

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Экономика и организация энергетики»

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ
И СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Практикум

для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика
и организация производства»,
направления 1-27 01 01-10 «Экономика и организация
производства (энергетика)»

Минск
БНТУ
2012

УДК [005.6+006.1]:620.9 (075.8)

ББК 30.607я7

У67

Составители :

А. И. Баранников, Т. Ф. Манцерова, Н. А. Сологуб

Рецензенты :

И. А. Бокун, А. И. Лимонов

У67 **Управление качеством и стандартизация** : практикум для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства» направления 1-27 01 01-10 «Экономика и организация производства (энергетика)» / сост. : А. И. Баранников, Т. Ф. Манцерова, Н. А. Сологуб. – Минск : БНТУ, 2012. – 35 с.
ISBN 978-985-525-794-4.

В данном практикуме представлены методики определения формы зависимости между признаками, влияющими на качество продукции, приводятся методы расчета статистических показателей качества и распределения функций управления им на предприятиях отрасли. Издание предназначено для закрепления и углубления теоретических знаний по дисциплине «Управление качеством и стандартизация» и получения практических навыков расчета показателей качества.

УДК [005.6+006.1]:620.9 (075.8)

ББК 30.607я7

ISBN 978-985-525-794-4

© Белорусский национальный
технический университет, 2012

Введение

Современное развитие производства в условиях рыночной экономики предъявляет все более высокие требования к конкурентоспособности товаров и услуг, производимых отечественными предприятиями. Реализация этих требований достигается за счет комплексного, системного подхода к проблеме качества.

Практическое решение вопросов качества должно способствовать преодолению барьеров на пути расширения рынков сбыта товаров и услуг и более полному удовлетворению требований потребителя.

Целью дисциплины «Управление качеством и стандартизация» в системе подготовки специалистов во всех областях является изучение комплекса вопросов, связанных с обеспечением, управлением, повышением качества продукции на основе применяемых в мировой практике систем менеджмента качества, а также процедур, связанных с оценкой качества и стандартизации продукции.

В настоящем практикуме особое внимание уделено методикам определения формы зависимости между признаками, влияющими на качество продукции, методам расчета статистических показателей качества с использованием методов математической статистики. Предложены к рассмотрению варианты распределения функций управления качеством на предприятиях отрасли.

Практическое занятие 1

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

Цель занятия: определение уровня качества продукции по плотности распределения.

Статистические методы управления качеством продукции обладают в сравнении со сплошным контролем продукции таким важным преимуществом, как возможность обнаружения отклонения от технологического процесса не тогда, когда вся партия деталей изготовлена, а в процессе, когда можно своевременно вмешаться и скорректировать его (рисунок 1.1).

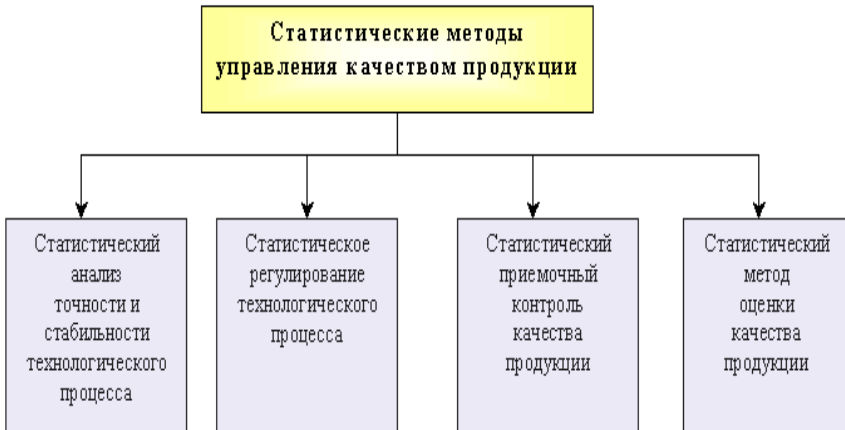


Рисунок 1.1 – Область применения статистических методов управления качеством продукции

Область применения статистических методов управления качеством продукции указана ниже.

1. Статистический анализ точности и стабильности технологического процесса – это установление статистическими методами значений показателей точности и стабильности технологического процесса и определение закономерностей его протекания во времени.

2. Статистическое регулирование технологического процесса – это корректирование значений параметров технологического процесса по результатам выборочного контроля контролируемых параметров, осуществляемое для технологического обеспечения требуемого уровня качества продукции.

3. Статистический приемочный контроль качества продукции – это контроль, основанный на применении методов математической статистики, для проверки соответствия качества продукции установленным требованиям и принятия продукции.

4. Статистический метод оценки качества продукции – это метод, при котором значения показателей качества продукции определяют с использованием правил математической статистики.

Термин «статистический приемочный контроль» не следует обязательно связывать с контролем готовой продукции. Этот вид контроля может применяться на операциях входного контроля, контроля закупок, при операционном контроле, контроле готовой продукции и т. д., т. е. в тех случаях, когда надо решить – принять или отклонить партию продукции.

Область применения статистических методов в задачах управления качеством продукции чрезвычайно широка и охватывает весь ее жизненный цикл (разработку, производство, эксплуатацию, потребление и т. д.).

Статистические методы анализа и оценки качества продукции, методы регулирования технологических процессов и методы приемочного контроля качества продукции являются составляющими управления качеством продукции.

