].

Для решения поставленной задачи оценки рисков инвестиционного проекта и выбора методов их минимизации в условиях неопределенности

предлагается применить метод формальных процедур анализа и выбора, построенных с применением синтеза теории нечётких множеств и метода Саати [5, 9].

Для наглядности рассмотрим применение данного метода к оценке рисков инвестиционного проекта по реконструкции и перепрофилированию нежилого здания в центре города. Проектом предусматривается размещение в здании государственного учреждения. Результатом осуществления проекта для Администрации будет являться выручка от реализации услуг (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристики объекта недвижимости

Показатели	Нежилое здание
Общая площадь здания, м <sup>2</sup>	2 436,7
Строительный объём, м <sup>3</sup>	9 974
Физический износ, %	36,55
Величина рыночной стоимости объекта, руб.	69 753 193
Общая сметная стоимость реконструкции объекта, руб.	48 342 451,15
Окупаемость инвестиций, лет	7

Для реализации метода необходима группа экспертов в количестве  $s$ . Эксперты составляют матрицы парных сравнений по каждому риску.

На этапе оценки рисков проекта предлагается воспользоваться методом иерархий Саати. Для этого необходимо построить иерархию рисков проекта. Пример иерархии рисков инвестиционного проекта по реконструкции здания представлен на рисунке 1. На самый высший уровень (уровень 1) помещается цель – оценка уровня рисков проекта, на втором уровне расположены внешние и внутренние риски проекта, на третьем – группы внешних и внутренних рисков, влияющих на второй уровень, на четвёртом уровне детализированы все риски, которые могут влиять на проект.

