

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ**

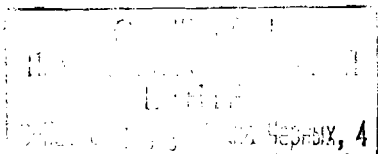
**И. В. Бондаренкова, Г. А. Кнодель,
И. С. Ковчин, Г. А. Кондрашкова**

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Учебно-методическое пособие

817807

**Санкт-Петербург
2009**



Метрология, стандартизация и сертификация: учебно-методическое пособие / сост. И.В.Бондаренкова, Г.А.Кнодель, И.С.Ковчин, Г.А.Кондрашкова / ГОУВПО СПб ГТУ РП. – СПб., 2009. – 68 с.

Учебно-методическое пособие содержит необходимые теоретические сведения и задания для выполнения практических занятий по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация». Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 220200 «Автоматизация и управление», 240100 «Химическая технология и биотехнология» и 280200 «Защита окружающей среды» всех форм обучения.

Рецензенты:

профессор кафедры АПХП ГОУ ВПО «Санкт Петербургский технологический институт (технический университет)», д-р техн.наук Л.А.Русинов;
заведующий кафедрой АЭиЭ ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров», д-р техн.наук, профессор В.Д.Кулик.

Подготовлено и рекомендовано к печати кафедрой информационно-измерительных технологий и систем управления ГОУ ВПО СПбГТУРП (протокол № 12 от 04.06.2009 г.).

Утверждено к изданию методической комиссией факультета АСУТП ГОУ ВПО СПбГТУРП (протокол № 6 от 08.06.2009 г.).

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом университета в качестве учебно-методического пособия.

© ГОУ ВПО Санкт-Петербургский
государственный технологический
университет растительных полимеров,
2009

© Бондаренкова И.В., Кнодель Г.А.,
Ковчин И.С., Кондрашкова Г.А.

Введение

Настоящее учебно-методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 220200, 240100 и 280200 и включает в себя десять практических занятий по разделам дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация». Предусмотрено несколько вариантов заданий, что позволяет выполнять их как всей группе студентов, так и индивидуально по вариантам, задаваемым преподавателем. Практические задания выполняются с использованием персональных компьютеров.

Для выполнения практических заданий студенты должны прослушать лекционный курс по соответствующему разделу и изучить дополнительный учебный материал по литературным источникам, список которых приведен в конце настоящего учебно-методического пособия. В процессе решения заданий необходимо пользоваться справочными таблицами и соответствующими стандартами.

Отчеты по выполненным заданиям необходимо сдать преподавателю. Текст задания может быть выполнен от руки или машинным способом. Все необходимые графики и схемы следует вычерчивать в масштабе с применением инструментов или выполнять с помощью любого графического редактора на персональном компьютере.

1. Цели и задачи практических занятий

Целью проведения практических занятий по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» является углубление и закрепление теоретического материала, приобретение знаний о назначении и возможности применения основных правил и документов системы сертификации, об обеспечении необходимого уровня качества продукции и услуг на базе стандартизации и сертификации, о порядке сертификации сырья, готовой продукции и технологического процесса производства.

Задача проведения практических занятий заключается в ознакомлении студентов с правилами определения погрешностей результатов и средств измерений, проведения поверки средств измерений, основными нормативными документами, регламентирующими деятельность в области стандартизации и сертификации, в изучении их основных положений, а также в изучении и использовании различных методов статистического контроля качества.

2. Метрология

Занятие № 1

Градуировка средств измерения

Цель занятия: научиться определять градуировочную характеристику средств измерения [1, 2, 3].

Краткие теоретические сведения

Средствами измерения (СИ) являются измерительные технические устройства, имеющие нормированные метрологические характеристики. Под метрологическими характеристиками понимают такие свойства СИ, которые позволяют оценить результат измерения физических величин и его погрешности. СИ способно хранить и воспроизводить единицы или шкалы измеряемых величин и сохранять их размер неизменным в течение определенного времени. Техническое средство непосредственно после изготовления становится измерительным после передачи ему единицы (или шкалы) от другого более точного СИ. Эта операция называется градуировкой. В более общем смысле градуировка СИ означает определение функциональной зависимости между входной (в частности, измеряемой физической величиной) и выходной величинами с использованием образцовых СИ на входе и выходе этого СИ. При этом в любых СИ осуществляются измерительные преобразования, сопровождающиеся изменениями рода физических величин с требуемым качеством метрологических характеристик.

Градуировка выполняется в условиях, когда измеряемая величина либо не меняется, либо ее изменением можно пренебречь, а время позволяет снимать показания после того, как указатель отсчетного устройства окончательно остановится на какой-нибудь отметке шкалы.

Различают градуировку в отдельных точках диапазона измерений и построение непрерывной градуировочной характеристики.

Градуировка в отдельных точках диапазона измерений является наиболее простой. Так, например, при градуировке ртутного термометра в двух реперных точках (при температуре таяния льда и температуре кипения воды) получают по n значений длины ртутного столба в каждой точке. Затем в центрах рассеяния наносят отметки шкалы и присваивают этим отметкам значения $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, соответственно. Если длина ртутного столба прямо пропорциональна измеряемой температуре, то расстояние между полученными отметками шкалы можно разбить на 100 равных частей и получить термометрическую шкалу с ценой деления $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ¹⁾.

¹⁾ Такая градуировка ртутных термометров осуществлялась в прошлом, когда в качестве единицы измерения температуры использовался $^{\circ}\text{C}$. При современных температурных шкалах, основанных на объемном расширении веществ $dT = kdV$, где V – объем вещества, k – температурный коэффициент расширения вещества, ртутные термометры градуируются по образцовым манометрическим термометрам. Это связано с тем, что значение k зависит от интервала измеряемых температур, т.е. шкалы ртутных термометров нелинейны. Использование манометрических термометров обеспечивает адекватность $^{\circ}\text{C}$ и K как единицы измерения температуры и их перевода с учетом разницы в реперных точках, т.е. $T[\text{K}] = T[^{\circ}\text{C}] + 273,15\text{ K}$.