Наиболее распространенным методом оценки качества является оценка качества по плотности распределения.

Одним из способов графического изображения является гистограмма (столбиковая гистограмма), которая отражает состояние качества проверенной партии изделий и помогает разобраться в состоянии качества изделий в генеральной совокупности.

ности, выявить в ней положение среднего значения и характер рассеивания.

Коэффициент точности технологического процесса

$$K_T = \frac{6S}{T},$$

где $S = \sigma$ – среднеквадратическое отклонение.

Допуск изделия

$$T = T_B - T_H,$$

где T_B – верхний технический допуск;

T_H – нижний технический допуск.

Точность технологического процесса оценивают исходя из следующих критериев:

– K_T меньше или равен 0,75 – технологический точный, удовлетворительный (рисунок 1.2);

– K_T от 0,76 до 0,98 – процесс требует внимательного наблюдения (рисунок 1.3);

– K_T больше 0,98 – процесс неудовлетворительный. В этом случае необходимо немедленно выяснить причину появления дефектных изделий и принять меры управляющего воздействия (рисунок 1.4).

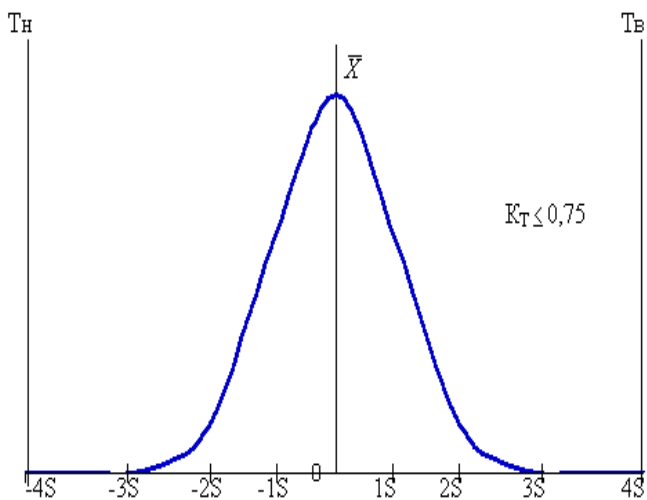


Рисунок 1.2 – Точность стабильна, поскольку имеет запас

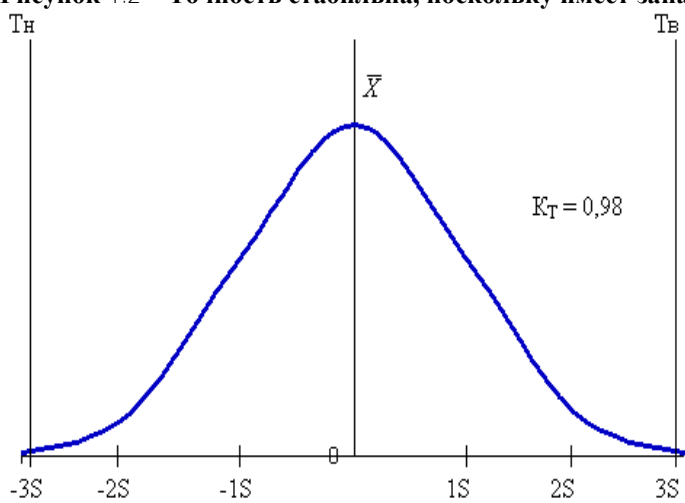
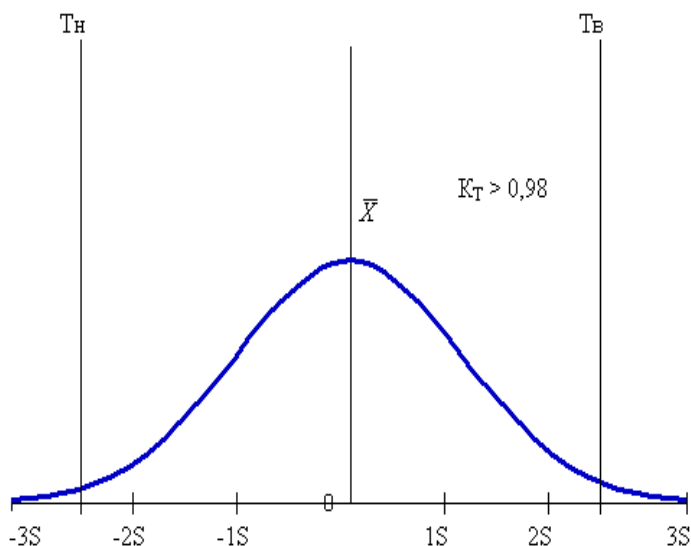


Рисунок 1.3 – Целиком заполнено поле допуска, имеется опасность, что появятся дефектные изделия



**Рисунок 1.4 – По обе стороны допуска
появляются дефектные изделия**

Для определения уровня качества с использованием статистического метода оценки по плотности распределения необходимо рассчитать нижеприведенные показатели:

1. Средний уровень показателя, подвергающийся оценке:

$$\bar{X} = \frac{\sum X \cdot f}{\sum f}.$$

2. Мода

$$M_o = X_n + i \frac{f_2 - f_1}{(f_2 - f_1) + (f_2 - f_3)},$$

где X_n – соответственно нижняя граница модального и медианного интервалов;

i – величина интервала;

f_1, f_2, f_3 – частоты предмодального, модального и послемодального интервала.

3. Медиана

$$M_e = X_n + i \frac{\sum f - Fm_{e-1}}{fm_e},$$

где $\frac{\sum f}{2}$ – порядковый номер медианы;

Fm_{e-1} – частота, накопленная до медианного интервала;

fm_e – частота медианного интервала.

4. Построить кривую распределения (полигон).

5. Размах вариации

$$R = X_{\max} - X_{\min}.$$

Характеризует пределы изменения варьирующего признака.

6. Среднее линейное отклонение – это средняя мера отклонения каждого значения признака от средней.

$$\bar{d} = \frac{\sum |x - \bar{x}| \cdot f}{\sum f}.$$

7. Среднеквадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot f}{\sum f}}.$$

8. Коэффициент вариации:

– по размаху

$$V_R = \frac{R}{\bar{X}} \cdot 100, \%;$$

– по среднему линейному отклонению

$$V_d = \frac{\bar{d}}{\bar{X}} \cdot 100, \%;$$

– по среднему квадратическому отклонению

$$V_\sigma = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100, \%.$$

9. Средняя ошибка выборки

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \cdot 100.$$

10. Предельная ошибка выборки

$$\Delta = \pm t \cdot \mu.$$

11. Диапазон вариации признака

$$\bar{X} - \Delta \leq x \leq \bar{X} + \Delta.$$

Пример 1. На электроламповом заводе цех производит лампочки. Отобрали совокупность 25 шт. и произвели испытание на специальном стенде (меняли напряжение, стенд подвергали вибрации и т. д.) Каждый час снимали показания о продолжительности горения лампочек. Получены результаты: 6; 6; 4; 5; 7; 5; 6; 6; 7; 8; 5; 7; 7; 6; 4; 5; 6; 8; 7; 5; 7; 6; 5; 6; 6.

Пример 2. Отобрали 10 конденсаторов, номинальная емкость которых 10,0 мкФ. Провели испытания и получили фактиче-

ские значения величины емкости конденсаторов: 8,5; 9,5; 9,25; 10,0; 9,75; 9,0; 10,75; 10,5; 11,0; 10,25.

Пример 3. отобрали совокупность 10 резисторов, номинальное значение сопротивления которых 30 кОм. После проведенных испытаний получили фактические величины сопротивления: 28,0; 29,5; 27,0; 28,75; 30,5; 29,75; 28,25; 31,5; 28,75; 32,3.

Пример 4. Произвели 10 замеров частоты тока, номинальное значение частоты 50 Гц. Получили фактические значения частоты: 48,5; 47,0; 49,7; 50,0; 47,5; 49,0; 47,75; 48,25; 50,0.

Пример 5. Сняли 10 показаний напряжения и получили фактические значения напряжения: 198,0; 209,0; 199,0; 198,5; 231,0; 242,0; 209,7; 220,0; 199,75; 210,0. Номинальное значение напряжения 220 кВ.

Практическое занятие 2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА КАЧЕСТВО

Цель занятия: изучение тесноты связи и установление формы зависимости между двумя признаками, влияющими на качество.

Для этого необходимо рассчитать:

- коэффициент корреляции знаков (коэффициент Фехнера);
- линейный коэффициент корреляции;
- коэффициент корреляции рангов (коэффициент Кендэла и Спирмена);
- уравнение регрессии;

– определить возмущающую переменную, графически изобразить диаграмму рассеяния и регрессионную прямую.

По результатам расчетов сделать выводы.

К простейшим показателям степени тесноты связи относят коэффициент корреляции (коэффициент Фехнера). Для его расчета вычисляют средние значения результативного и факторного признаков, а затем проставляют знаки отклонений для всех значений взаимосвязанных признаков:

$$K_{\phi} = \frac{n_a - n_b}{n_a + n_b},$$

где n_a – число совпадений отклонений индивидуальных величин от средней;

n_b – число несовпадений знаков отклонений индивидуальных величин от средней.

K_{ϕ} может принимать значения от -1 до $+1$. Если знаки всех отклонений совпадут, то $n_b = 0$ и $K_{\phi} = 1$, что говорит о наличии прямой связи. Если же знаки будут разными, то $n_a = 0$ и $K_{\phi} = -1$, что свидетельствует об обратной связи. Для расчета K_{ϕ} необходимо использовать таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Сводная таблица для расчета K_{ϕ}

X	Y	Знак отклонения индивидуальной величины признака от средней		Совпадений (a)	Совпадений (b)
		для X	для Y		

Как видно из формулы $K_T = \frac{6S}{T}$, для расчета K_Φ не имеет значения величина отклонения факторного и результативного признаков.

