

УДК 332.14

DOI: 10.22213/2410-9304-2017-1-70-73

И. Б. Иванова, кандидат экономических наук

Т. Н. Иванова, магистрант

ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ВЫБОРА ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

В условиях современного рынка успех развития и роста компании во многом зависит от работы маркетолога, от правильно выбранной маркетинговой стратегии. Для решения основной проблемы повышения эффективности управления проектно-исследовательской организацией нужно прорабатывать каждую составляющую будущего проекта.

Анализ маркетинговой среды и оценка рыночных возможностей организации осуществляются в ходе комплексных маркетинговых исследований рынка, цель которых состоит в сборе информации о рынке и ее изучении для совершенствования процесса разработки и сбыта товаров. Маркетинговые исследования рынка являются обязательным условием успеха товаров, предлагаемых на рынке. Они эффективны в том случае, когда рассматриваются не только как процесс получения труднодоступной коммерческой информации, но и как средство, обеспечивающее руководство организации аналитическими выводами об изменениях маркетинговой среды с целью улучшения возможностей системы управления.

Маркетинговое исследование строительного рынка напрямую связано с управлением ресурсами проекта. Грамотно построенная стратегия маркетинга является обязательным условием успешного управления ресурсами строительства. В проектно-исследовательской организации, занимающейся строительством на просадочных грунтах, одним из самых важных и значимых разделов любого проекта нового строительства или реконструкции является проектирование фундаментов, усиление грунтов.

В статье описана процедура формирования системы показателей для оценки и выбора тампонажных цементных составов при строительстве на просадочных грунтах с использованием метода экспертного опроса. Этот метод позволяет выявить мнение специалистов по исследуемой проблеме, проранжировать какие-либо признаки и определить степень важности. Для каждого показателя рассчитан коэффициент весомости. С помощью рассчитанного коэффициента весомости определим степень значимости конкретного показателя для оценки качества.

**Ключевые слова:** тампонажные цементные растворы, метод экспертных оценок, коэффициент конкордации, критерий Пирсона, коэффициент весомости.

При строительстве на просадочных грунтах важнейшей проблемой является выбор способа усиления основания. Стоимость строительства на 40 % и более складывается из затрат на возведение нулевого цикла. Грамотный выбор технических решений по укреплению грунтов позволяет сэкономить до 50 %, сокращая затраты на всех последующих этапах, а также вдвое ускорить ввод объекта. Нагнетание и инъектирование тампонажными растворами в настоящее время является одним из самых актуальных методов укрепления разрушающихся фундаментов и грунтов [1]. Для выполнения одной и той

же задачи применяются разные виды составов, поэтому возникает проблема выбора оптимального раствора.

В статье описан процесс выявления основных характеристик растворов и расчета их коэффициентов значимости на основе экспертных оценок. В дальнейшем полученные результаты будут использованы при выборе проектных решений по укреплению просадочных грунтов.

Проведенный авторами анализ специальной литературы [2–5] позволил составить перечень показателей (табл. 1), характеризующих растворы.

Таблица 1. Перечень показателей

№ п.п	Показатели, влияющие на выбор цементного тампонажного раствора	Ед. измерения	Описание показателя
1	Сроки схватывания	ч	Начало схватывания портландцемента должно наступать не ранее 45 минут, а конец – не позднее 12 часов
2	Предел прочности	МПа	По прочности на сжатие в возрасте 28 сут. цементы подразделяют на классы: 22,5; 32,5; 42,5; 52,5
3	Стоимость раствора	руб.	От 300 руб./кг
4	Растекаемость	см	Определяет удобство применения раствора ≈15–22 см
5	Плотность раствора	г/см <sup>3</sup>	– легкие (< 1400 кг/ м <sup>3</sup> ); – облегченные (1400...1650 кг/ м <sup>3</sup> ); – нормальные (1650...1950 кг/ м <sup>3</sup> ); – утяжеленные (1950...2300 кг/ м <sup>3</sup> ); – тяжелые (> 2300 кг/ м <sup>3</sup> )
6	Сульфатостойкость	°С	Стойкость в агрессивной среде
7	Температура применения	–	– для низких температур (ниже + 15 °С); – для нормальных температур (+ 15...+ 40 °С); – для повышенных температур (+ 40...+ 90 °С); – для высоких температур (+ 90...+ 160 °С); – для сверхвысоких температур (выше +160 °С)
8	Наличие различных добавок	–	Замедлители схватывания, пластификаторы, понизители фильтрации
9	Стоимость доставки	руб.	Вычисляется индивидуально
10	Другие	–	–

Далее, для уточнения перечня был проведен экспертный опрос. Этот метод позволяет выявить мнение специалистов по исследуемой проблеме, выполнить ранжирование каких-либо признаков и определить степень важности. Недостатком метода считается отсутствие гарантий в достоверности оценок. Эта проблема решается путем проверки согласованности мнений экспертов. Все существующие способы определения достоверности экспертных оценок основаны на предположении, что в случае согласности действий экспертов достоверность оценок гарантируется [6].

По процедуре проведения экспертные опросы подразделяются на очные и заочные, индивидуальные (докладные записки, анкетирование, интервью) и групповые (комиссии, «круглые столы», «с прямой оценкой», «с обратной связью»...). Нами выбран метод проведения исследования – индивидуальное интервью, которое проходит в виде свободной беседы и позволяет получить от респондента подробную информацию по обсуждаемой проблеме, проводится в удобное для специалиста время, позволяет исключить влияние авторитетов и подавление других мнений [7].

Проведение экспертного опроса включало следующие этапы: подбор экспертов и формирование

экспертной группы; подготовка плана беседы (гайда / сценария с элементами анкеты); формирование папки с дополнительной информацией; подготовка к интервью (выбор времени и места встречи, мотивации); проведение интервью; обработка результатов [8].

В опросе приняли участие работники проектных и строительных организаций (главный инженер, главный инженер проекта, руководитель строительного отдела, генеральный директор, технадзор, инженеры). Всего привлечено 7 экспертов. Интервью проводились при личной встрече в отсутствие посторонних лиц и длились около 30 минут. В ходе беседы уточнялся перечень показателей и проводилось их ранжирование.

Оценку степени значимости параметров эксперты производят путем присвоения им рангового номера. Фактору, которому эксперт дает наивысшую оценку, присваивается ранг 1. Если эксперт признает несколько факторов равнозначными, то им присваивается одинаковый ранговый номер. Показатели 9 и 10 (табл. 1) набрали наименьшие оценки, поэтому целесообразно будет исключить их из дальнейшего исследования. Сводные результаты опроса представлены в табл. 2.

Таблица 2. Сводные результаты экспертного опроса

№ п.п / Эксперты	1	2	3	4	5	6	7
1	1	3	2	3	4	4	4
2	2	1	8	1	1	1	2
3	6	2	6	5	2	2	1
4	8	7	7	7	6	7	3
5	5	8	4	8	7	6	7
6	3	5	5	2	5	5	5
7	4	4	3	6	8	8	8
8	7	6	1	4	3	3	6

Оценка согласованности мнений экспертов была произведена с использованием коэффициента конкор-

дации Кендела и критерия Пирсона [9]. Для расчетов показателей составлена матрица рангов (табл. 3).

Таблица 3. Матрица рангов

Факторы / Эксперты	Оценка эксперта							Сумма рангов	$d$	$d^2$
	1	2	3	4	5	6	7			
$x_1$	1	3	2	3	4	4	4	21	-10,5	110,25
$x_2$	2	1	8	1	1	1	2	16	-15,5	240,25
$x_3$	6	2	6	5	2	2	1	24	-7,5	56,25
$x_4$	8	7	7	7	6	7	3	45	13,5	182,25
$x_5$	5	8	4	8	7	6	7	45	13,5	182,25
$x_6$	3	5	5	2	5	5	5	30	-1,5	2,25
$x_7$	4	4	3	6	8	8	8	41	9,5	90,25
$x_8$	7	6	1	4	3	3	6	30	-1,5	2,25
$\Sigma$	36	36	36	36	36	36	36	252		866

Отклонение  $d$  от среднего значения находим по формуле [10]:

$$d = \sum x_{ij} - \frac{\sum \sum x_{ij}}{n}, \quad (1)$$

$$d = \sum x_{ij} - 31,5.$$

Делаем проверку правильности составления матрицы на основе исчисления контрольной суммы по формуле

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+n)n}{2}, \quad (2)$$

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+8)8}{2}.$$

Суммы по столбцам матрицы равны между собой и контрольной сумме, значит, матрица составлена правильно.

Проводим анализ значимости исследуемых факторов.

В данном примере факторы по значимости распределены следующим образом, табл. 4.

Таблица 4. Расположение факторов по значимости

Фактор	$x_2$	$x_1$	$x_3$	$x_6$	$x_8$	$x_7$	$x_4$	$x_5$
Сумма	16	21	24	30	30	41	45	45

Проводим оценку средней степени согласованности мнений всех экспертов. Рассчитываем коэффициент конкордации по формуле [11]:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}, \quad (3)$$

где  $S$  – сумма квадратов отклонений всех оценок рангов каждого объекта экспертизы от среднего значения,  $S = 866$ ,  $n = 8$ ,  $m = 7$ :

$$W = \frac{12 \cdot 866}{7^2(8^3 - 8)} = 0,421.$$

Коэффициент конкордации изменяется в диапазоне  $0 < W < 1$ , причем  $0$  – полная несогласованность;  $1$  – полное единодушие.

Таблица 5. Матрица преобразованных рангов

№ п.п / Эксперты	1	2	3	4	5	6	7	$\Sigma$	Вес $\lambda$
1	7	5	6	5	4	4	4	35	0,179
2	6	7	0	7	7	7	6	40	0,204
3	2	6	2	3	6	6	7	32	0,163
4	0	1	1	1	2	1	5	11	0,0561
5	3	0	4	0	1	2	1	11	0,0561
6	5	3	3	6	3	3	3	26	0,133
7	4	4	5	2	0	0	0	15	0,0765
8	1	2	7	4	5	5	2	26	0,133
Итого								196	1

Таким образом, выявлено 8 показателей, по которым следует осуществлять выбор цементного тампонажного раствора: сроки схватывания, предел прочности, стоимость раствора, растекаемость, плотность

$W = 0,421$  говорит о наличии слабой степени согласованности мнений экспертов.

Оценка значимости коэффициента конкордации определяется критерием согласования Пирсона по формуле [12]:

$$X^2 = \frac{12S}{m \cdot n(n+1)}, \quad (4)$$

$$X^2 = \frac{12 \cdot 866}{7 \cdot 8(8+1)}.$$

Вычисленный критерий Пирсона  $X^2$  сравниваем с табличным значением для числа степеней свободы  $K = n - 1 = 8 - 1 = 7$  и при заданном уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Поскольку  $X^2$  расчетный 20,62 больше табличного (14,06714), то  $W = 0,421$  – величина не случайная, а потому полученные результаты имеют смысл и могут использоваться в дальнейших исследованиях.

На основе получения суммы рангов, табл. 4, можно вычислить показатели весомости рассмотренных параметров. Матрицу опроса преобразуем в матрицу преобразованных рангов, табл. 5, по формуле [13]:

$$S_{ij} = x_{\max} - x_{ij}, \quad (5)$$

где  $x_{\max} = 8$ .

раствора, сульфатостойкость, температура применения, наличие различных добавок. По данным табл. 5 построен итоговый график.

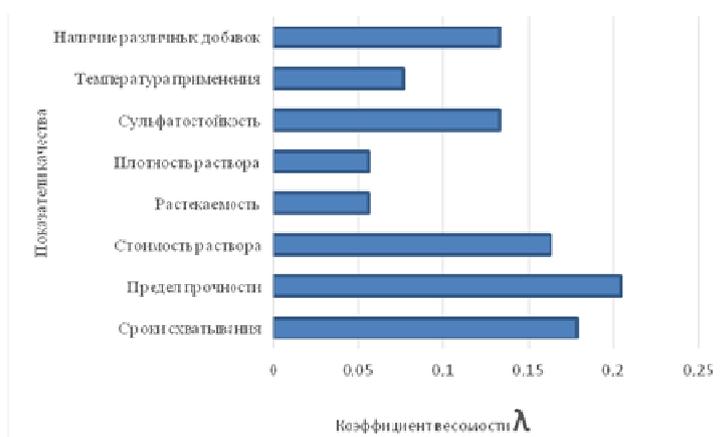


График преимущества параметров качества тампонажных растворов

Коэффициент конкордации и критерий Пирсона свидетельствует о согласованности мнений экспертов. Полученные результаты имеют смысл и могут использоваться в дальнейших исследованиях. Рассчитаны коэффициенты весомости для каждого показателя. Результаты будут использованы для создания методики выбора проектного решения по укреплению просадочных грунтов.

#### Библиографические ссылки

1. Бессвайные фундаменты при строительстве объектов на вечной мерзлоте // Экспозиция Нефть Газ. – 2016. – № 4 (50) май. – С. 64–66.
2. ГОСТ 30515–2013. Цементы. Общие технические : введен в действие с 2015.01.01. – Доступ из ПСС «Техэксперт».
3. Кравцов А. И. Железобетон и его составляющие. Определение свойств : учеб. пособие : в 2 ч. – Ч. 1. – Оренбург : ОГУ, 2015. – 182 с.
4. Ибрагимов М. Н. Вопросы проектирования и производства уплотнения грунтов инъекцией растворов по гид-

роразрывной технологии // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2015. – № 2. – С. 22–27.

5. Юдина Л. В., Турчин В. В., Сычугов С. В. Сухие строительные смеси на основе шлакощелочных вяжущих для использования в условиях агрессивной сульфатной среды // Сухие строительные смеси. – 2015. – № 5. – С. 22–28.

6. Багиев Г. Л., Тарасевич В. М., Анн Х. Маркетинг : учебник для вузов. – 3-е изд. / под общ. ред. Г. Л. Багиева. – СПб. : Питер, 2007. – 736 с.

7. Там же.

8. Там же.

9. Беляевский И. К. Маркетинговое исследование: информация, анализ, прогнозирование : учеб. пособие. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 320 с.

10. Багиев Г. Л., Тарасевич В. М., Анн Х. Маркетинг. 736 с.

11. Беляевский И. К. Маркетинговое исследование: информация, анализ, прогнозирование. 320 с.

12. Там же.

13. Там же.

\*\*\*

I. B. Ivanova, PhD in Economics, Kalashnikov ISTU  
T. N. Ivanova, Student, Kalashnikov ISTU

#### Formation of System of Indicators for the Choice of Grouting Solutions by Expert Assessment Method

*In today's market, the success of the development and growth of a company largely depends on the work of the marketer, and on the correctly chosen marketing strategy. To solve the basic problems of increasing the efficiency of management of the design and survey organization, you need to work out every component of the future project.*

*Analysis of the marketing environment and assessment of market opportunities of the organization is carried out in the course of comprehensive market research, the purpose of which is to collect information about the market and its study to improve the process of products developing and marketing. Marketing researches of the market are essential for the success of the products offered at the market. They are effective when they are considered not only as the process of obtaining hard-commercial information, but also as a means of achieving the leadership of the organization by analytical conclusions about the marketing environment changes to improve the management capabilities of the system.*

*Marketing research of the construction market is directly related to the management of the project resources. The well-built marketing strategy is a prerequisite for successful resource management of construction. In design and survey organizations, involved in construction on collapsible soils, one of the most important sections of any project of new construction or renovation is the design of foundations, and strengthening of soils.*

*The paper describes the procedure for the formation of a system of indicators for the evaluation and selection of oil-well cement compositions at building on collapsible soils using the method of expert survey. This method allows for revealing the opinion of experts on the researched topic, ranking any features and determining the degree of importance. The weight factor is calculated for each indicator. By using the calculated weight factor the degree of importance for a particular indicator for quality assessment is defined.*

**Keywords:** grouting cement slurry, method of expert assessment, coefficient of concordance, Pearson criterion, weight factor.

Получено: 19.01.17