

Определение частных критериев эффективности субподрядчиков при выполнении строительного-монтажных работ

И.Ю. Зильберова¹, Р.Г. Нехай¹, А.С. Овсянникова²

¹*Ростовский государственный строительный университет*

²*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет*

Аннотация: В данной статье предлагается механизм группового ранжирования подрядчиков при реализации строительного проекта с использованием индивидуального предпочтения, как по количественным, так и по качественным показателям их предыдущей деятельности, что позволяет сформировать рациональную организационную структуру.

Ключевые слова: строительный проект, критерий эффективности, нечеткая логика, альтернатива, ранжирование, приоритетность, подрядчик, риск, область допустимых решений, критерий оптимальности, многокритериальная оценка, алгоритм.

В ходе реализации строительного проекта застройщику приходится решать трудную задачу определения приоритетности подрядчиков, с которыми приходится работать на разных этапах календарного плана. Подобным решениям всегда сопутствует риск выбора недобросовестного подрядчика, определяемый как вероятность определенного уровня потерь. Для снижения подобного класса рисков при принятии управленческих решений применяется процесс описания области допустимых решений с использованием технологий системного анализа [1,2].

Пусть имеется n подрядчиков, с которыми работает строительная фирма, причем каждый из них оценивается набором из m критериев оптимальности. Тогда, необходимо решить задачу многокритериальной оценки представленного множества подрядчиков.

К сожалению, ряд частных критериев оптимальности описывается лингвистическими переменными, что предполагает использование аппарата расплывчатых категорий («качественный параметр», «низкое качество» и т.п. Поэтому для оценки подрядчиков требуется модифицировать существующие алгоритмы под аппарат нечетких множеств [3 – 5].

Применение расплывчатых категорий возможно при описании функций

принадлежности, представляющий собой процесс задания конкретных цифровых значений лингвистическим высказываниям экспертами. Обработка экспертной информации в данном случае довольно затруднительна из-за имеющегося субъективизма, порождаемого объемом опроса. Следовательно, требуется конкретизировать вопросы, формируемые для качественной оценки подрядчиков с использованием аппарата нечетких множеств.

Рассмотрим алгоритм ранжирования подрядчиков. Пусть имеется n подрядчиков, при этом оценку их соответствия требованиям заказчика описываем m критериями при реализации строительного проекта.

Шаг 1. Пусть x_{ij} является оценкой i -го подрядчика на основании j -ого критерия. Совокупность таких оценок формирует матрицу D [2].

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

Для оценки подрядчика по степени его соответствия требованиям строительного проекта выделим количественные и качественные критерии. Для обработки количественных критериев приведем их к одному виду с помощью процедуры полной нормализации [6]:

➤ для критериев формирующих максимизацию функции принятия решений:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{ij}^{\min}}{x_{ij}^{\max} - x_{ij}^{\min}}, \quad (1)$$

➤ для критериев формирующих минимизацию функции принятия решений:

$$y_{ij} = 1 - \frac{x_{ij} - x_{ij}^{\min}}{x_{ij}^{\max} - x_{ij}^{\min}}, \quad (2)$$

где x_{ij}^{\max} , x_{ij}^{\min} - пограничные значения критериев принятия решений;

y_{ij} - обработанное нормировкой значение критерия x_{ij} .

Процесс нормировки заключается в приведении всех разнородных критериев к единому диапазону измерений - (0 – 1). В рассматриваемой задаче критерии оптимальности ориентируются на максимум эффективности оцениваемого подрядчика. В результате строим вектор Y^* , определяющий максимально приближенное соответствие условиям, определяемыми экспертами для конкретного исполнителя при выполнении строительного проекта. Для определения значений единичных показателей вектора Y^* воспользуемся формулой:

$$y_j = \max_i y_{ij} \quad (3)$$

Представленные критерии оценки подрядчика задаются в виде вербальных и шкальных оценок (например, можно использовать пяти или десяти – бальную шкалы: «эталон», «хороший», «удовлетворительный», «неудовлетворительный», «ненадежный»).