Более совершенным показателем тесноты связи является линейный коэффициент корреляции

$$r = \sum \frac{(X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{n \cdot y_x \cdot y_y},$$

где \bar{X} – среднее значение факторного признака;

\bar{Y} – среднее значение результативного признака;

y_x, y_y – среднеквадратическое отклонение

$$y_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}};$$

$$y_y = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n}}$$

или
$$r = \frac{(n \sum x \cdot y - \sum x \cdot \sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}.$$

Для расчета коэффициента корреляции нужно использовать таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Сводная таблица для расчета r

X_i	Y_i	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(Y_i - \bar{Y})$	$(Y_i - \bar{Y})^2$	$(X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})$
-------	-------	-------------------	---------------------	-------------------	---------------------	---

--	--	--	--	--	--	--

В тех случаях, когда признакам наблюдаемого явления не удается одновременно приписать те или иные абсолютные значения, используют коэффициенты ранговой корреляции. Каждому элементу совокупности присваивают ранг, т. е. элементу с наименьшим значением признака присваивают ранг 1, следующему за ним – ранг 2 и т. д. Элементы можно располагать в порядке убывания значений их признака. Для изучения тесноты ранговой корреляции используют коэффициент ранговой корреляции Спирмена

$$\rho_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (v_i - \omega_i)^2}{n(n^2 - 1)},$$

где v_i – ранг переменной y_i

ω_i – ранг переменной x_i

n – объем выборки.

Коэффициент корреляции Кендэла

$$r = 1 - \frac{4 \cdot Q}{n(n-1)},$$

где $Q = \sum q_i$ – число, отражающее обратный порядок расположения последующих рангов.

Под простой регрессией понимается односторонняя стохастическая (вероятностная) зависимость результативной переменной от одной объясняющей переменной

$$\hat{Y} = f(x) \text{ или } \hat{Y} = b_0 + b_1 \cdot x.$$

Для нахождения параметров b_0 и b_1 используем метод наименьших квадратов

$$S = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min$$

или, поскольку $\hat{y}_i = b_0 + b_1 \cdot x_i$,

$$S = \sum (y_i - (b_0 + b_1 x_i))^2 \rightarrow \min.$$

После математических преобразований получим выражение для b_0 и b_1 :

$$b_0 = \frac{(\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i \sum x_i \cdot y_i)}{(n \sum x_i^2 - \sum x_i \sum x_i)};$$

$$b_1 = \frac{(n \sum y_i \sum x_i - \sum x_i \sum x_i \cdot y_i)}{(n \sum x_i^2 - \sum x_i \sum x_i)}.$$

Можно получить b_0 и b_1 иным способом:

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X},$$

где \bar{Y} , \bar{X} – средние значения соответственно переменных Y и X .

Коэффициент регрессии b может быть представлен следующим образом:

$$b_1 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2},$$

где b_1 – это переменная, которая показывает изменение переменной X на зависимую переменную Y . После определения b_0 и b_1 можно найти уравнение регрессии и вычислить значение регрессии для заданной области объясняющей переменной X .

После определения оценок параметров регрессии, а также значений y_i , можно определить возмущающую переменную U_i , характеризующую отклонение переменной от средней величины. Она включает влияние неучтенных факторов-переменных, случайных полей и ошибок наблюдений

$$U_i = Y_i - \hat{Y}_i.$$

Возмущающая переменная используется в качестве характеристики точности оценки регрессии или степени согласованности расчетных значений регрессии и наблюдаемых значений переменной Y . Рассматриваемая U_i как отклонения i -х наблюдений, которых следует ожидать в среднем, можно сделать ряд практических выводов.

При анализе зависимости между двумя переменными применяют диаграмму рассеяния (рисунок 2.1), которая является наглядной формой представления информации. Для ее построения используют прямоугольную систему координат.

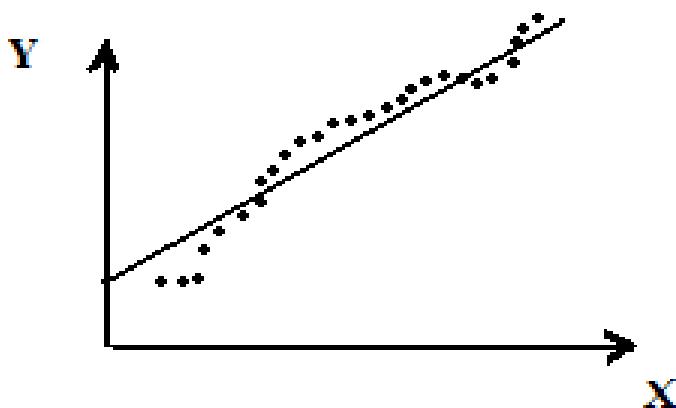


Рисунок 2.1 – Диаграмма рассеяния и регрессионная прямая

По оси абсцисс отмечают значения независимой переменной, а по оси ординат – зависимой. Результат каждого наблюдения отображается точкой на плоскости. Скопление этих точек определяет картину зависимости двух переменных. По ширине разброса точек можно сделать вывод о степени тесноты связи. Если точки расположены близко друг к другу в виде узкой полоски, то это свидетельствует о наличии относительно тесной связи.

Совокупность рассчитанных значений образует прямую регрессии, отражающую зависимость результативной переменной Y от объясняющей переменной X при условии, что остальные неучтенные факторы и случайности не оказывают влияния на объясняющую переменную. Чтобы провести прямую на графике, достаточно определить значения регрессии для двух значений переменной X , удаленных друг от друга на некоторое расстояние. Прямая регрессии пересекает ось ординат в точке b_0 . Исходные данные для выполнения задания приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Исходные данные

1	X	Стаж работы, лет	1,0	6,5	9,2	4,5	6,0	2,5	2,7	16,0	13,2	14,0	11,0	12,0
	Y	Выработка на 1-го рабочего, млн руб.	20,0	30,0	33,5	28,2	29,5	25,3	42,5	40,0	33,2	34,2	32,5	33,0
2	X	Прибыль предприятия, млн руб.	10,3	10,5	12,2	13,0	13,5	14,1	16,0	18,0	20,2	22,9	23,4	25,0
	Y	Производственная себестоимость, млн руб.	4,12	4,2	4,88	5,2	5,4	5,64	6,4	7,2	8,08	9,16	9,36	10,0
3	X	Выработка на 1-го рабочего, млн у. е.	22,0	31,0	34,5	28,2	29,5	27,3	42,5	41,0	33,2	35,2	33,5	33,0
	Y	Автоматизация производства, %	43	38	65	54	41	71	64	48	51	56	66	75
4	X	Стоимость основных средств, млн у. е.	68	3,1	3,4	5,1	7,6	4,0	2,5	5,5	4,1	8,2	6,8	5,5
	Y	Объем СМР, млн у. е.	17,8	11,2	11,3	14,6	17,5	11,3	11,7	17,8	13,7	19,5	12,2	14,9
5	X	Рентабельность, %	24	30	28	31	26	15	19	23	29	25	21	32
	Y	Себестоимость 1 кВт·ч, ц / кВт·ч	2	2,2	2,6	2,5	3,0	3,4	3,5	4,4	4,1	4,6	4,5	5,0

81 Окончание таблицы 2.3

6	X	Стаж работы, лет	10,5	1,0	9,0	5,0	6,0	10,2	5,0	5,4	7,5	8,0	8,5	2,0
	Y	Разряд	VI	II	IV	III	III	V	II	III	IV	IV	V	I
7	X	Стоимость основных средств, млн руб.	9,3	6,6	6,6	4,9	5,8	7,7	8,0	7,4	6,7	8,1	7,8	5,3
	Y	Производство тепловой энергии, млн ГДж	19,9	11,7	17,3	14,1	13,8	17,9	17,4	17,0	16,9	17,3	22,1	17,0
8	X	Удельный расход условного топлива, т у. т. / кВт·ч	127,0	99,0	119,0	105,0	113,0	118,0	137,0	119,0	107,0	144,0	140,0	126,0
	Y	Производство электроэнергии, кВт·ч	30,3	24,2	28,1	29,0	34,7	35,0	32,4	28,0	27,0	34,0	32,5	36,0
9	X	Стоимость основных средств, млн руб.	8540	8768	9122	11 052	9444	10 323	12 545	11 366	13 672	14 023	12 940	14 255
	Y	Стоимость оборотных средств, млн руб.	5770	5924	6164	7468	6381	6975	8476	7677	9238	9475	8743	9632
10	X	Средняя заработная плата, тыс. руб.	1100	1500	2100	1700	1830	1690	1580	1040	1260	1350	1310	1780
	Y	Уровень квалификации	III	VI	VI	IV	III	III	IV	II	III	IV	III	V

Практическое занятие 3

РАСЧЕТ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

Цель занятия: определение уровня качества продукции.

На практике применяются следующие методы оценки уровня качества продукции: дифференциальный, комплексный, экспертный, экономический.

Дифференциальный метод оценки основан на использовании единичных показателей, т. е. когда определяют, достигнут ли уровня базового образца в целом, по каким показателям он достигнут, какие показатели наиболее сильно отличаются от базовых.

При оценке качества продукции необходимо исходить из значения показателя с точки зрения его влияния на удовлетворение определенной потребности: при возрастании показателя больше удовлетворяется потребность, например, чем выше производительность станка, тем лучше. Уровень качества рассчитывается по формуле

$$K_i = \frac{P_i}{P_{\text{баз}}},$$

где P_i – величина показателя оцениваемого изделия;

$P_{\text{баз}}$ – величина показателя базового изделия.

Если при убывании показателя качество улучшается, например расход топлива у автомобиля, уровень качества определяется по формуле

$$K_i = \frac{P_{\text{баз}}}{P_i},$$

Такой метод оценки качества изделий не совсем удобен при наличии множества разноплановых показателей. Тем не менее уровень качества оцениваемых товаров, для которых существенно важно значение каждого показателя, например пищевых продуктов, лекарств и прочих характеристик изделий, непосредственно влияющих на безопасность потребителей, считается ниже базового, если хотя бы один из относительных показателей меньше единицы.

Комплексный метод оценки уровня качества применяют в тех случаях, когда наиболее целесообразно оценивать качество сложных изделий только одним числом.

Комплексный показатель представляет собой функцию, зависящую от единичных показателей, которые характеризуют однородную группу свойств. К таким группам показателей относятся, например, показатели надежности, эстетичности, безопасности и т. п.

Комплексную оценку по средневзвешенным показателям качества продукции применяют в тех случаях, когда затруднительно или невозможно определить главный, обобщенный показатель и его функциональную зависимость от исходных показателей качества. Обычно используют средневзвешенный арифметический показатель

$$U = \sum_{i=1}^n m_{iU} \cdot K_i$$

или средневзвешенный геометрический показатель качества

$$V = \prod_{i=1}^n (K_i)^{m_{iV}},$$

где K_i – значения i -го показателя качества продукции;

m_{iU} – параметр весомости i -го показателя, входящего в средний взвешенный арифметический показатель;

m_{iV} – параметр весомости i -го показателя, входящего в средний взвешенный геометрический показатель;

n – число показателей качества продукции.

Уровень качества ($Y_{\text{кач}}$) изделий

$$Y_{\text{кач}} = \frac{U_{\text{оц}}}{U_{\text{баз}}} \quad \text{или} \quad Y_{\text{кач}} = \frac{V_{\text{оц}}}{V_{\text{баз}}}.$$

Экспертный метод основывается на использовании суждений экспертов о тех или иных качествах товара. В роли экспертов в зависимости от целей анализа могут выступать как специалисты в данной области, так и отдельные группы потребителей, мнение которых необходимо учитывать в оценке качества, например, бытовой техники. Использование экспертного метода целесообразно в условиях, когда задача оценки качества не может быть решена другими существующими способами, например, оценка цвета, запаха, вкуса, престижности фирмы, оригинальности рекламы и т. д. Экспертный метод для оценки многих показателей качества продукции является единственно возможным, применяется достаточно широко. Для этого разработаны соответствующие методики.

Обобщенный показатель качества, определяемый экспертным методом по бальной системе исчислений, находят как среднее арифметическое значение оценок, поставленных всеми экспертами, т. е. вычисляют по формуле

$$K_{\text{эксп}} = \frac{\sum_{i=1}^a Q_i}{a},$$

где a – количество экспертов;

Q_i – оценки в баллах, поставленные экспертами.

Дальнейший расчет ведется по формуле $K_i = \frac{P_i}{P_{\text{баз}}}$.

Экономический метод оценки уровня качества учитывает все затраты, связанные с покупкой, эксплуатацией и утилизацией изделия за весь период его службы. Такой метод применяется когда затраты на эксплуатацию, сервисное обслуживание, ремонт и дополнительные капитальные вложения велики по сравнению с ценой изделия, например для автомобилей, принтеров, промышленного оборудования. В этом случае рассчитывается верхний предел цены изделия, который определяется из интересов потребителя. Потребитель не будет покупать новое изделие, если его эффективность в эксплуатации будет меньше базового (аналогичных изделий, имеющих на рынке). Уровень качества нового изделия по сравнению с базовым рассчитывается по формуле

$$Y_{\text{кач}} = \frac{C_{\text{ВП}_2}}{C_1},$$

где C_1 – цена базового изделия, руб.;

$C_{\text{ВП}_1}$ – верхний предел цены нового изделия с учетом затрат на эксплуатацию, руб.

Например, для лампочки накаливания условие безразличия покупки базовой и новой моделей в случае одинакового срока службы будет выглядеть следующим образом:

$$C_1 + Z_{\text{Э1}} = C_2 + Z_{\text{Э2}},$$

где C_1 и C_2 – соответственно цены базовой и новой лампочек, руб.;

$Z_{\text{Э1}}$ и $Z_{\text{Э2}}$ – затраты на электроэнергию при их эксплуатации, руб.

Если срок службы лампочек разный, это надо учесть в расчетах:

$$(\text{Ц}_1 + \text{З}_{\text{Э}1}) \cdot \frac{T_2}{T_1} = \text{Ц}_2 + \text{З}_{\text{Э}2},$$

где T_1 и T_2 – сроки службы базовой и новой лампочек, ч.

Исходя из этого соотношения цена новой лампочки Ц_2 или ее верхний предел $\text{Ц}_{\text{ВП}2}$ может быть рассчитан по формуле

$$\text{Ц}_{\text{ВП}2} = \text{Ц}_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} \pm \text{ДЭ},$$

T_2 и T_1 – соответственно долговечность новой базовой модели, тыс. ч;

ДЭ – экономия (перерасход) электроэнергии в процессе эксплуатации новой лампочки по сравнению с базовой, руб.,

$$\text{ДЭ} = \text{З}_{\text{Э}1} \cdot \frac{T_2}{T_1} - \text{З}_{\text{Э}2}.$$

Пример 1. Рассчитать верхний предел цены и уровень качества экономичной лампочки (люминесцентной) по сравнению с обычной (лампочкой накаливания) (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Исходные данные

Параметр	Значение параметра	
	Базовая модель	Новая модель
Сила света	120	120
Мощность, Вт	100	20
Срок службы, ч	2000	4000
Стоимость электроэнергии, руб. / кВт·ч	120	120
Цена лампочки, руб.	1800	?

Пример 2. Рассчитать верхний предел цены и уровень качества новой модели электросчетчика по сравнению с базовой (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Исходные данные

Параметр	Значение параметра	
	Базовая модель	Новая модель
Класс точности	2,0	2,0
Номинальное напряжение, В	3×220/380	3×220/380
Номинальный ток, А	3×5	3×5
Максимальный ток, А	3×6,25	3×7,5
Средний срок службы, лет	25	30
Средняя наработка на отказ, ч	800 000	100 000
Межпроверочный интервал, лет	8	10
Рабочая температура, °С	от –20 до +55	от –25 до +55
Габаритные размеры, мм	317×174×75	283×174×75
Вес, не более кг	1,70	1,65
Цена, тыс. руб.	1500	?