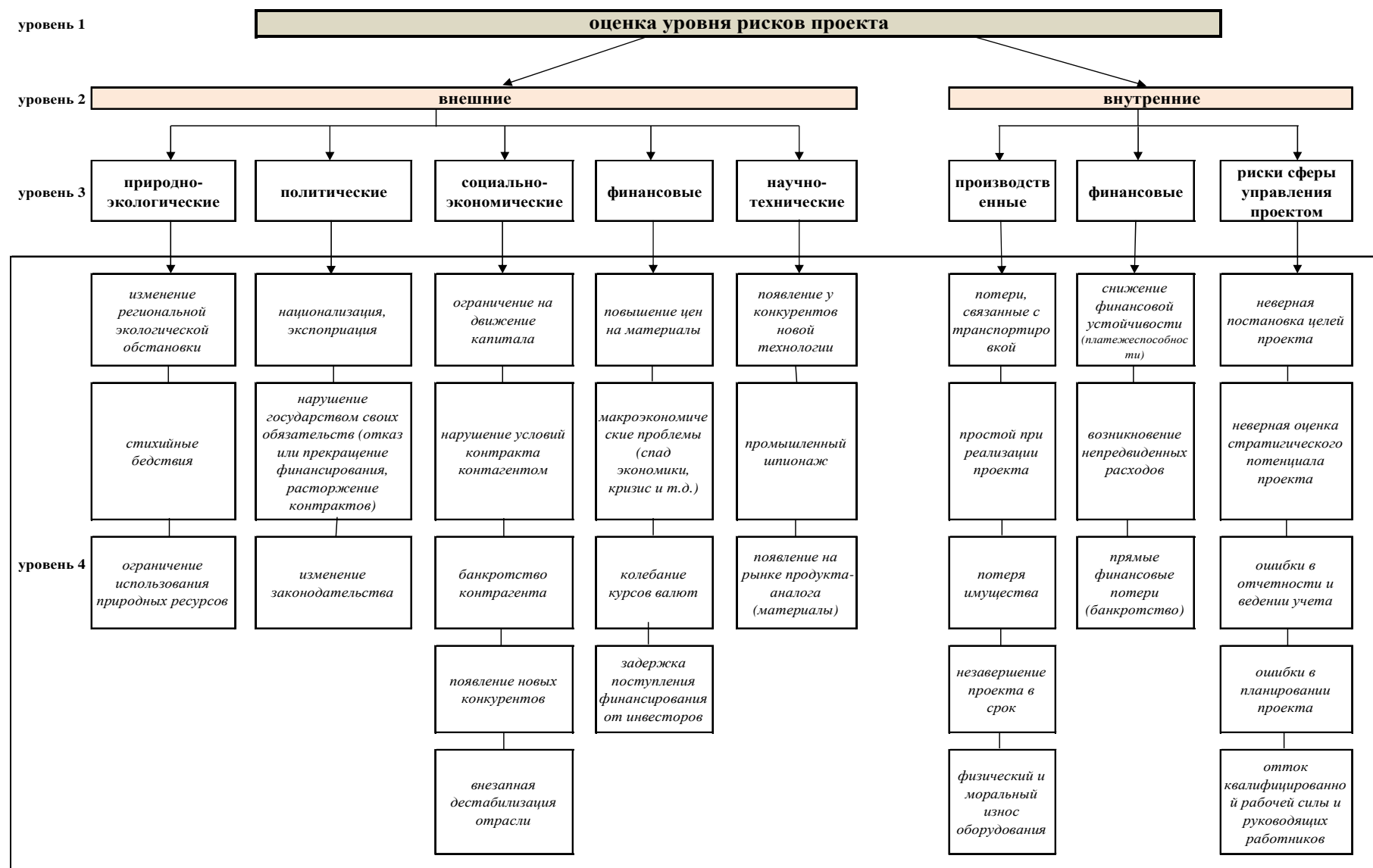


Рис. 1 Иерархия для оценки уровня рисков инвестиционного проекта по реконструкции здания

Далее, согласно методу Саати и построенной иерархии показателей (рис. 1), составляются матрицы парных сравнений для того, чтобы определить степень воздействия одного уровня на другой.

Элементом матрицы парных сравнений является интенсивность предпочтения элементов строки над элементами столбца матрицы, которая находится в интервале  $[0,1]$ . Если при сравнении одного элемента  $z_i$  с другим  $z_j$  получается  $d(z_i, z_j, k_t) = b$ , тогда при сравнении второго элемента с первым получаем  $d(z_i, z_j, k_t) = 1 - b$ . Пример построения такой матрицы показан в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица парных сравнений по показателю  $k_t$

	Критерий 1	Критерий 2	...	Критерий m
Критерий 1	1	0,4		
Критерий 2	0,6	1		
...			1	
Критерий m				1

После этого для каждой матрицы вычисляется вектор приоритетов, в качестве которого выступает собственный вектор матрицы. Элементы этого вектора в сумме дают единицу.

Для нашего примера необходимо построить 1 матрицу, определяющую влияние второго уровня на первый, 2 матрицы для определения влияния третьего уровня на второй и 8 матриц для определения влияния четвёртого уровня на третий. При реализации метода Саати получаем  $s$  векторов коэффициентов важности показателей по числу экспертов (табл. 3)  $(\delta_{\lambda_1}, \delta_{\lambda_2}, \dots, \delta_{\lambda_n})$ ,

где  $\lambda = \overline{1, s}, \delta_{\lambda j} \geq 0, j = \overline{1, n}$

$$\sum_{j=1}^n \delta_{\lambda j} = 1.$$

Таблица 3 – Пример определения влияния показателей уровня 3 на внешние риски (уровень 2)

	природно-экологические	политические	социально-экономические	финансовые	научно-технические	<i>собственный вектор</i>
природно-экологические	1	1/6	1/7	1/8	1/6	<b>0,02</b>
политические	6	1	1/5	1/6	4	<b>0,11</b>
социально-экономические	7	5	1	1/6	5	<b>0,23</b>
финансовые (внешн)	8	6	6	1	9	<b>0,57</b>
научно-технические	6	1/4	1/5	1/9	1	<b>0,06</b>

Чтобы определить коэффициенты важности рисков необходимо определить, как показатели 3 уровня влияют на 1 уровень через второй. Для этого полученные 2 собственных вектора уровня 3 построить в матрицу и умножить на вектор, полученный в результате определения влияния уровня 2 на уровень 1, справа. Выполнив при этом процедуру нормирования.

$$\begin{vmatrix} 0,02 & 0 \\ 0,11 & 0 \\ 0,23 & 0 \\ 0,57 & 0 \\ 0,06 & 0 \\ 0 & 0,11 \\ 0 & 0,56 \\ 0 & 0,32 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 0,47 \\ 0,53 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \mathbf{0,0093} \\ \mathbf{0,0513} \\ \mathbf{0,1073} \\ \mathbf{0,2660} \\ \mathbf{0,0280} \\ \mathbf{0,0587} \\ \mathbf{0,2987} \\ \mathbf{0,1707} \end{vmatrix}$$

Полученный вектор отражает весовые коэффициенты группы рисков третьего уровня (табл. 3).