Построение градуировочной характеристики предполагает две возможности. Первая из них заключается в том, что зависимость между входным воздействием и откликом на него известна (например, линейная, квадратичная, логарифмическая и т.п.), но неизвестны коэффициенты, входящие в соответствующее алгебраическое уравнение. Вторая возможность состоит в необходимости аппроксимации экспериментальных данных аналитической зависимостью.

Если вид градуировочной характеристики $Y = f(X)$, где X – входная величина, Y – выходная величина, известен, то задача состоит в том, чтобы в её представлении полиномом соответствующей степени:

$$f(Y) = a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2 + \dots + a_m \cdot X^m$$

найти такие значения коэффициентов $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$, при которых эта зависимость наилучшим образом соответствовала бы экспериментальным данным.

На рис. 1.1 показаны некоторые варианты построения линейной градуировочной характеристики по экспериментальным данным, нанесенным кружочками. Вопрос о том, какой из вариантов лучше, должен решаться на основе какого-то критерия. Если значения входных воздействий X_1, X_2, \dots, X_n известны точно, а отклики на них Y_1, Y_2, \dots, Y_n подчиняются нормальному закону распределения вероятности, то обычно используется *метод наименьших квадратов (МНК)*.

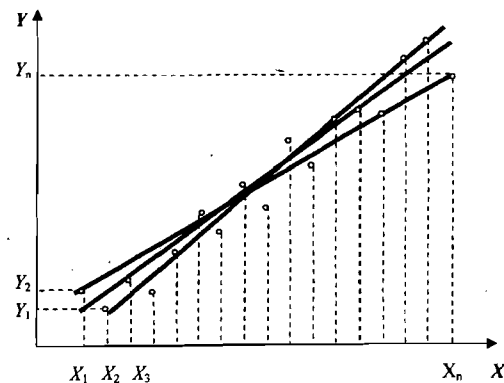


Рис. 1.1. Построение линейной градуировочной характеристики по экспериментальным данным.

Минимизируется сумма квадратов отклонений откликов по оси ординат от градуировочной характеристики:

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - a_0 - a_1 \cdot X_i - a_2 \cdot X_i^2 - \dots - a_m \cdot X_i^m)^2 = \min \quad (1.1)$$

Коэффициенты $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$, определяющие оптимальную по критерию наименьших квадратов градуировочную характеристику, находятся из условия равенства нулю производных от этой суммы по каждому коэффициенту.

Пример

При градуировке измерительного прибора с линейной градуировочной характеристикой получены числовые значения экспериментальных данных, представленные в табл.1.1:

Таблица 1.1.

Экспериментальные данные

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| X _i | 41 | 50 | 81 | 104 | 120 | 139 | 154 | 180 | 208 | 241 | 250 | 269 | 301 |
| Y _i | 4 | 8 | 10 | 14 | 15 | 20 | 19 | 23 | 26 | 30 | 31 | 30 | 37 |

Найти методом наименьших квадратов аналитическое выражение для градуировочной характеристики и построить её графически.

Решение

1. Линейная градуировочная характеристика описывается выражением:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X,$$

где коэффициенты a_0 и a_1 методом наименьших квадратов находятся из условия:

$$\sum_{i=1}^{13} (Y_i - a_0 - a_1 \cdot X_i)^2 = \min,$$

где i – номер опыта.

2. Вышеприведенная функция минимальна в точке, где ее производные по a_0 и a_1 равны нулю. Поэтому коэффициенты a_0 и a_1 определяются в результате решения системы уравнений:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{13} (Y_i - a_0 - a_1 \cdot X_i) = 0; \\ \sum_{i=1}^{13} (Y_i - a_0 - a_1 \cdot X_i) \cdot X_i = 0. \end{cases}$$

3. Два уравнения с двумя неизвестными имеют единственное решение. Разделив левую и правую части каждого уравнения на 13, и введя обозначения:

$$\frac{1}{13} \sum_{i=1}^{13} Y_i = \hat{Y};$$

$$\frac{1}{13} \sum_{i=1}^{13} X_i = \hat{X};$$

$$\frac{1}{13} \sum_{i=1}^{13} X_i^2 = \hat{X}^2;$$

$$\frac{1}{13} \sum_{i=1}^{13} Y_i \cdot X_i = \hat{XY},$$

где $\hat{Y}, \hat{X}, \hat{XY}$ – оценки среднего значения.

Получим выражение для коэффициентов a_0 и a_1 в форме, выходящей по своему значению за рамки частного примера:

$$a_0 = \frac{\hat{X}^2 \cdot \hat{Y} - \hat{X} \cdot \hat{XY}}{\hat{X}^2 - \left(\frac{\hat{X}^2}{13}\right)^2};$$

$$a_1 = \frac{\hat{XY} - \hat{X} \cdot \hat{Y}}{\hat{X}^2 - \left(\frac{\hat{X}^2}{13}\right)^2}.$$

4. В рассматриваемом случае $a_0 = 0,7$; $a_1 = 0,124$, так что аналитическое выражение для градуировочной характеристики имеет вид:

$$Y = 0,7 + 0,124 \cdot X.$$

Графически она построена на рис.1.2, где точками нанесены экспериментальные данные.

Выражениями для a_0 и a_1 , полученными в рассмотренном примере, можно пользоваться при градуировке измерительных приборов с нелинейными градуировочными характеристиками.

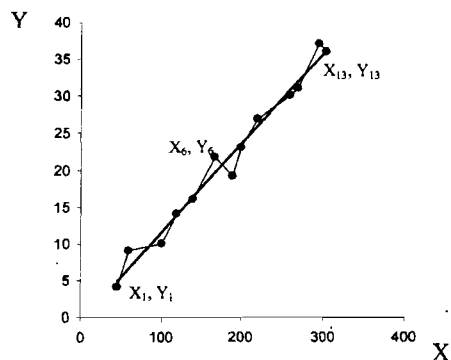


Рис. 1.2. Градуировочная характеристика, найденная по МНК.

Так, например, если она описывается зависимостью

$$Y = a_0 + \frac{a_1}{X},$$

то в формулы для коэффициентов a_0 и a_1 вместо X следует подставлять $Z = \frac{1}{X}$, точно так же, если

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X^2,$$

то задача линеаризуется подстановкой $Z = X^2$.

