

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Тарасов Д.В.¹, Тарасов Р.В.², Макарова Л.В.², Ермишина Я.А.²

¹ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия (440026, Пенза, ул. Красная, 40)

²ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза, Россия (440028, Пенза, ул. Германа Титова, 28), e-mail: mak.78_08@inbox.ru

Предложена эффективная система контроля, предполагающая выявление «ненадежных» показателей качества продукции и определение их взаимосвязи с другими показателями качества выпускаемой продукции. К основным этапам предлагаемой методики относится: определение несмещенных оценок показателей качества, что позволяет определить доверительные интервалы для математического ожидания; сравнение нормативных значений показателей с полученными доверительными границами и выявление «ненадежных» показателей качества. В рассматриваемом примере был выявлен «ненадежный» показатель качества продукции – показатель прочности угловых соединений, а также выявлена линейная зависимость между данным показателем и показателем сопротивления теплопередачи. Установлено, что по показателям прочности угловых соединений и сопротивлению теплопередаче необходимо проведение более тщательного контроля с целью выявления и возможного устранения брака.

Ключевые слова: контроль качества, строительная продукция, методы математической статистики.

IMPROVING QUALITY CONTROL CONSTRUCTION PRODUCTS

Tarasov D.V.¹, Tarasov R.V.², Makarova L.V.², Ermishina J.A.²

¹Penza State University, Penza, Russia (440026, Penza, street Krasnova, 40)

²Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia, (440028, Penza, street Germana Titova, 28), e-mail: mak.78_08@inbox.ru

An efficient control system involves identifying the "unreliable" indicators of product quality and to determine their relationship with other indicators of quality of products. The main steps of the proposed method are: the definition of unbiased estimators of parameters of quality that allows you to define confidence intervals for the mean value; comparison with normative values of indicators obtained the confidence limits and identification of "unreliable" quality indicators. In this example, has been identified "unreliable" indicator of quality products-indicator of strength of corner joints, and found a linear relationship between the indicator and the indicator of resistance to heat transfer. It was found that in terms of the strength of the corner joints and resistance to heat transfer is necessary to conduct a more thorough monitoring in order to identify and eliminate possible marriage.

Keywords: quality control, construction products, the methods of mathematical statistics.

В борьбе за повышение конкурентоспособности и роста эффективности инвестиционной деятельности на современном этапе развития любой коммерческой строительной организации первостепенное значение приобретает улучшение качества процессов производства строительных материалов и изделий [3,5]. Конечно же, система этих мер имеет всеохватывающий характер и связана с предупреждением, выявлением, устранением причин отклонений, которые могут привести в строительстве к браку и тем самым «отпугнуть» потенциальных заказчиков.

В системе мер, направленных на достижение высокого качества продукции строительного назначения, важное место занимает контроль качества, включающий в себя:

– проверку качества строительных материалов и изделий, от которых зависит качество строительной продукции;

- систематическое проведение операционного контроля;
- проверку всех показателей качества готовой продукции на соответствие требованиям нормативных документов (ГОСТ, СНиП и т.д) и многое другое.

Контроль качества строительной продукции – это средство и составная часть процесса управления качеством. На современном этапе развития необходима разработка оперативной и действенной системы оценки качества [2,4]. Контроль качества продукции строительного назначения возможен при наличии научно обоснованной системы контроля качества и зависимости различных форм стимулирования работников от качества выпускаемой ими продукции.

Система контроля качества продукции представляет собой совокупность объектов и субъектов контроля, видов, методов и средств оценки качества продукции и профилактики дефектов на различных этапах жизненного цикла продукции (рис.1).

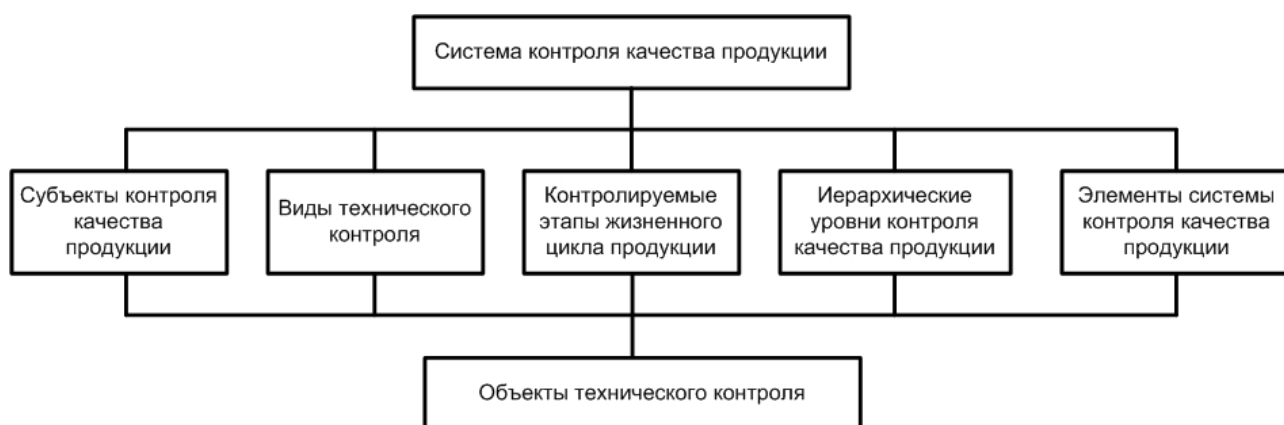


Рисунок 1. Структурно-функциональная модель системы контроля качества продукции

Результаты оценки качества строительной продукции требуют анализа для последующего регулирования наиболее значимых факторов, формирующих ее качество.