Рассматриваемый алгоритм отличается от традиционных способом упорядочения альтернатив вместо выделения расплывчатых категорий. В результате мы получаем ранжирование подрядчиков по степени их соответствия требованиям строительного проекта по качественным и количественным критериям.

Шаг 2. На основе матрицы оценок подрядчиков по критериям построим матрицу возможных рисков $A = \|a_{ij}\|$.

Для получения значений элементов матрицы рисков a_{ij} есть определим суммарные риски по всем критериям при условии, что мы осуществляем перестановки i -ого подрядчика на j -ое место.

Также необходимо для матрицы рисков определить вспомогательные вектора π^k для всех количественных критериев. В этом случае, для k -го

критерия компоненты π^k будут определять его значение в порядке убывания приоритетности в процедуре ранжирования.

Тогда:

- π_{\min}^k - определяет предпочтительное значение рассматриваемого критерия;

- π_{\max}^k – определяет наихудшее значение рассматриваемого критерия.

Общая соотношение для оценки количественных критериев оптимальности производится по формуле:

$$a'_{ij} = \sum_{k=1}^{m1} |\pi_j^k - x_{ik}|, \quad (4)$$

где $m1$ – число количественных критериев.

Для оценки качественных критериев используем свой вектор предпочтений:

$$P^k = (P_1^k, P_2^k, \dots, P_n^k), \quad k = \overline{1, m1}, \quad (5)$$

где P_i^k - расположение подрядчика, занимающего при ранжировании по k -му критерию i -ое место в ряде; $m2$ – общее число качественных критериев.

При таком ранжировании на первом месте помещают наиболее удачного, с точки зрения рассматриваемого критерия подрядчика, а затем по их убыванию.

Затем каждому вектору предпочтений P^k поставим в соответствие вспомогательный вектор $\pi^k = (\pi_1^k, \pi_2^k, \dots, \pi_n^k)$, получаемый следующим образом: точка π_i^k определяет порядок направлений, которые на основании k -ого качественного критерия являются более предпочтительными, чем направление, имеющее порядковый номер i , при этом определение рисков выполняется по формуле:

$$a_{ij}'' = \sum_{k=1}^{m_2} |\pi_j - \pi_j^k|$$

В случае, когда необходимо оценить риски при наличии части критериев в количественном виде, а части в качественном применяется следующее выражение:

$$a_{ij} = \sum_{k=1}^{m_1} |\pi_j^k - x_{ik}| + \sum_{k=1}^{m_2} |\pi_j - \pi_j^k| \quad (6)$$

Таким образом, матрица рисков характеризует возможные потери заказчика при выборе конкретного подрядчика для реализации строительного проекта.

Шаг 3. Используя медиану Кемени, построим групповое ранжирование с учетом индивидуальных предпочтений экспертов. Определение медианы Кемени проводим с применением матрицу возможных рисков $A = \|a_{ij}\|$.

В этом случае процедура отыскания медианы Кемени становится эквивалентна решению задачи о назначениях [6 -10], при этом коэффициенты целевой функции заказчика можно определить по формуле (6), а задачу описать с помощью соотношений (7-10):

$$\sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n a_{kl} \cdot x_{kl} \rightarrow \min, \quad (7)$$

$$\sum_{k=1}^n x_{kl} = 1, \quad l = \overline{1, n}, \quad (8)$$

$$\sum_{l=1}^n x_{kl} = 1, \quad k = \overline{1, n}, \quad (9)$$

$$x_{kl} \in \{0, 1\} \quad k, l = \overline{1, n}, \quad (10)$$

Тогда мы можем получить матрицу предпочтений $X^* = \{x_{kl}^*\}$, и с ее помощью определяем вектор группового предпочтения P^* по следующей процедуре: - если $x_{kl} = 1$, то в векторе P^* полагаем $p_1^* = k$.

Шаг 4. Полученные на шагах 1-3 результаты применяем для ранжирования каждого из подрядчиков по следующим правилам:

➤ для группового предпочтения подрядчиков определяем из вектора группового предпочтения (шаг 3) матрицу парных сравнений $L^* = \{\alpha_{kl}\}$, $k, l = \overline{1, n}$, элементы которой задаются по следующим правилам:

- $\alpha_{kl} = 2$, если при ранжировании вектора группового предпочтения подрядчик k , более применим, чем l -ый;

- $\alpha_{kl} = 1$, если k -ый и l -ый подрядчики одинаково предпочтительны;

- $\alpha_{kl} = 0$, если k -ый менее применим, чем l -ый;

➤ считаем сумму элементов каждой строки и сумму всех элементов матрицы:

$$\alpha'_k = \sum_{l=1}^n \alpha_{kl} \quad \text{и} \quad \alpha' = \sum_{k=1}^n \alpha'_k;$$

➤ находим оценки, соответствующие каждому подрядчику:

$$\chi_k = \alpha'_k / \alpha' \quad k = \overline{1, n}.$$

Полученные результаты позволяют произвести обоснованное групповое ранжирование подрядчиков при выполнении строительного проекта, не только по количественным, но и по качественным показателям их деятельности, что существенно повышает качество принимаемых решений руководством компаний-застройщиков.

Литература

1. Завадскас Э.К. Системотехническая оценка решений строительного производства. Л: Стройиздат, 1991. 256 с.

2. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. М: «Финансы и статистика», 2001. 368 с.

3. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. М: «Финансы и статистика», 2000. 366 с.

4. Баркалов С.А., Белоусов В.Е., Урманов И.А. Алгоритм построения частных решающих правил при анализе систем организационного управления // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. 2009. №Т.5, №2. С. 129-133.

5. Сеферян Л.А., Зильберова И.Ю. Стимулирование предприятий сферы управления при отсутствии рыночных мотиваций // Научное обозрение. 2014. №10-2. С. 508-511.

6. Шеина С.Г., Хамамова А.А Систематизация информации о состоянии территориального развития субъекта Российской Федерации // Научное обозрение. 2014. №8-3. С. 881-887.

7. Зильберова И.Ю., Героева А.М. Прогнозирование и диагностика технического состояния объектов коммунальной инфраструктуры // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (ч.1) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1074/.

8. Зильберова И.Ю., Высоковская Л.В. Особенности проектирования в России // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (ч.1) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1081/.

9. Lootsma, F.A. (1993) Scale sensitivity in the Multiplicative AHP and SMART, Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, Vol. 2, pp. 87-110.

10. Lootsma F.A., Schuijt H. (1997) The multiplicative AHP, SMART and ELECTRE in a common contex.- J. Multi-Criteria Decision Analysis, Vol. 6, pp. 185-186

References

1. Zavadskas E.K. Sistemotekhnicheskaya otsenka resheniy stroitel'nogo proizvodstva [Systems engineering evaluation of solutions of construction industry]. L: Stroiizdat, 1991. 256 p.

2. Berezhnaya E.V., Berezhnoy V.I. Matematicheskie metody modelirovaniya ekonomicheskikh system [Mathematical methods of modeling of economic systems]. M: «Finansy i statistika», 2001. 368 p.

3. Andreychikov A.V., Andreychikova O.N. Analiz, sintez, planirovanie resheniy v ekonomike [Analysis, synthesis, planning of decisions in economy]. M: «Finansy i statistika», 2000. 366 p.
4. Barkalov S.A., Belousov V.E., Urmanov I.A. Vestnik Voronezh. gos. tekhn. un-ta. 2009. №Т.5, №2. pp. 129-133.
5. Seferyan L.A., Zil'berova I.Y. Nauchnoe obozrenie. 2014. №10-2. pp. 508-511.
6. Sheina S.G., Khamavova A.A. Nauchnoe obozrenie. 2014. №8-3. pp. 881-887.
7. Zil'berova I.Y., Geroeva A.M. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4 (p.1) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1074/.
8. Zil'berova I.Y., Vysokovskaya L.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4 (p.1) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1081/.
9. Lootsma, F.A. (1993) Scale sensitivity in the Multiplicative AHP and SMART, Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, Vol. 2, pp. 87-110.
10. Lootsma F.A., Schuijt H. (1997) The multiplicative AHP, SMART and ELECTRE in a common contex. J. Multi-Criteria Decision Analysis, Vol. 6, pp. 185-186.