Иногда для линеаризации может использоваться логарифмирование. Если, например,

$$\dot{Y} = a_0 \cdot e^{a_1 \cdot X},$$

то после логарифмирования по основанию натуральных логарифмов получается:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X, \quad (1.2)$$

где $Y = \ln \dot{Y}; a_0 = \ln a_0$.

Если градуировочная характеристика СИ имеет вид:

$$Y = k_0 \cdot e^{\frac{k_1}{X}}, \quad (1.3)$$

то после логарифмирования выражения (1.2) с использованием натуральных логарифмов, получим:

$$\ln Y = \ln k_0 + \frac{k_1}{X}.$$

Произведя замену переменных, составим линейное уравнение относительно новых переменных:

$$Z = a_0 + a_1 \cdot W, \quad (1.4)$$

где $Z = \ln Y, a_0 = \ln k_0, a_1 = k_1, W = X^{-1}$.

Для линеаризации градуировочной характеристики СИ вида:

$$Y = k_0 \cdot \ln \frac{X}{k_1} \quad (1.5)$$

представим выражение (1.4) в виде:

$$Y = k_0 (\ln X - \ln k_1).$$

Отсюда:

$$Y = k_0 \ln X - k_0 \ln k_1,$$

и получим линейную зависимость:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot Z, \quad (1.6)$$

где $a_0 = k_0 \cdot \ln k_1; a_1 = k_0; Z = \ln X$.

При наличии данных, аналогичных первому примеру, решение производится по новым переменным с учетом их значений в формулах (1.2), (1.4) и (1.6).

Если вид градуировочной характеристики неизвестен, то возникает задача отыскания наилучшей аппроксимации экспериментальных данных, полученных при градуировке, аналитической зависимостью (см. рис. 1.3). Решение ее методом наименьших квадратов (МНК) отличается от решения предыдущей задачи только тем, что степень полинома

$$f(Y) = a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2 + \dots$$

неизвестна. Она устанавливается на основании требований к точности градуировки. После этого минимизируется выражение (1.1). Количество уравнений для определения коэффициентов a_0, a_1, a_2, \dots всегда равно числу неизвестных, так что задача имеет единственное решение. В специальной литературе она иногда называется *задачей сглаживания*.

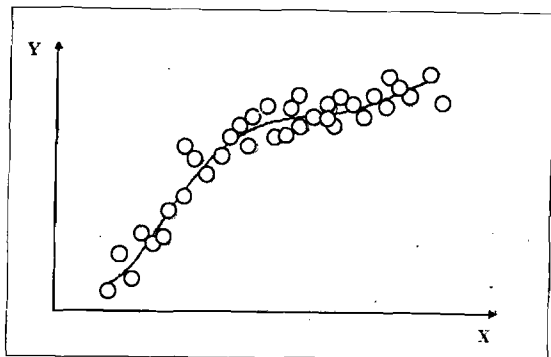


Рис. 1.3. Построение градуировочной характеристики, вид которой неизвестен.

Задание

При градуировке средства измерения с линейной функциональной характеристикой получены числовые значения экспериментальных данных, приведенные в табл. 1.2. По полученным данным найти методом наименьших квадратов аналитические выражения для градуировочной характеристики и построить ее графически.

Таблица 1.2

Экспериментальные данные

| Номер эксперимента <i>i</i> | Входная величина X_i | Выходные величины Y_i | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | <i>j</i> = 1 | <i>j</i> = 2 | <i>j</i> = 3 | <i>j</i> = 4 | <i>j</i> = 5 |
| 1 | 0 | 46,00 | 100 | 10 | 100 | 53 |
| 2 | 10 | 47,82 | 103,96 | 10,396 | 104,26 | 55,26 |
| 3 | 20 | 49,64 | 107,91 | 10,791 | 108,52 | 57,52 |
| 4 | 30 | 51,45 | 111,85 | 11,185 | 112,78 | 59,77 |
| 5 | 40 | 53,26 | 115,78 | 11,578 | 117,04 | 62,03 |
| 6 | 50 | 55,06 | 119,7 | 11,97 | 121,3 | 64,29 |
| 7 | 60 | 56,86 | 123,6 | 12,36 | 125,56 | 66,55 |
| 8 | 70 | 58,65 | 127,49 | 12,749 | 129,82 | 68,81 |
| 9 | 80 | 60,43 | 131,37 | 13,137 | 134,08 | 71,06 |
| 10 | 90 | 62,21 | 135,24 | 13,524 | 138,34 | 73,32 |

| Номер эксперимента <i>i</i> | Входная величина X_i | Выходные величины Y_i | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | <i>j</i> = 1 | <i>j</i> = 2 | <i>j</i> = 3 | <i>j</i> = 4 | <i>j</i> = 5 |
| 11 | 100 | 63,99 | 139,1 | 13,91 | 142,6 | 75,58 |
| 12 | 110 | 65,76 | 142,95 | 14,295 | 146,86 | 77,84 |
| 13 | 120 | 67,52 | 146,78 | 14,678 | 151,12 | 80,09 |
| 14 | 130 | 69,28 | 150,6 | 15,06 | 155,38 | 82,35 |
| 15 | 140 | 71,03 | 154,41 | 15,441 | 159,64 | 84,61 |
| 16 | 150 | 72,78 | 158,21 | 15,821 | 163,9 | 86,87 |
| 17 | 160 | 74,52 | 162 | 16,2 | 168,16 | 89,13 |
| 18 | 170 | 76,26 | 165,78 | 16,578 | 172,42 | 91,38 |
| 19 | 180 | 77,99 | 169,54 | 16,954 | 176,68 | 93,64 |
| 20 | 190 | 79,71 | 173,29 | 17,329 | - | - |
| 21 | 200 | 81,43 | 177,03 | 17,703 | - | - |

Содержание отчета

1. Таблица экспериментальных данных.
2. Результаты расчетов градуировочной характеристики СИ.
3. Функциональная зависимость $y = f(x)$ в графическом виде.
4. Выводы по проделанной работе (коэффициенты для градуировочной характеристики).

Контрольные вопросы

1. Дать определение СИ.
2. Дать определение понятия «градуировка СИ».
3. В каких задачах используется метод наименьших квадратов?
4. Привести примеры линейризации градуировочных функциональных зависимостей для СИ [6].

Анализ погрешностей результатов косвенных измерений

Цель занятия: научиться оценивать погрешности косвенных измерений физических величин и сформулировать требования к точности измерений непосредственно измеряемых величин – аргументов функциональной зависимости результатов косвенных измерений от прямых измеряемых величин [1, 2, 3].

Краткие теоретические сведения

При косвенных измерениях значение искомой величины Z вычисляют по результатам прямых измерений других величин X_i , функционально связанных с искомой. Функциональная зависимость $Z(X_1, X_2, X_3 \dots X_n)$, как правило, задается в виде формулы.

Обычно рекомендуют провести вначале обработку результатов каждого из прямых измерений, затем по полученным оценкам центров распределений величин X_i вычислить оценку искомой величины Z и, наконец, по оценкам погрешностей оценок X_i вычислить оценку погрешностей окончательного результата, как будет описано ниже.

Но для оценивания случайной составляющей погрешности результата возможен и другой путь: многократно повторить процедуру, состоящую из однократных измерений всех X_i и вычисления Z , получить таким образом выборку значений Z со статическим разбросом и обработать ее стандартным способом. Достоинство этого метода состоит в том, что он не требует знания характеристик составляющих случайной погрешности, экспериментатор имеет дело сразу с их суммой. Тем не менее, его применяют реже. Поэтому вернемся к задаче вычисления оценки погрешности окончательного результата по оценкам погрешностей непосредственно измеренных величин X_i .

Поскольку погрешности этих величин предстоит суммировать, удобно характеризовать их оценками СКО S_i .

Наиболее простая функциональная зависимость – линейная комбинация $Z = b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$. Переходя к дифференциалам как аналогам малых погрешностей, получаем:

$$dZ = b_1 \cdot dX_1 + b_2 \cdot dX_2 + \dots + b_n \cdot dX_n$$

или

(2.1)

$$\Delta_Z = b_1 \Delta_{X_1} + b_2 \Delta_{X_2} + \dots + b_n \Delta_{X_n},$$

где $\Delta_{X_1}, \Delta_{X_2}, \dots, \Delta_{X_n}$ – абсолютные погрешности прямых измерений Δ_Z – абсолютная погрешность косвенного результата измерения.

Для систематических составляющих погрешностей Δ_c формула (2.1) рассматривается как алгебраическая сумма погрешностей результатов прямых измерений:

$$\Delta_{Zc} = \sum_{i=1}^n b_i \cdot \Delta_{X_i c}, \quad (2.2)$$

а для случайных составляющих погрешностей $\overset{\circ}{\Delta}$ – как геометрическая сумма:

$$\overset{\circ}{\Delta}_Z^2 = \sum_{i=1}^n b_i^2 \cdot \overset{\circ}{\Delta}_{X_i}^2. \quad (2.3)$$

Немного сложнее случай, когда искомая величина выражается в виде произведения $Z = X_1^{c_1} \cdot X_2^{c_2} \cdot \dots \cdot X_m^{c_m}$. Это произведение сначала логарифмируют и только после этого переходят к дифференциалам, получая:

$$\ln Z = c_1 \cdot \ln X_1 + c_2 \cdot \ln X_2 + \dots + c_m \cdot \ln X_m \quad (2.4)$$

и

$$\frac{dZ}{Z} = c_1 \frac{dX_1}{X_1} + c_2 \frac{dX_2}{X_2} + \dots + c_m \frac{dX_m}{X_m} \quad (2.5)$$

или

$$\delta_Z = c_1 \cdot \delta_{X_1} + c_2 \cdot \delta_{X_2} + \dots + c_m \cdot \delta_{X_m} = \sum_{j=1}^m c_j \cdot \delta_{X_j}. \quad (2.6)$$

Видно, что, в отличие от предыдущего случая, когда суммировались абсолютные погрешности, здесь суммируются относительные погрешности. Систематические относительные составляющие суммируются со своими знаками с учетом знаков показателей c_j :

$$\delta_{Zc} = \sum_{j=1}^m c_j \delta_{cX_j}. \quad (2.7)$$

Случайные погрешности суммируются по правилу сложения дисперсий:

$$\overset{\circ}{\delta}_Z^2 = c_1^2 \overset{\circ}{\delta}_{X_1}^2 + c_2^2 \overset{\circ}{\delta}_{X_2}^2 + \dots + c_m^2 \overset{\circ}{\delta}_{X_m}^2 = \sum_{j=1}^m c_j^2 \overset{\circ}{\delta}_{X_j}^2. \quad (2.8)$$

Отметим особенность косвенных измерений, заключающуюся в том, что нельзя для каждого возможного значения Z заранее оценить инструментальную погрешность (как это делается при прямых измерениях). Дело в том, что одно и то же значение Z может быть получено при различных сочетаниях непосредственно измеряемых величин, а значит, и при различных погрешностях их измерения. Получив окончательный результат и отбросив промежуточные данные, экспериментатор уже не может восстановить исходное сочетание величин X_j .

Это особенность была не очень заметной, пока результаты косвенных измерений обрабатывались вручную. Но при переходе к автоматизированным экспериментальным установкам и измерительным информационным системам (ИИС) невозможность их метрологической аттестации по образцу простых приборов стала вызывать определенные трудности. Для их преодоления пришлось возложить оценивание погрешностей косвенных измерений на вычислительные средства, входящие в состав самих ИИС. Были разработаны нормативные документы, согласно которым оценки погрешностей косвенных измерений должны вычисляться для каждого получаемого результата параллельно с вычислениями самого этого результата. Для вычисления оценок погрешностей должны быть предусмотрены специальные программы.

Следует подчеркнуть, что, исходя из зависимостей 2.1 – 2.8, можно сформулировать требования к точности измерения непосредственно измеряемых величин X_j и X_j , которые связаны с искомым значением косвенных измерений известной зависимостью $Z = f(X_1, X_2, \dots, X_n/m)$. Используя правило равнозначности измерений, все составляющие погрешностей прямых измерений в абсолютной и относительной формах примерно должны быть одинаковы по размеру, что с учетом коэффициентов влияния b_i и c_j предъявляет требования к выбору Δ_i и δ_j .

Рассмотрим пример расчета погрешностей косвенных измерений.

Для точного измерения сопротивления R_x обычно используют метод их расчета по закону Ома:

$$R_x = \frac{U}{I}, \quad (2.9)$$

где I и U – ток и напряжение соответственно.

Кроме того, так как точные амперметры в лабораториях отсутствуют, а потенциометры обладают достаточно хорошими метрологическими характеристиками, то и значения токов предпочтительно измеряют с помощью потенциометра, определяя падение напряжения на образцовых сопротивлениях $R_{обр}$, включенных последовательно с искомым размером сопротивления R_x .

Тогда значение тока I вычисляют, зная падение напряжения $U_{обр}$ на образцовом сопротивлении $R_{обр}$:

$$I = \frac{U_{обр}}{R_{обр}}. \quad (2.10)$$

Откуда искомое сопротивление вычисляют по зависимости:

$$R_x = \frac{U_x}{U_{обр}} \cdot R_{обр}, \quad (2.11)$$

где U_x – падение напряжения на R_x .

Используя формулы (2.7) и (2.8), получим выражение для систематических и случайных составляющих погрешностей косвенного измерения R_x :

$$\delta_{R_{xc}} = \delta_{U_{xc}} - \delta_{U_{обpc}} + \delta_{R_{обpc}} \quad (2.12)$$

и

$$\delta_{R_x}^2 = \delta_{U_x}^2 + \delta_{U_{обр}}^2 - \delta_{R_{обр}}^2, \quad (2.13)$$

где $\delta_{R_{xc}}$ и $\delta_{R_x}^o$ – систематическая и случайная составляющие погрешности измерения R_x соответственно.

Основная статическая погрешность потенциометра $\delta_n = \delta_{U_x} = \delta_{U_{обр}} = \pm 0,05\%$, образцовое манганиновое сопротивление известно с погрешностью $\delta_{R_{обр}} = \pm 0,01\%$, тогда:

$$\delta_{R_{xc}} = \delta_{U_{xc}} - \delta_{U_{обpc}} + \delta_{R_{обpc}} = \delta_{R_{обpc}}$$

$$\delta_{R_{xc}} = \delta_{R_{обpc}} \leq \pm 0,01\%,$$

$$\delta_{R_x}^2 = \delta_{U_x}^2 + \delta_{U_{обр}}^2 - \delta_{R_{обр}}^2,$$

$$\delta_{R_x}^o = [(0,05)^2 + (0,05)^2 - (0,01)^2]^{1/2} \approx \pm 0,07\%.$$

Отсюда можно утверждать, что погрешность измерения сопротивления R_x

находится в пределах $\delta_{R_{xc}} - \delta_{R_x}^o < \delta_{R_x} < \delta_{R_{xc}} + \delta_{R_x}^o$

или $-0,06\% < \delta_{R_x} < +0,08\%$.

Задание 1

Найти систематическую и случайную составляющие погрешности косвенного результата измерения силы F по зависимости $F = m \cdot a$, где m – масса тела, a – ускорение.

Дано:

$$\delta_{mc} = \pm 0,1\%, \delta_m^{\circ} = \pm 0,05\%,$$

$$\delta_{ac} = \pm 0,2\%, \delta_a^{\circ} = \pm 0,07\%.$$

Задание 2

Найти систематическую и случайную составляющие погрешности косвенного результата измерения излучательности R_l по зависимости $R_l = \alpha \cdot T^4$, где α – постоянная Стефана-Больцмана ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}^4$), T – абсолютная температура.

$$\text{Дано: } \delta_a^{\circ} = \pm 10^{-3} \text{ отн. ед.}, \delta_{Tc} = \pm 10^{-4} \text{ отн. ед.}, \delta_T^{\circ} = \pm 10^{-5} \text{ отн. ед.}$$

Задание 3

Найти систематическую и случайную составляющие погрешности косвенного результата измерения энергии магнитного поля соленоида W по зависимости $W = \frac{B \cdot H}{2} \cdot S \cdot l$, где B – магнитная индукция, H – коэрцитивная сила, S – площадь соленоида, l – длина соленоида.

Дано:

$$\delta_{Bc} = \pm 0,4\%, \delta_B^{\circ} = \pm 0,2\%,$$

$$\delta_{Hc} = \pm 0,6\%, \delta_H^{\circ} = \pm 0,5\%,$$

$$\delta_{Sc} = \pm 0,1\%, \delta_S^{\circ} = \pm 0,05\%,$$

$$\delta_{lc} = \pm 0,05\%, \delta_l^{\circ} = \pm 0,02\%.$$

Задание 4

Найти систематическую и случайную составляющие погрешности косвенного результата измерения мощности тока P по зависимости $P = I^2 \cdot R$, где I – ток, R – активное сопротивление.

Дано:

$$\delta_{Ic} = \pm 0,5\%, \delta_I^{\circ} = \pm 0,1\%,$$

$$\delta_{Rc} = \pm 0,3\%, \delta_R^{\circ} = \pm 0,05\%.$$

Задание 5

Найти систематическую и случайную составляющие погрешности косвенного результата измерения объемного расхода вещества F , измеряемого расходомером переменного перепада давления, по зависимости

$$F = 4 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot m \cdot D^2 \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \text{ где } \alpha - \text{коэффициент расхода, } \varepsilon - \text{коэффициент сжатия вещества, } m - \text{модуль сужающего устройства, } D - \text{диаметр трубопровода, } \Delta P - \text{перепад давления на сужающем устройстве, } \rho - \text{плотность вещества.}$$

Дано: α и m – постоянные величины;

$$\delta_{\varepsilon c} = \pm 0,7\%, \delta_{\varepsilon}^{\circ} = \pm 0,5\%,$$

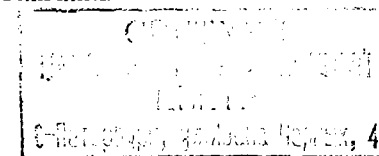
$$\delta_{Dc} = \pm 0,1\%, \delta_D^{\circ} = \pm 0,2\%,$$

$$\delta_{\Delta P c} = \pm 0,5\%, \delta_{\Delta P}^{\circ} = \pm 0,4\%,$$

$$\delta_{\rho c} = \pm 0,8\%, \delta_{\rho}^{\circ} = \pm 0,3\%.$$

Содержание отчета

1. Изложение задания по расчету погрешности косвенного результата измерения искомой величины.
2. Формулы для расчета систематической и случайной составляющих погрешности косвенного результата измерения искомой величины.
3. Расчет количественного значения составляющих погрешности косвенного результата измерения искомой величины.



817807

Контрольные вопросы:

1. Дать определение косвенного измерения величин.
2. Как определяются погрешности косвенного измерения величин при линейных зависимостях искомой величины от непосредственно измеряемых?
3. Как определяются погрешности косвенного измерения величин при степенной зависимости искомой величины от результатов прямых измерений [4]?

Занятие № 3 Поверка средств измерений

Цель занятия: научиться осуществлять поверку средств измерений [1, 2, 3].

Краткие теоретические сведения

Поскольку функциональная зависимость между выходной величиной (сигналом) СИ и входными (измеряемыми) величинами (см. занятие 2) со временем может изменяться, что сказывается на увеличении погрешности СИ, в практической метрологии предусматривается операция поверки.

Поверка – установление органом государственной метрологической службы пригодности СИ к применению на основании экспериментальных исследований его погрешности и сравнение ее размеров с установленными (нормированными) погрешностями для этого СИ с целью установления его пригодности к дальнейшей эксплуатации [5].

Методические указания и пример поверки термометра электрического сопротивления

Рассмотрим пример поверки термометра электрического сопротивления (ТЭС), который под воздействием температуры изменяет на выходе значение активного сопротивления $R_{ТЭС}$ в Омах.

В таблице 3.1 приведены результаты экспериментальных данных измерения сопротивления ТЭС $R_{ТЭС}^{ЭК}$ при температуре: 0 °С, 23 °С и 100 °С.

Таблица 3.1

Данные поверки ТЭС

| Номер опыта i | T_i | Значение $R_i^{ЭК}$ | Значение $R_i^{СТ}$ | $\Delta = R_i^{ЭК} - R_i^{СТ}$ | $\delta_i = \frac{\Delta_i \cdot 100}{R_i^{СТ}}$ |
|-----------------|-------|---------------------|---------------------|--------------------------------|--|
| | °С | Ом | Ом | Ом | % |
| 1 | 0 | 102,13 | 100 | +2,13 | +2,13 |
| 2 | 23 | 111,50 | 109,8 | +1,70 | +1,55 |
| 3 | 100 | 144,73 | 142,6 | +2,13 | +1,49 |

Измерение сопротивления $R_{ТЭС}$ осуществлялось по правилам определения результатов косвенных измерений в соответствии с правилами, изложенными в занятии 2 с погрешностью:

$$\delta_c - \overset{\circ}{\delta} < \delta_{ТЭС} < \delta_c + \overset{\circ}{\delta},$$

$$0,01 \% - 0,07 \% < \delta^{ЭК} < 0,01 \% + 0,07 \%$$

Sc7

Эти значения $R_{ТЭС}^{ЭК}$ сравниваются со стандартными значениями $R_{ТЭС}^{СТ}$, которые должны иметь ТЭС с известным размером R_0 и α , характеризующими начальное сопротивление ТЭС и его температурный коэффициент электрического сопротивления, зависящий от материала ТЭС. В эксперименте в качестве ТЭС использовался медный ТЭС с $R_0=100$ Ом и $\alpha=4,26 \cdot 10^{-3} 1/^\circ\text{C}$.

Максимальное значение относительной погрешности при измерении $T_1 = 0^\circ\text{C}$ составило $\delta_{ЭК} = \pm 2,13\%$, а допускаемое значение для медного ТЭС при $R_0 = 100$ Ом составляет $\delta_{СТ} = \pm 0,5\%$. Так как $\delta_{ЭК} > \delta_{СТ}$, то ТЭС бракуется и не допускается к дальнейшей эксплуатации по результатам поверки.

Задание

По результатам поверки ТЭС при $T = 0^\circ\text{C}$ и $T = 100^\circ\text{C}$, экспериментальные данные которой приведены в табл. 3.2, оценить пригодность ТЭС к дальнейшей эксплуатации, если $\delta_{ТЭС} = \pm 0,5\%$.

Таблица 3.2

Экспериментальные данные

| Номер ТЭС i | Единицы измерения | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 3 | Вариант 4 | Вариант 5 |
|--|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $R_0^{ЭК}$ при $T=0^\circ\text{C}$ | Ом | 102,98 | 103,17 | 10,35 | 47,28 | 51,42 |
| $R_{100}^{ЭК}$ при $T=100^\circ\text{C}$ | Ом | 146,01 | 141,79 | 14,3 | 65,05 | 76,71 |
| $R_0^{СТ}$ при $T=0^\circ\text{C}$ | Ом | 100,0 | 100,0 | 10 | 46,0 | 53 |
| $R_{100}^{СТ}$ при $T=100^\circ\text{C}$ | Ом | 142,6 | 139,1 | 13,9 | 63,99 | 75,58 |

Содержание отчета

1. Экспериментальные данные по форме табл. 3.1.
2. Результаты расчетов погрешностей ТЭС.
3. Выводы по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Дать определение понятия «поверка СИ».
2. Сравнить операцию «поверки СИ» и «калибровки СИ».
3. По какому правилу не допускают СИ для дальнейшей эксплуатации?

3. Стандартизация

Занятие № 4

Определение подлинности товара по штрих-коду международного стандарта EAN

Цель занятия: изучить методику международного стандарта EAN и научиться определять подлинность товара по тринадцатиразрядному штрих-коду.

Краткие теоретические сведения

С 1 января 1998 г. Россия стала участницей Международной конвенции «О гармонизированной системе описания и кодирования товаров», что позволило представлять наши товары на мировом рынке, использовать кодирование в транспортных тарифах и статистике грузоперевозок, детализировать таможенные процедуры при электронных расчетах между партнерами. Гармонизированная система действует согласованно со Стандартной международной классификацией ООН.