Методика проведения анализа контроля качества

В данной работе приводится одна из возможных мер анализа сотрудниками отдела качества проверки соответствия строительной продукции требованиям нормативной документации. В качестве примера проведем анализ для значений показателей оконных блоков, качество которых должно отвечать требованиям ГОСТ 24700-99. Нормативные значения показателей качества представлены в табл. 1.

Таблица 1

Нормативные значения показателей по ГОСТ 24700-99

Показатель качества продукции	Сопротивление теплопередаче (не менее), м ² ·°С/Вт	Звукоизоляция (не менее), дБА	Светопропускание	Воздухопроницаемость (не более), м ³ /(ч·м ²)	Отклонения от габаритных размеров (не более), мм	Прочность угловых соединений (не менее), Н
Нормативное значение (ГОСТ 24700-99)	0,55	26	0,35-0,60	17	2	750

Результаты испытаний деревянных оконных блоков по шести показателям качества представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты испытаний

№	Сопротивление теплопередаче, м ² ·°С/Вт	Звукоизоляция, дБА	Светопропускание	Воздухопроницаемость, м ³ /(ч·м ²)	Отклонение габаритных размеров, мм	Прочность угловых соединений, Н
1	0,55	26	0,35	14	1	750
2	0,56	27	0,36	15	2	750
3	0,58	25	0,37	16	0	750
4	0,57	26	0,38	14	1	750
5	0,57	26	0,40	18	2	750
6	0,53	27	0,41	18	0	750
7	0,55	28	0,45	14	0	750
8	0,54	29	0,34	14	1	740
9	0,56	30	0,50	15	2	750
1	2	3	4	5	6	7
10	0,55	25	0,51	15	1	730
11	0,54	26	0,42	17	1	740
12	0,55	27	0,58	17	1	743
13	0,55	28	0,59	16	0	750

14	0,57	29	0,60	17	2	750
15	0,58	25	0,34	15	1	750
16	0,59	27	0,35	15	3	750
17	0,59	28	0,42	15	2	750
18	0,58	26	0,45	16	2	750
19	0,57	27	0,46	17	1	750
20	0,57	25	0,48	16	0	750
21	0,57	26	0,35	15	3	750
22	0,56	27	0,36	18	2	750
23	0,55	25	0,37	16	1	740
24	0,55	28	0,34	18	3	750
25	0,53	29	0,35	17	2	740
26	0,54	30	0,36	16	1	750
27	0,55	25	0,38	15	2	750
28	0,56	26	0,40	15	1	750
29	0,57	26	0,42	15	0	750
30	0,58	27	0,43	16	2	750
31	0,59	27	0,45	17	2	750
32	0,55	28	0,48	14	1	750
33	0,53	29	0,49	15	2	750
34	0,55	26	0,50	15	1	743
35	0,54	25	0,43	14	1	750
36	0,55	24	0,47	17	0	750
37	0,56	26	0,56	15	3	750
38	0,57	28	0,58	14	4	750
39	0,58	27	0,59	14	2	750
40	0,56	27	0,52	15	1,6	749

Используя аппарат математической статистики, изучим количественные признаки генеральной совокупности по каждому из значений показателей результатов испытаний. Для этого в распоряжении имеются данные выборки объемом $n = 40$ (табл. 2).

Первый этап методики анализа контроля качества состоит в нахождении несмещенных оценок показателей, таких как выборочное среднее и исправленное среднее квадратическое отклонение (сопротивление теплопередачи, звукоизоляция, светопропускание, воздухопро-

нищаемость, отклонение габаритных размеров, прочность угловых соединений), которые определялись по формулам:

$$\bar{x}_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)^2}. \quad (1)$$

Данные оценки позволяют определить для каждого показателя, подвергнутого анализу, доверительные интервалы для математического ожидания a при неизвестном среднем квадратическом отклонении:

$$\bar{x}_B - \frac{t_\gamma s}{\sqrt{n}} < a < \bar{x}_B + \frac{t_\gamma s}{\sqrt{n}},$$

где число t_γ определяется по таблице приложения 3 по заданному объему выборки n и надежности γ [1, с. 464]. Здесь от случайной величины каждого из исследуемых показателей не требуется распределения по нормальному закону [1, с. 214–219, 365]. Полученные значения после первого этапа контроля представлены в табл. 3.