Таблица 3 – Весовые коэффициенты группы рисков третьего уровня

<b>Виды рисков</b>	<b>Весовые коэффициенты</b>
природно-экологические	0,0093
политические	0,0513
социально-экономические	0,1073
финансовые (внешние)	0,2660
научно-технические	0,0280
производственные	0,0587
финансовые (внутренние)	0,2987
риски сферы управления проектом	0,1707

Из данной таблицы видно, что одни из самых весомых значений по оценке рисков имеют финансовые риски (внешние, внутренние), риски сферы управления проектом и социально-экономические.

Для того чтобы определить как показатели четвертого уровня влияют на первый через третий и второй уровни, предыдущую операцию необходимо повторить. Для этого полученные 8 собственных векторов уровня 4 построить в матрицу и умножить на вектор, полученный в результате определения влияния уровня 3 на уровень 2, справа. Выполнив при этом процедуру нормирования. Тем самым получаем вектор, который даёт количественную оценку всех рисков проекта, как внешних, так и внутренних (табл. 4).



Таблица 4 – Количественная оценка (веса) рисков проекта

<b>Внешние и внутренние риски проекта</b>	<b>Весовые коэффициенты рисков</b>
изменение региональной экологической обстановки	<b>0,0014</b>
стихийные бедствия	<b>0,0059</b>
ограничение использования природных ресурсов	<b>0,0020</b>
национализация, экспроприация	<b>0,0046</b>
нарушение государством своих обязательств (отказ или прекращение финансирования, расторжение контрактов)	<b>0,0144</b>
изменение законодательства	<b>0,0318</b>
ограничение на движение капитала	<b>0,0097</b>
нарушение условий контракта контрагентом	<b>0,0311</b>
банкротство контрагента	<b>0,0182</b>
появление новых конкурентов	<b>0,0204</b>
внезапная дестабилизация отрасли	<b>0,0258</b>
повышение цен на материалы	<b>0,0904</b>
макроэкономические проблемы (спад экономики, кризис и т.д.)	<b>0,0239</b>
колебание курсов валют	<b>0,0186</b>
задержка поступления финансирования от инвесторов	<b>0,1303</b>
появление у конкурентов новой технологии	<b>0,0162</b>
промышленный шпионаж	<b>0,0022</b>
появление на рынке продукта-аналога (материалы)	<b>0,0090</b>
потери, связанные с транспортировкой	<b>0,0023</b>
простой при реализации проекта	<b>0,0082</b>
потеря имущества	<b>0,0264</b>
незавершение проекта в срок	<b>0,0158</b>
физический и моральный износ оборудования	<b>0,0041</b>
снижение финансовой устойчивости (платежеспособности)	<b>0,0956</b>
возникновение непредвиденных расходов	<b>0,0239</b>
прямые финансовые потери (банкротство)	<b>0,1553</b>
неверная постановка целей проекта	<b>0,0102</b>
неверная оценка стратегического потенциала проекта	<b>0,0273</b>
ошибки в отчетности и ведении учета	<b>0,0188</b>
ошибки в планировании проекта	<b>0,0666</b>
отток квалифицированной рабочей силы и руководящих работников	<b>0,0444</b>

Полученный результат можно оставить в таком виде, но для более точной оценки, рекомендуется отдельно оценить внешние и внутренние риски проекта (табл. 5–6).