Введены основные Правила классификации гармонизированной системы описания и кодирования товаров – номенклатура гармонизированной системы, которая используется нашей страной во внешнеторговой деятельности. Эта система была подготовлена сотрудниками более 59 стран, а также сотрудниками ГАТТ (Генеральное соглашение по тарифам и торговле), международной торговой палатой МТП, международной организацией по стандартизации (ИСО), и стала стандартной международной классификацией ООН.

В основу системы кодирования товаров положены штрих-коды, используемые для автоматизации товародвижения. Наиболее широко распространен тринадцатиразрядный код EAN-13, разработанный в 1976 г. на базе кода UPC (Universal Product Code). Суть технологии состоит в нанесении метки в виде последовательности линий, заменяющих вместе с пробелами между линиями числовые значения. Считывание информации со штрих-кода производится оптическими автоматами (сканерами).

К достоинствам применения штрих-кодовой идентификации можно отнести следующие:

- снижение бумажного документооборота и количества ошибок;
- повышение скорости обработки;
- автоматизацию товародвижения.

Основными недостатками штрих-кодовой идентификации являются следующие:

- данные идентификационной метки не могут дополняться – штриховой код записывается только один раз при его печати;
- небольшой объем данных (обычно не более 50 байт);
- данные на метку заносятся медленно, т. к. наклеивание липкой этикетки со штрих-кодом часто выполняется вручную;

– данные на метке представлены в открытом виде и не защищают товары от подделок и краж;

– штрих-кодированные метки недолговечны, т. к. не защищены от пыли, сырости, грязи, механических воздействий.

В настоящее время штрих-кодированная идентификация начинает вытесняться технологией радиочастотной идентификации.

Штрих-код EAN-13 – это набор из 13-ти цифр и их зашифрованное обозначение в форме чередующихся черных и белых тонких полосок. Ширина черных и белых полосок одинакова.

Этот стандарт штрих-кодирования был разработан международной организацией товарной нумерации GS1, чьим представительством в России является «Ассоциация автоматической идентификации UNISCAN / GS1 Russia».

Комбинация цифр в штрих-коде EAN-13 является уникальной, т.е. идентичной комбинации из 13-ти цифр не найдется ни в одной стране мира. Это обусловлено тем, что каждой стране – члену GS1 – были присвоены определенные комбинации из двух (иногда трех) цифр, обозначающие эту страну (см. Приложение 4.1). Так, например, России был выделен диапазон 460-469, но на данном этапе для маркировки товаров в России используется лишь 460.

Пример штрих-кода приведен на рис.4.1.



Рис.4.1. Штрих-код товара

Первые две (иногда три) цифры определяют страну происхождения товара, т.е. это код страны-изготовителя или продавца. В нашем случае 460 – это код России. Следующие за ними пять цифр являются уникальным кодом производителя товара. Это код предприятия-изготовителя или продавца. В штрих-коде, приведенном на рис.4.1 – это код 64538. Этот производитель обязательно должен быть зарегистрированным в национальном представительстве GS1, чтобы получить право использовать штрих-код с таким номером.

Следующие пять цифр обозначают код товара в списке производителя. Причем, первая цифра – наименование товара, вторая цифра – потребительские свойства, третья цифра – размеры или массу, четвертая цифра – ингредиенты, пятая цифра – цвет).

Эта вся информация, которую может сообщить штрих-код стандарта EAN-13. Но это всего двенадцать цифр. Последняя, тринадцатая, цифра в штрих-коде – это контрольная цифра, используемая для проверки правильно-

сти считывания штрихов сканером. Она является своего рода знаком качества данного штрих-кода, так как она сообщает сканеру штрих-кода о том, что данный код является подлинным. Существуют два метода вычисления этой цифры.

Иногда справа на штрих-коде указывается еще одна цифра или знак « > ». Это означает, что товар выпущен по лицензии.

Методические указания и пример определения подлинности штрих-кода

Для проведения оценки подлинности штрих-кода, представленного на рис.4.1, можно воспользоваться одним из существующих двух методов.

Метод первый:

1. Двигаясь справа налево, необходимо суммировать все цифры на четных позициях:

$$7 + 9 + 8 + 5 + 6 + 6 = 41$$

2. Затем нужно умножить полученный результат на 3:

$$41 \times 3 = 123$$

3. Далее необходимо суммировать цифры на нечетных позициях. Начинать нужно с третьей по счету цифре:

$$0 + 4 + 3 + 4 + 0 + 4 = 15$$

4. Затем нужно суммировать результаты, полученные в пунктах 2 и 3:

$$123 + 15 = 138$$

5. Необходимо округлить полученный результат в большую сторону до ближайшего кратного десяти. В нашем случае – это 140.

6. Затем из этого числа необходимо вычесть сумму, полученную при вычислениях в пункте 4:

$$140 - 138 = 2$$

Полученный результат соответствует контрольной (последней) цифре штрих-кода, что говорит о подлинности товара.

Метод второй:

1. Необходимо суммировать все цифры на четных позициях:

$$6 + 6 + 5 + 8 + 9 + 7 = 41$$

2. Затем нужно умножить полученный результат на 3:

$$41 \times 3 = 123$$

3. Далее необходимо суммировать цифры на нечетных позициях без учета контрольной цифры:

$$4 + 0 + 4 + 3 + 4 + 0 = 15$$

4. Затем нужно суммировать результаты, полученные в пунктах 2 и 3:

$$123 + 15 = 138$$

5. От полученной суммы нужно оставить только число единиц. В нашем случае это 8.

6. Затем это число необходимо вычесть из 10:

$$10 - 8 = 2$$

Полученный результат соответствует контрольной цифре штрих-кода, что говорит о подлинности товара.

Таким образом, сканеры штрих-кода очень быстро проверяют себя. В случае, если контрольная цифра не совпадает с результатом этих вычислений, то штрих-код не верен.

Задание

Определить страну происхождения товара и подлинность штрих-кодов, выданных преподавателем.

Содержание отчета

1. Эскиз штрих кода.
2. Необходимые расчеты.
3. Выводы по результатам расчетов.

Контрольные вопросы

1. Какие бывают штрих-коды международного стандарта EAN?
2. Что означают первые две цифры штрих-кода?
3. Что означает тринадцатая цифра штрих-кода?
4. Если на штрих-коде присутствует знак « > », что это означает?