Пример 3. Определить годовой экономический эффект от производства энергооборудования повышенного качества, годовую экономию на текущих затратах, срок окупаемости дополнительных затрат на приобретение новой модели энергооборудования (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Исходные данные

Показатели	Модели	
	Базовая модель	Новая модель
Годовой объем продаж, тыс. ед.	200	200
Себестоимость единицы продукции, тыс. руб.	600	620

Окончание таблицы 3.3

Показатели	Модели	
	Базовая модель	Новая модель
Удельные капиталовложения, связанные с повышением качества оборудования, тыс. руб.	нет	100
Цена единицы оборудования, тыс. руб.	800	850
Нормативный коэффициент эффективности капиталовложений	На уровне банковского процента	
Общее потребление электроэнергии оборудованием в год, кВт · ч	460	380
Цена 1 кВт · ч электроэнергии, руб.	120	120

Практическое занятие 4

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Цель занятия: использование экспертной оценки для разработки программы повышения качества продукции.

Порядок работы:

- определить 5–7 факторов, влияющих на рассматриваемую проблему;
- составить анкету и провести оценку факторов;
- заполнить матрицу оценок факторов;
- провести математическую обработку экспертной информации;
- по результатам расчетов сделать выводы.

Исходные данные:

- снижение себестоимости производства энергии;
- улучшение качества работы энергопредприятий;
- улучшение качества электроэнергии;
- повышение производительности труда на предприятиях энергопредприятий;
- пути увеличения фондоотдачи на энергопредприятиях,
- пути увеличения рентабельности основных средств предприятий отрасли;
- направления увеличения фондовооруженности;
- основные направления энергетического аудита на промышленных предприятиях;
- основные направления экологической политики на предприятии отрасли.

На практике часто возникает необходимость обосновать выбор тех или иных решений. Количественные факторы не всегда применимы, так как их можно охарактеризовать только с качественной стороны. В таком случае используют экспертные методы, которые позволяют на основании учета мнений

квалифицированных специалистов выявить приоритеты (первоочередные) направления совершенствования в области производства. Экспертная оценка производится в определенной последовательности:

- выявляются факторы, оказывающие влияние на исследуемый вопрос;
- выбираются методы оценки факторов.

Выбор факторов, оказывающих влияние на исследуемый вопрос, должен быть как можно более объемным. Для этого следует досконально изучить рассматриваемую проблему.

В качестве метода оценок факторов наиболее часто используется метод ранговой корреляции. Исследователь разрабатывает анкету и дает ее заполнить экспертам (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Анкета

Номер фактора	Факторы	Ранги

Задача эксперта в присвоении перечисленным факторам соответствующих рангов, причем фактору, по мнению эксперта, оказывающему наибольшее влияние на исследуемую проблему, присваивается ранг 1, другим фактором – соответственно 2, 3 и т. д.

Оценки, полученные в результате опросов экспертов, число которых равно m , сводятся в таблицу (матрицу) рангов (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Матрица рангов

№ эксперта									Количество повторяющихся рангов
	1	2	3	4	5	6	7	...	

При наличии в оценках эксперта совпавших (одинаковых) рангов некоторых факторов его оценки преобразуются таким образом, чтобы сумма рангов была равна

$$\frac{n(n+1)}{2},$$

где n – число рангов.

Полученные данные записываются в виде преобразованной матрицы рангов, где в последнем столбце указаны числа их повторений. Наиболее влиятельным будет фактор с наименьшей суммой рангов.

Если в оценках отдельных экспертов имеются одинаковые оценки рангов, дисперсия ранжирования ряда уменьшается на величину

$$\frac{(t_j^3 - t_j)}{12},$$

где t_j – число факторов с повторяющимися рангами.

В целом для матрицы рангов уменьшения дисперсия составит

$$\sum_{j=1}^m T_j = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{n} (t_j^3 - t_j)}{12}.$$

Далее определяется согласованность мнений экспертов с помощью коэффициента конкордации W , учитывающего разброс от среднего уровня:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{2} m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j},$$

где S – сумма квадратов отклонений суммы рангов от средней их суммы.

Коэффициент конкордации W может изменяться от 0 до 1. Если $W = 0$, то согласованности между экспертными оценками нет, если $W = 1$ существует полная согласованность экспертов в оценке факторов.

Для оценки значимости W можно найти

$$\chi^2 = \frac{S}{\frac{1}{2}nm(n+1) - \frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^m T_j}.$$

После этого определяем $\chi_{0,95}^2$ для числа степеней свободы, равного $V = n - 1$, и 5 % уровня значимости. Если $\chi^2 > \chi_{0,95}^2$, то χ^2 является значимым, и с вероятностью более 95 % можно утверждать о наличии определенной согласованности в оценке представленных факторов в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Исходные данные для расчета

v	ρ	v	ρ	v	ρ
	0,05		0,05		0,05
1	3,84	6	12,59	11	19,68
2	5,99	7	14,07	12	21,03
3	7,82	8	15,51	13	22,36
4	9,49	9	16,92	14	23,69
5	11,07	10	18,31	15	25,00

Практическое занятие 5

СОСТАВЛЕНИЕ МАТРИЦЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОТРАСЛИ

Цель занятия: составление матрицы распределения функций управления качеством на предприятиях отрасли.

При проектировании системы управления качеством (УК) осуществляются нижепредставленные стадии:

1. Подбор комплекта нормативно-технической, методической и другой необходимой литературы и документации, образцов-аналогов подобных систем.

2. Разработка проектной документации сначала технического, а затем и рабочего проектов.

3. Разработка соответствующих конкретных мероприятий (научного, технического, экономического, организационно-психологического и другого характера).

4. Осуществление комплексной оценки эффективности всех мероприятий, направленных на повышение и обеспечение конкурентоспособности каждого вида продукции в рамках соответствующей системы УК, уточнение расчетов технико-экономических расчетов.

5. Оформление рабочего проекта.

6. Организация рецензирования рабочего проекта.

Исходными документами проектирования рабочей документации и взаимоувязки могут служить матрицы распределения функций в системе общего УК (таблица 5.1).

Таблице 5.1 – Пример матрицы распределения функций по элементам системы общего управления качеством на предприятии

№ п/п	Функциональные сферы	Генеральный директор	Технический директор	Директор по качеству	Директор по производству и сбыту	Коммерческий директор	Директор по экономике и финансам	Директор по капитальному строительству	Помощник генерального директора по кадрам	Главный инженер	Главный бухгалтер
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Применение	О	У	У	У	У	У	У	У	У	У
2	Требования к документации системы УК. Общие положения	О	У	У	У	У	У	У	У	У	У
3	Руководство по качеству системы	О	У	УО	У	У	У	У	У	У	У
4	Управление документацией системы УК	О	У	УО	У	У	У	У	У	У	У
5	Управление записями в системе УК	О	УИ	УОИ	УИ	УИ	УИ	УИ	УИ	УИ	УИ
6	Обязательства руководства	О	У	УО	У	У	У	У	У	У	У
7	Ориентация на потребителя	О	УО	ОУ	УО	УО	УО	УО	УО	УО	УО
...											
51	Корректирующие действия в системе УК	ОИ	УИ	ОУИ	УИ	УИ	УИ	УИ	УИ	УИ	УИ
52	Предупреждающие действия в системе УК	ОУ И	УИ	ОУИ	УИ	УИ	УИ	УИ	УИ	УИ	УИ

Условные обозначения: О – ответственность; У – участие, И – информация (соучастие).

Можно использовать другой вариант распределения функций: О – отвечает за выполнение данной функции, организует ее исполнение, подготавливает и оформляет окончательный документ (письмо, решение, приказ); П – представляет предложения, исходные данные, информацию, необходимые для выполнения данной функции; У – участвует в обсуждении, выполнении данной функции, визирует подготовленный документ или отдельные вопросы в процессе подготовки; Р – принимает решение (утверждает), подписывает документ.

Составить матрицу распределения функций по элементам системы общего управления качеством по следующим предприятиям:

- министерство;
- РУП;
- электромонтажное управление;
- кабельные сети;
- электросети;
- теплосети;
- ремонтное управление;
- теплоэлектроцентраль;
- конденсационная электростанция;
- котельная.

Литература

1. Исаев, И. И. Управление качеством и сертификация продукции : учебное пособие / И. И. Исаев. – СПб. : Изд. центр СПбГМТУ, 1994.
2. Крылова, Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учебник для вузов / Г. Д. Крылова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
3. Баранчев, В. П. Управление инновациями / В. П. Баранчев, Н. П. Масленникова, В. М. Мишин. – М. : Изд-во Юрай, 2011.
4. Медведев, А. М. Международная стандартизация и сертификация продукции / А. М. Медведев, А. Ф. Ряполов. – М. : Изд-во стандартов, 1989.
5. Окрепилов, В. В. Служба управления качеством продукции / В. В. Окрепилов, В. Е. Швец. – Л. : Лениздат, 1990.
6. Окрепилов, В. В. Управление качеством / В. В. Окрепилов. – М. : Экономика, 2000.
7. Сакато Сиро. Практическое руководство по управлению качеством / Сиро Сакато. – М. : Машиностроение, 1980.
8. Стивенсон, В. Дж. Управление производством / В. Дж. Стивенсон. – М. : Изд-во БИНОМ, 1998.
9. Чейз, Р. Производственный и операционный менеджмент / Р. Чейз, Н. Эквилайн, Р. Якобс. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2001.
10. Харрингтон, Дж. Х. Управление качеством в американских корпорациях / Дж. Х. Харрингтон. – М. : Экономика, 1990.

Содержание

Введение	3
Практическое занятие 1 МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА	4
Практическое занятие 2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА КАЧЕСТВО	11
Практическое занятие 3 РАСЧЕТ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА	19
Практическое занятие 4 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	26
Практическое занятие 5 СОСТАВЛЕНИЕ МАТРИЦЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОТРАСЛИ	30
Литература	33

Учебное издание

**УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ
И СТАНДАРТИЗАЦИЯ**

Практикум
для студентов специальности 1-27 01 01 «Экономика
и организация производства»,
направления 1-27 01 01-10 «Экономика и организация
производства (энергетика)»

Составители :

БАРАННИКОВ Александр Иванович
МАНЦЕРОВА Татьяна Феликсовна
СОЛОГУБ Наталья Александровна

Редактор *Т. В. Купель*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 11.09.2012. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 2,03. Уч.-изд. л. 1,59. Тираж 100. Заказ 1109.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.