Таблица 5 – Количественная оценка (веса) внешних рисков

<b>Внешние риски проекта</b>	<b>Весовые коэффициенты рисков</b>
изменение региональной экологической обстановки	<b>0,003</b>
стихийные бедствия	<b>0,0126</b>
ограничение использования природных ресурсов	<b>0,0042</b>
национализация, экспроприация	<b>0,0099</b>
нарушение государством своих обязательств (отказ или прекращение финансирования, расторжение контрактов)	<b>0,0308</b>
изменение законодательства	<b>0,0682</b>
ограничение на движение капитала	<b>0,0207</b>
нарушение условий контракта контрагентом	<b>0,0667</b>
банкротство контрагента	<b>0,0391</b>
появление новых конкурентов	<b>0,0437</b>
внезапная дестабилизация отрасли	<b>0,0552</b>
повышение цен на материалы	<b>0,1938</b>
макроэкономические проблемы (спад экономики, кризис и т.д.)	<b>0,0513</b>
колебание курсов валют	<b>0,0399</b>
задержка поступления финансирования от инвесторов	<b>0,2793</b>
появление у конкурентов новой технологии	<b>0,0348</b>
промышленный шпионаж	<b>0,0048</b>
появление на рынке продукта-аналога (материалы)	<b>0,0192</b>

Таблица 6 – Количественная оценка (веса) внутренних рисков

<b>Внутренние риски проекта</b>	<b>Весовые коэффициенты рисков</b>
потери, связанные с транспортировкой	<b>0,0044</b>
простой при реализации проекта	<b>0,0154</b>
потеря имущества	<b>0,0495</b>
незавершение проекта в срок	<b>0,0297</b>
физический и моральный износ оборудования	<b>0,0077</b>
снижение финансовой устойчивости	<b>0,1792</b>
возникновение непредвиденных расходов	<b>0,0448</b>
прямые финансовые потери (банкротство)	<b>0,2912</b>
неверная постановка целей проекта	<b>0,0192</b>

неверная оценка стратегического потенциала проекта	<b>0,0512</b>
ошибки в отчетности и ведении учета	<b>0,0352</b>
ошибки в планировании проекта	<b>0,1248</b>
отток квалифицированной рабочей силы и руководящих работников	<b>0,0832</b>

Далее для выбора методов минимизации рисков делаются следующие действия. Пусть задано исходное множество видов рисков проекта  $K = \{k_i, i = \overline{1, n}\}$  и множество методов минимизации рисков  $Z = \{z_i, i = \overline{1, m}\}$ :

- страхование;
- диверсификация рынка сбыта;
- диверсификация закупок сырья и материалов;
- диверсификация деятельности;
- создание денежных резервов;
- создание материальных запасов;
- лимитирование.

Отношения предпочтения на множестве методов снижения риска  $Z$ , по каждому критерию  $k_i$ , задаются матрицами  $D(z_i, z_j, k_i)$  с элементами  $d(z_i, z_j, k_i)$ .

То есть строится  $n$  матриц ( $n$  – количество рисков проекта) размерности  $m$  (количество методов) по оценке важности критерия  $k$  для всех методов минимизации на основе парных сравнений. Система парных сравнений приводит к результату, который может быть представлен матрицей (табл. 7). Согласно данной методике экспертам необходимо построить для внешних рисков - 18 матриц приоритетов (18 внешних рисков проекта) размерности 7 (7 методов минимизации рисков), для внутренних рисков 13 матриц приоритетов (13 внутренних рисков) размерности 7.

Таблица 7 – Матрица парных сравнений для выбора методов минимизации рисков проекта по внешнему риску «стихийные бедствия»

	страхование	диверсификация рынка сбыта	диверсификация закупок сырья и материалов	диверсификация деятельности	создание денежных резервов	создание материальных запасов	лимитирование
страхование	<b>1</b>	0,7	0,8	0,7	0,5	0,7	0,9
диверсификация рынка сбыта	0,3	<b>1</b>	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5
диверсификация закупок сырья и материалов	0,2	0,5	<b>1</b>	0,5	0,4	0,4	0,6
диверсификация деятельности	0,3	0,5	0,5	<b>1</b>	0,5	0,5	0,6
создание денежных резервов	0,5	0,6	0,6	0,5	<b>1</b>	0,5	0,6
создание материальных запасов	0,1	0,5	0,6	0,5	0,5	<b>1</b>	0,6
лимитирование	0,1	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	<b>1</b>

На следующем этапе рассмотрения методики по отношению предпочтения фиксированного эксперта с номером  $\lambda$  рассматриваем свёртку:

$$d_1(z_i, z_j, \lambda) = \min_{k_i} \{d(z_i, z_j, k_1), \dots, d(z_i, z_j, k_n)\} \quad (1)$$

$$d_1 = \begin{vmatrix} 1 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 & 0.10 \\ 0.30 & 1 & 0.40 & 0.20 & 0.20 & 0.30 & 0.30 \\ 0.20 & 0.30 & 1 & 0.20 & 0.20 & 0.20 & 0.20 \\ 0.30 & 0.50 & 0.40 & 1 & 0.40 & 0.40 & 0.60 \\ 0.50 & 0.40 & 0.30 & 0.30 & 1 & 0.50 & 0.50 \\ 0 & 0.20 & 0.30 & 0.10 & 0.10 & 1 & 0.40 \\ 0.10 & 0.20 & 0.20 & 0.10 & 0.10 & 0.30 & 1 \end{vmatrix}$$

Такая свёртка исходных отношений не учитывает различия методов по важности. Для учёта этих различий введём свёртку отношений другого вида:

$$d_2(z_i, z_j, \lambda) = \sum_{t=1}^n \delta_{\lambda t} \cdot d(z_i, z_j, k_t) \quad (2)$$

$$d_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0.13 & 0.13 & 0.12 & 0.11 & 0.12 & 0.13 \\ 0.82 & 1 & 0.43 & 0.38 & 0.37 & 0.41 & 0.47 \\ 0.82 & 0.53 & 1 & 0.38 & 0.48 & 0.42 & 0.48 \\ 0.83 & 0.57 & 0.57 & 1 & 0.52 & 0.55 & 0.61 \\ 0.84 & 0.58 & 0.48 & 0.43 & 1 & 0.62 & 0.64 \\ 0.72 & 0.48 & 0.54 & 0.40 & 0.33 & 1 & 0.52 \\ 0.82 & 0.48 & 0.47 & 0.34 & 0.32 & 0.43 & 1 \end{vmatrix}$$

По каждой свёртке строим функцию принадлежности нечёткого подмножества методов минимизации рисков проекта, выделенных экспертом под номером  $\lambda$ :

$$\mu_1(z_i, \lambda) = 1 - \sup_{z_j \in Z} \max\{0, d_1(z_i, z_j, \lambda) - d_1(z_j, z_i, \lambda)\} \quad (3)$$

$$\mu_2(z_i, \lambda) = 1 - \sup_{z_j \in Z} \max\{0, d_2(z_i, z_j, \lambda) - d_2(z_j, z_i, \lambda)\} \quad (4)$$

Мнения всех экспертов считаем равнозначными и поэтому по каждой функции определяем среднее значение:

$$\overline{\mu_1}(z_i) = \sum_{\lambda=1}^s \frac{\mu_1(z_i, \lambda)}{s} \quad (5)$$

$$\overline{\mu_2}(z_i) = \sum_{\lambda=1}^s \frac{\mu_2(z_i, \lambda)}{s} \quad (6)$$

Функцию принадлежности результирующего множества предпочтительных методов минимизации рисков проекта определяем выражением:

$$\mu(z_i) = \min\{\overline{\mu}_1(z_i), \overline{\mu}_2(z_i)\} \quad (7)$$

Для определения предпочтительности методов минимизации рисков формируем множество:

$$P_c = \left\{ z_i \mid \mu(z_i) = \sup_{z_i \in Z} \mu(z_i) \right\} \quad (8)$$

Элементами этого множества являются весовые коэффициенты методов по минимизации внешних рисков проектов (табл. 7).

Таблица 8 – Нечёткие подмножества методов по минимизации внешних рисков проекта

	страхование	диверсификация рынка сбыта	диверсификация закупок сырья и материалов	диверсификация деятельности	создание денежных резервов	создание материальных запасов	лимитирование
$\mu_1$	0,900	0,800	0,900	0,500	0,600	0,900	1,000
$\mu_2$	0,000	0,305	0,308	0,546	0,278	0,394	0,310
$P_c$	<b>0,000</b>	<b>0,305</b>	<b>0,308</b>	<b>0,500</b>	<b>0,278</b>	<b>0,394</b>	<b>0,310</b>

Для определения весов методов по минимизации внутренних рисков повторяются все этапы метода, как рассмотрено выше.

Рассмотренный метод, основанный на применении элементов математической теории нечётких множеств и метода Саати, позволяет использовать более улучшенную форму представления мнения экспертов, а наличие математических средств отражения нечеткости исходной информации значительно повышает точность получаемых результатов выборки.

Одним из недостатков метода можно отметить его громоздкость, поэтому для применения на практике требуется его автоматизация.

#### Список литературы

1. Алтунин А. Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях / А. Е. Алтунин, М. В. Семухин. – Тюмень : Издательство Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
2. Андрейчиков А. В. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Модели многокритериального анализа деятельности инновационных организаций / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М. : URSS, 2013. – 360 с.
3. Вахитов А. Р. Выбор класса математической модели системы на основе метода Саати и интегральных критериев / А. Р. Вахитов // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317, № 5: Управление, вычислительная техника и информатика. – С. 174 – 178.
4. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде. – М. : Мир, 1976. – 165 с.
5. Замыслов М. А. Применение методов теории нечётких множеств и отношений для решения задачи выбора потребителем наиболее предпочтительных поставщиков по совокупности показателей / М. А. Замыслов, С. Б. Михайленко // Информационные технологии. – 2002. – № 5. – С. 28 – 33.
6. Илларионов М. Г. Применение метода анализа иерархий в принятии управленческих решений / М. Г. Илларионов // Актуальные проблемы экономики и права. – 2009. – № 1. – С. 37 – 42.
7. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Л. Саати. – М. : Радио и связь, 1989. – 316 с.
8. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети : пер. с англ. / Т. Л. Саати ; под ред. А. В. Андрейчикова ; О. Н. Андрейчиковой. – [3-е изд.]. – М. : Либроком, 2011. – 357 с.
9. Яроцкая Е. В. Управление имущественными рисками предприятия: монография / Е. В. Яроцкая. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 131 с.

### References

1. Altunin A. E. Modeli i algoritmy prinjatija reshenij v nechetkih uslovijah / A. E. Altunin, M. V. Semuhin. – Tjumen' : Izdatel'stvo Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta, 2000. – 352 s.
2. Andrejchikov A. V. Sistemnyj analiz i sintez strategicheskikh reshenij v innova-tike. Modeli mnogokriterial'nogo analiza dejatel'nosti innovacionnyh organizacij / A. V. Andrejchikov, O. N. Andrejchikova. – M. : URSS, 2013. – 360 s.
3. Vahitov A. R. Vybora klasse matematicheskoy modeli sistemy na osnove metoda Saati i integral'nyh kriteriev / A. R. Vahitov // Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. – 2010. – T. 317, № 5: Upravlenie, vychislitel'naja tehnika i infor-matika. – S. 174 – 178.
4. Zade L. A. Ponjatije lingvisticheskoy peremennoj i ego primenenie k prinjatiju priblizhen-nyh reshenij / L. A. Zade. – M. : Mir, 1976. – 165 s.
5. Zamyslov M. A. Primenenie metodov teorii nechjotkih mnozhestv i otnoshenij dlja resh-enija zadachi vybora potrebitелем наиболее predpochtitel'nyh postavshhikov po so-vokupnosti pokazatelej / M. A. Zamyslov, S. B. Mihajlenko // Informacionnye teh-nologii. – 2002. – № 5. – S. 28 – 33.
6. Illarionov M. G. Primenenie metoda analiza ierarhij v prinjatii upravlenche-skih reshenij / M. G. Illarionov // Aktual'nye problemy jekonomiki i prava. – 2009. – № 1. – S. 37 – 42.
7. Saati T. L. Prinjatije reshenij. Metod analiza ierarhij / T. L. Saati. – M. : Radio i svjaz', 1989. – 316 s.

8. Saati T. L. Prinjatje reshenij pri zavisimostjah v obratnyh svjazjah. Analitiche-skie seti : per. s angl. / T. L. Saati ; pod red. A. V. Andrejchikova ; O. N. Andrejchiko-voj. – [3-e izd.]. – M. : Librokom, 2011. – 357 s.
9. Jarockaja E. V. Upravlenie imushhestvennymi riskami predprijatija: monografija / E. V. Jarockaja. – Tomsk : Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2011. – 131 s.