Таблица 3

Несмещенные оценки

Оценки	Сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$	Звукоизоляция, дБА	Светопропускание	Воздухопроницаемость, $\text{м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$	Отклонение габаритных размеров, мм	Прочность угловых соединений, Н
Выборочное среднее \bar{x}_B	0,55975	26,825	0,43975	15,625	1,44	748,125
Исправленное среднее квадратическое отклонение s	0,016716	1,483024	0,080718	1,274755	0,982096	4,409707
Доверительный интервал:						
– левая граница	0,552593	26,19001	0,40519	15,07919	1,019494	746,2369
– правая граница	0,566907	27,45999	0,47431	16,17081	1,860506	750,0131

Примечание. В данной таблице границы доверительных интервалов рассчитаны для надежности $\gamma = 0,95$, т.е. $t_\gamma(n; \gamma) = t_\gamma(40; 0,95) = 2,023$.

Второй этап методики анализа контроля качества заключается в сравнении нормативных значений с доверительными границами (табл. 1 и 3). Здесь требуется выявить все показатели, доверительные интервалы которых не укладываются в требования нормативных документов. Назовем такие показатели ненадежными. В нашем случае ненадежным оказался единственный показатель, такой как прочность угловых соединений.

Далее значения всех ненадежных показателей требуется исследовать на связь с другими показателями, участвующими в анализе. Для этого достаточно определить выборочный коэффициент корреляции r для каждой пары, содержащей обязательно ненадежный показатель. В табл. 4 представлены значения выборочных коэффициентов корреляции.

Таблица 4

Значения выборочных коэффициентов корреляции

Ненадежный показатель	Надежный показатель	r
Прочность угловых соединений	Сопротивление теплопередаче	$r_1 = 0,390029$
Прочность угловых соединений	Звукоизоляция	$r_2 = 0,09361$
Прочность угловых соединений	Светопропускание	$r_3 = 0,00711$
Прочность угловых соединений	Воздухопроницаемость	$r_4 = -0,0325$
Прочность угловых соединений	Отклонение габаритных размеров	$r_5 = 0,132623$

Конечно, поскольку выборка отобрана случайно, то еще нельзя заключить, что коэффициент корреляции генеральной совокупности также отличен от нуля. Следовательно, возникает необходимость при заданном уровне значимости α проверить нулевую гипотезу $H_0 : r_T = 0$ о равенстве нулю генерального коэффициента корреляции при конкурирующей гипотезе $H_1 : r_T \neq 0$. Если нулевая гипотеза отвергается, то это означает, что выборочный коэффициент значимо отличается от нуля, а совокупность показателей связаны линейной зависимостью [1, с. 327].

Для этого были определены критические точки $t_{\text{крит}}$ и рассчитаны значения критерия $T_{\text{набл}}$ для каждого выборочного коэффициента корреляции:

$$t_{\text{крит}} = t_{\text{крит}}(\alpha; n - 2) = t_{\text{крит}}(0,05; 38) = 2,02,$$

$$T_{\text{набл}} = r_{\text{в}} \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{\text{в}}^2}}$$

где α – уровень значимости. В итоге были получены следующие результаты:

$$T_{\text{набл}}(r_1) = 2,6111, T_{\text{набл}}(r_2) = 0,5796,$$

$$T_{\text{набл}}(r_3) = 0,0439, T_{\text{набл}}(r_4) = 0,2005, T_{\text{набл}}(r_2) = 0,82483.$$

Как видно, $T_{\text{набл}}(r_1) = 2,6111 > t_{\text{кр}} = 2,02$, что свидетельствует о линейной зависимости прочности угловых соединений и сопротивления теплопередачи.

Выводы

Таким образом, особому контролю должны подлежать все коррелируемые (зависимые) показатели, как прочность угловых соединений (особо важно) и сопротивления теплопередачи.

В случае если связи между исследуемыми показателями не существенны, меры по особому контролю или же устранению брака в готовой продукции нужно производить только по ненадежному показателю.

Список литературы

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов [Текст] / В.Е. Гмурман. – 11-е изд. – М.: Высш. шк., 2005. – 479 с.
2. Логанина В.И. Разработка системы менеджмента качества на предприятиях [Текст]: учебное пособие / В.И. Логанина, О.В. Карпова, Р.В. Тарасов. – М.: КДУ, 2008. – 148 с.
3. Макарова Л.В. Квалиметрический подход к оценке конкурентоспособности строительной продукции [Текст] / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, О.Ф. Акжигитова // Научно-технический журнал «Вестник гражданских инженеров». – Санкт-Петербург, раздел: Строительные материалы и изделия. – 2014. – № 3(44). – С. 203-208.
4. Макарова Л.В. Методический подход к обеспечению стабильности и качества технологических процессов [Текст] / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, Д.В. Тарасов, О.Ф. Петрина // Научно-теоретический журнал Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 1. – С.120-124.
5. Макарова Л.В. Оценка конкурентоспособности строительной продукции [Текст] / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, К.С. Резевич // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: <http://www.science-education.ru/121-17215> (дата обращения: 30.01.2015).

Рецензенты:

Логанина В.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Управление качеством и ТСП», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза;
Данилов А.М., д.т.н., профессор кафедры математики и математического моделирования, ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза.