

## Выбор поставщиков материально-технических ресурсов в строительных организациях

© 2009 А.Ю. Ермолина

Тюменский государственный архитектурно-строительный университет

Статья посвящена проблеме организации эффективного материально-технического обеспечения строительных организаций. Рассмотрен метод анализа иерархий для решения вопроса о выборе поставщиков, разработанный американским математиком Т. Саати. Автором предлагается четко структурировать решаемую проблему в виде иерархии: цели - критерии - альтернативы, - а также автоматизировать расчеты по алгоритму рекомендуемой методики с помощью компьютеризированной программы, что облегчит работу специалистов отдела материально-технического обеспечения, ускорит процесс выбора и снизит затраты.

*Ключевые слова:* материально-техническое обеспечение, закупочная деятельность, поставщик материальных ресурсов, критерии выбора поставщика.

Строительство как потоковая система воспринимается в первую очередь через материально-техническое обеспечение, точнее, через закупки материально-технических ресурсов и организацию их поставки на строительные объекты.

Под материально-техническим обеспечением строительства понимается процесс выявления и удовлетворения нужд строительных фирм в материально-технических ресурсах для производства строительной продукции.

Широкие права, предоставляемые рынком строительной фирме в области материально-технического обеспечения производства, объективно возлагают на нее и большее бремя ответственности за рациональность материально-технического обеспечения. В частности, строительная фирма сама несет ответственность установления коммерческих связей по поставкам продукции производственно-технического назначения (надежность поставщиков, качество поставляемой продукции и т.п.), а также принятой с контрагентами ценовой политики (цены закупаемых материалов, тарифы на перевозки, наценки коммерческих посредников и т.п.).

Таким образом, выбор оптимального поставщика материальных ресурсов в строительных организациях является одним из основных вопросов, требующим правильного решения. При этом возникают определенные трудности в связи с тем, что всех поставщиков можно описать набором критериев, причем по одним критериям предполагаемый поставщик может отличаться в лучшую сторону, а по другим - в худшую.

Для рациональной оценки и оптимального выбора предлагается использовать метод анализа иерархий<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Саати Т., Керис К. Аналитическое планирование и организация систем. М., 1991.

Данный метод был применен при определении оптимального поставщика щебня для дорожно-строительных организаций г. Тюмени.

Выбор приоритетного поставщика с помощью рекомендуемой методики осуществляется последовательно.

Изначально производится структурирование решаемой проблемы: задается общая цель решения задачи, формулируются критерии, определяются возможные поставщики.

Для строительных организаций структурированная задача при выборе поставщика щебня для дорожно-строительных работ приведена на рисунке.

Затем формируется  $n$  ( $i = \overline{1, n}$ ) критериев, которые попарно сравниваются между собой на основе шкалы относительной важности, представленной в табл. 1.

Важность каждого критерия определяется группой специалистов (экспертов), в которую могут входить специалисты материально-технического отдела, специалисты планово-производственного отдела и иные работники управленческого персонала, функции которых непосредственно связаны с процессом снабжения производства. Такая оценка дает более объективные результаты расчетов по выбору оптимального поставщика.

Попарное сравнение критериев выбора поставщиков осуществляется в виде матрицы сравнений:

$$M = \begin{cases} W_{11} W_{12} W_{13} \dots W_{1n} \\ W_{21} W_{22} W_{23} \dots W_{2n} \\ W_{31} W_{32} W_{33} \dots W_{3n} \\ \dots \\ W_{m1} W_{m2} W_{m3} \dots W_{mn} \end{cases} =$$

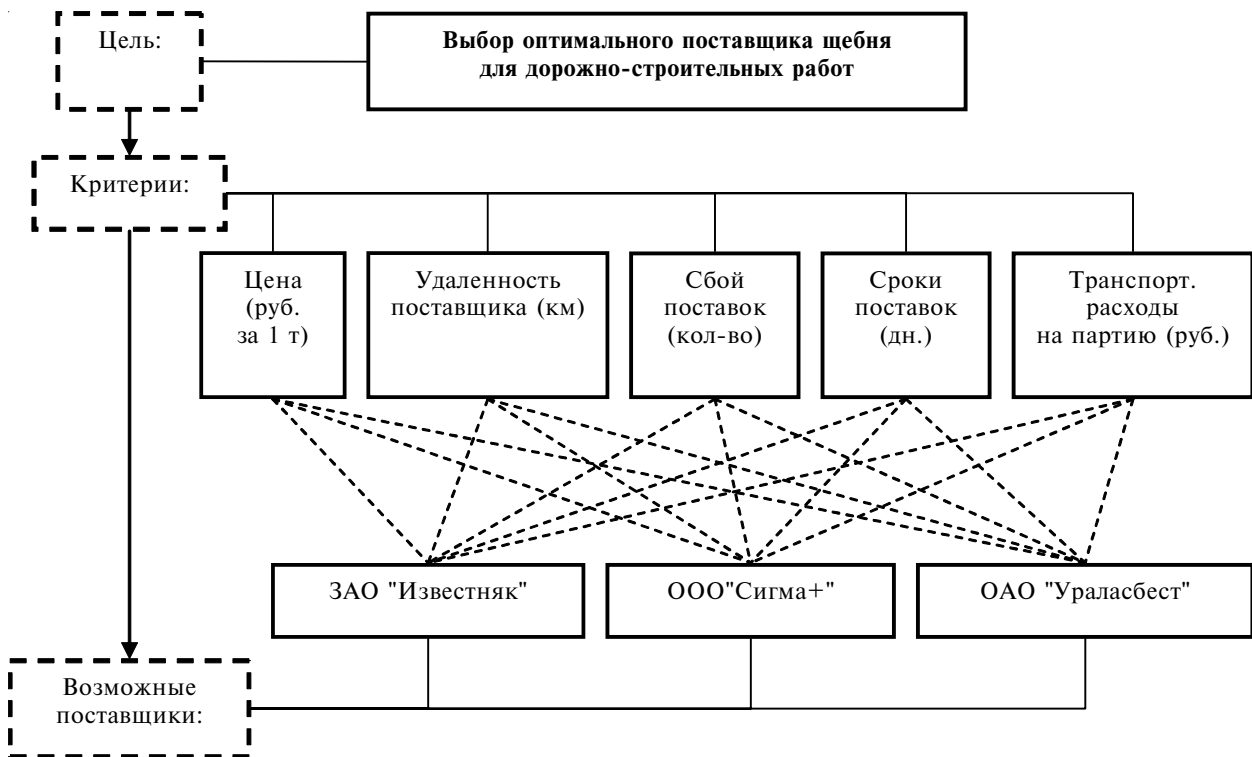


Рис. Структурированная задача выбора оптимального поставщика для дорожно-строительных организаций г. Тюмени

Таблица 1. Шкала относительной важности

Оценка	Определение	Пояснение
0	Несравнимы	Эксперт затрудняется в сравнении
1	Равнозначны	Равный вклад двух альтернатив в цель
3	Умеренное превосходство одного над другим	Опыт и суждения дают легкое превосходство одной альтернативы над другой
5	Существенное превосходство	Опыт и суждения дают сильное превосходство одной альтернативы над другой
7	Значительное превосходство	Одной из альтернатив дается настолько сильное превосходство, что оно становится практически значительным
9	Абсолютное превосходство	Очевидность превосходства одной альтернативы над другой подтверждается наиболее сильно
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения	Применяются в компромиссном случае
Обратные величины данных оценок	Если при сравнении одной альтернативы с другой получено одно из вышеуказанных чисел (например, 3), то при сравнении второго вида деятельности с первым получим обратную величину (т.е. 1/3)	

$$= \begin{pmatrix} F_1/F_1 & F_1/F_2 & F_1/F_3 & \dots & F_1/F_n \\ F_2/F_1 & F_2/F_2 & F_2/F_3 & \dots & F_2/F_n \\ F_3/F_1 & F_3/F_2 & F_3/F_3 & \dots & F_3/F_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ F_m/F_1 & F_m/F_2 & F_m/F_3 & \dots & F_m/F_n \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где  $F_i$  - оценка приоритета  $i$ -го критерия,  $i = \overline{1, n}$ ;

$W_{ij}$  - оценки парных сравнений критериев,

$i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$ .

Сравнивая  $n$  критериев, реально проводится не  $n$  сравнений, а  $s$  сравнений, где  $s$  может быть определено по формуле

$$s = \frac{n \cdot (n - 1)}{2}. \quad (2)$$

Следующий этап реализации метода анализа иерархии - определение дополнительных величин  $d_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) для расчета коэффициентов важности (веса) сравниваемых критериев:

$$d_i = \prod_{j=1}^m W_j, \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

$$C_i = \sqrt[n]{d_i}, \quad (4)$$

где  $C_i$  - собственный вектор матрицы парных сравнений.

Весомость  $i$ -го критерия определяется по следующей формуле:

$$R_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^n C_i}, \quad i = \overline{1, n}. \quad (5)$$

В результате сумма коэффициентов важности всех критериев должна быть равна 1.

Характеристика основных критериев, которые учитывались при принятии решения в выборе поставщиков щебня для дорожно-строительных организаций, представлена в табл. 2.

Попарное сравнение и расчет весомости каждого из выбранных критериев приведен в табл. 3.

Аналогичным образом осуществляется попарное сравнение поставщиков по каждому из выбранных критериев на основе шкалы относительной важности и производится расчет весомости

каждого поставщика материальных ресурсов ( $P_i$ ).

Обозначим возможных поставщиков щебня для дорожно-строительных организаций следующим образом: ЗАО "Известняк" -  $P_1$ ;

ООО "Сигма+" -  $P_2$ ; ОАО "Ураласбест" -  $P_3$ .

Оценка поставщиков щебня между собой по каждому критерию представлена в табл. 4 - 8.

На заключительном этапе реализации рекомендуемого метода принимается окончательное решение по выбору оптимального поставщика

**Таблица 2. Основные критерии выбора поставщиков щебня для строительных организаций**

Критерий	Обозначение	Значение показателя	Превосходство критерия
1. Цена, руб.	$F_1$	$\rightarrow \min$	Значительное превосходство над $F_2$
			Существенное превосходство над $F_3$
			Абсолютное превосходство над $F_4$
			Умеренное превосходство над $F_5$
2. Удаленность поставщика, км	$F_2$	$\rightarrow \min$	Умеренное превосходство над $F_4$
3. Сбой поставок, кол-во	$F_3$	$\rightarrow \min$	Умеренное превосходство над $F_2$
			Существенное превосходство над $F_4$
4. Сроки поставок, дн.	$F_4$	$\rightarrow \min$	-
5. Транспорт. расходы на всю партию, руб.	$F_5$	$\rightarrow \min$	Умеренное превосходство над $F_3$
			Существенное превосходство над $F_2$
			Значительное превосходство над $F_4$

**Таблица 3. Оценка весомости критериев выбора поставщиков щебня**

Критерий	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$d_i$	$C_i$	$R_i$
$F_1$	1	7	5	9	3	945	3,133	0,460
$F_2$	0,14	1	0,33	3	0,2	0,03	0,553	0,081
$F_3$	0,2	3	1	5	0,33	1	1,000	0,147
$F_4$	0,11	0,33	0,2	1	0,14	0,001	0,319	0,047
$F_5$	0,33	5	3	7	1	35	1,809	0,265
$\sum_{i=1}^n C_i$	-	-	-	-	-	-	6,813	1

Таблица 4. Оценка поставщиков по критерию  $F_1$ 

Поставщик	$П_1$	$П_2$	$П_3$	$d_i$	$C_i$	$R_i$
$П_1$	1	0,14	0,33	0,05	0,36	0,08
$П_2$	7	1	5	35	3,27	<b>0,73</b>
$П_3$	3	0,2	1	0,6	0,84	0,19
$\sum_{i=1}^n C_i$	-	-	-	-	4,48	1

Таблица 5. Оценка поставщиков по критерию  $F_2$ 

Поставщик	$П_1$	$П_2$	$П_3$	$d_i$	$C_i$	$R_i$
$П_1$	1	3,00	5,00	15,00	2,47	<b>0,64</b>
$П_2$	0,33	1	3	1	1,00	0,26
$П_3$	0,2	0,33	1	0,07	0,41	0,10
$\sum_{i=1}^n C_i$	-	-	-	-	3,87	1

Таблица 6. Оценка поставщиков по критерию  $F_3$ 

Поставщик	$П_1$	$П_2$	$П_3$	$d_i$	$C_i$	$R_i$
$П_1$	1	3,00	0,20	0,60	0,84	0,19
$П_2$	0,33	1	0,14	0,05	0,36	0,08
$П_3$	5	7	1	35	3,27	<b>0,73</b>
$\sum_{i=1}^n C_i$	-	-	-	-	4,48	1

Таблица 7. Оценка поставщиков по критерию  $F_4$ 

Поставщик	$П_1$	$П_2$	$П_3$	$d_i$	$C_i$	$R_i$
$П_1$	1	7,00	9,00	63,00	3,98	<b>0,79</b>
$П_2$	0,14	1	3	0,43	0,75	0,15
$П_3$	0,11	0,33	1	0,04	0,33	0,07
$\Sigma$	-	-	-	-	5,07	1

Таблица 8. Оценка поставщиков по критерию  $F_5$ 

Поставщик	$П_1$	$П_2$	$П_3$	$d_i$	$C_i$	$R_i$
$П_1$	1	0,33	0,11	0,04	0,33	0,07
$П_2$	3	1	0,14	0,43	0,75	0,15
$П_3$	9	7	1	63	3,98	<b>0,79</b>
$\Sigma$	-	-	-	-	5,07	1

Таблица 9. Расчет приоритетов поставщиков

Критерий	Вес критерия	Оценка поставщика			Вес оценки		
		$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_1$	$P_2$	$P_3$
$F_1$	0,460	0,08	0,73	0,19	0,037	0,336	0,087
$F_2$	0,081	0,64	0,26	0,10	0,052	0,021	0,008
$F_3$	0,147	0,19	0,08	0,73	0,028	0,012	0,107
$F_4$	0,047	0,79	0,15	0,07	0,037	0,007	0,003
$F_5$	0,265	0,07	0,15	0,79	0,017	0,040	0,208
$V_i \rightarrow \max, 1 < j \leq m$	1	-	-	-	0,17	<b>0,42</b>	0,41

(табл. 9) на основе расчета приоритета ( $V_i$ ), определяемого по формуле:

$$V_i = \sum_{i=1}^n R_i \cdot P_i, \quad (6)$$

где  $R_i$  - вектор матрицы парных сравнений критериев;

$P_i$  - вектор матрицы парных сравнений поставщиков.

Оптимальным поставщиком материальных ресурсов является тот, суммарное значение весов оценки которого является наибольшим. Согласно произведенным расчетам приоритетным поставщиком щебня для дорожно-строительных организаций г. Тюмени является ООО "Сигма+".

Внедрение предлагаемой методики выбора приоритетного поставщика возможно с помощью компьютеризированной программы, что облегчит работу специалистов отдела материально-технического обеспечения, ускорит процесс выбора и снизит затраты. При этом рекомендуется разработать данный алгоритм автоматизированного расчета не на основе специальной программы, которой чаще всего необходима в качестве базы мощная операционная система, а на традиционном процессоре электронных таблиц Microsoft Excel. Основным преимуществом использования потенциала Microsoft Excel является сокращение затрат на внедрение данного продукта, на обуче-

ние персонала правильному использованию программы, а также возможность совмещения рекомендуемой методики с другими файлами.

Удобство применения процессора электронных таблиц Microsoft Excel при решении задачи выбора приоритетного поставщика с использованием метода анализа иерархий заключается в возможности автоматического расчета итоговых показателей с применением таких функций, как "Степень", "Автосумма", "Произведение".

Для удобства применения программы на практике были введены следующие параметры программы:

- кодирование файла данной программы при помощи определенного пароля с целью защиты базы данных от посторонних пользователей;
- защита рабочего листа для предохранения таблиц с расчетами от порчи неопытным пользователем;
- определенный цвет каждого ярлыка листов, соответствующий цвету заливки данного рабочего листа.

Ценность представленной методики заключается в том, что многие критерии, на первый взгляд, несущественные, могут в дальнейшем оказать большое влияние на реализацию принятого решения. Также методика позволяет применять любые критерии без изменения алгоритма принятия решения, что является наиболее важным при учете достаточно большого количества критериев.

Поступила в редакцию 05.07.2009 г.