Штрих-коды некоторых стран

| Код EAN | Страна | Код EAN | Страна | Код EAN | Страна |
|---------|----------------------|---------|--|---------|------------------|
| 00-09 | США | 560 | Португалия | 779 | Аргентина |
| 30-37 | Франция | 569 | Исландия | 780 | Чили |
| 380 | Болгария | 57 | Дания | 786 | Эквадор |
| 383 | Словения | 590 | Польша | 789 | Бразилия |
| 385 | Хорватия | 599 | Венгрия | 80-83 | Италия |
| 400-440 | Германия | 600-601 | ЮАР | 84 | Испания |
| 460-469 | Россия | 611 | Марокко | 850 | Куба |
| 471 | Тайвань | 64 | Финляндия | 859 | Чехия и Словакия |
| 474 | Эстония | 690 | Китай | 860 | Югославия |
| 475 | Латвия | 70 | Норвегия | 869 | Турция |
| 480 | Филиппины | 729 | Израиль | 87 | Нидерланды |
| 489 | Гонконг | 73 | Швеция | 880 | Южная Корея |
| 45, 49 | Япония | 740-745 | Гватемала, Гондурас, Никарагуа, Коста-Рика, Панама | 885 | Тайланд |
| 50 | Англия | 750 | Мексика | 888 | Сингапур |
| 520 | Греция | 759 | Венесуэла | 899 | Индонезия |
| 529 | Кипр | 76 | Швейцария | 90-91 | Австрия |
| 535 | Мальта | 770 | Колумбия | 93 | Австралия |
| 539 | Ирландия | 773 | Уругвай | 94 | Новая Зеландия |
| 54 | Бельгия и Люксембург | 775 | Перу | 955 | Малайзия |

Занятие № 5

Изучение основополагающих нормативных документов по стандартизации Российской Федерации

Цель занятия: изучить основополагающие нормативные документы по вопросам стандартизации РФ и знать их отличия.

Краткие теоретические сведения

Стандартизация – это деятельность, направленная на разработку и установление требований, норм, правил, характеристик как обязательных для выполнения, так и рекомендуемых, обеспечивая право потребителя на приобретение товаров надлежащего качества за приемлемую цену, а также право на безопасность и комфортность труда [5, 7]. Цель стандартизации – достижение оптимальной степени упорядочения в той или иной области посредством широкого и многократного использования установленных положений, требований, норм для решения реально существующих, планируемых или потенциальных задач.

В процессе стандартизации вырабатываются нормы, правила, требования, характеристики, касающиеся объекта стандартизации, оформляемые в виде нормативного документа.

Руководство ИСО/МЭК рекомендует: стандарты, документы технических условий, своды правил, регламенты (технические регламенты), положения.

Стандарт – это нормативный документ, разработанный на основе консенсуса, утверждённый признанным органом, направленный на достижение оптимальной степени упорядочения в определённой области [6]. В стандарте устанавливаются для всеобщего и многократного использования общие принципы, правила, характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов. Стандарт должен быть основан на обобщённых результатах научных исследований, технических достижений и практического опыта, тогда его использование принесёт оптимальную выгоду для общества.

Рассмотрим разновидности нормативных документов, которые рекомендуются руководством ИСО/МЭК, а также принятых в государственной системе стандартизации РФ.

Методические указания

Основополагающими стандартами являются:

ГОСТ Р 1.0-92. Государственная система стандартизации Российской Федерации ГСС РФ;

ГОСТ Р 1.2-92 ГСС РФ. Порядок разработки государственных стандартов;

ГОСТ Р 1.3-92 ГСС РФ. Порядок согласования, утверждения и регистрации стандартов и технических условий;

ГОСТ Р 1.4-92 ГСС РФ. Стандарты предприятия. Общие положения;

ГОСТ Р 1.5-92 ГСС РФ. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов;

ПР 50.2.0001-93. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерения. В 2001г. Принят ГОСТ 1.13-2001 ГСС. Порядок подготовки уведомлений о проектах нормативных документов, учитывающий требование ВТО;

Руководство 1996 ИСО/МЭК. Общие требования к органам по сертификации продукции.

Принятая в Российской Федерации система стандартизации обеспечивает и поддерживает в актуальном состоянии единый технический язык, унифицированные ряды важнейших технических характеристик продукции, систему строительных норм и правил (СНИПов), типоразмерные ряды и типовые конструкции изделий для общего машиностроения и строительства, систему классификации технико-экономической информации, достоверные справочные данные о свойствах материалов и веществ.

В условиях рыночных отношений стандартизация выполняет три функции: *экономическую, социальную и коммуникативную* [6, 7].

Экономическая функция позволяет заинтересованным сторонам получить достоверную информацию о продукции, причём в чёткой и удобной форме. При заключении договора (контракта) ссылка на стандарт заменяет описание сведений о товаре и обязывает поставщика выполнять указанные требования и подтверждать их; в области инноваций анализ международных и прогрессивных национальных стандартов позволяет узнать и систематизировать сведения о техническом уровне продукции, современных методах испытаний, технологических процессах, а также (что немаловажно) исключить дублирование: стандартизация методов испытаний позволяет получить сопоставимые характеристики продуктов, что играет большую роль в оценке уровня конкурентоспособности товара (в данном случае технической конкурентоспособности); стандартизация технологических процессов, с одной стороны, способствует совершенствованию качества продукции, а с другой – повышению эффективности управления производством.

Однако есть и другая сторона стандартного технологического процесса – возможность сравнительной оценки конкурентоспособности предприятия на перспективу. Постоянное применение только стандартизованных технологий не может обеспечить технологический прорыв, а стало быть, и передовые позиции на мировом рынке.

Социальная функция стандартизации заключается в том, что необходимо стремиться включать в стандарты и достигать в производстве таких показателей качества объекта стандартизации, которые содействуют здравоохранению, санитарно-гигиеническим нормам, безопасности в использовании возможности экологической утилизации продукта.

Коммуникативная функция связана с достижением взаимопонимания в обществе через обмен информацией. Для этого нужны стандартизованные

термины, трактовки понятий, символы, единые правила делопроизводства и т.п.

Задание

1. Ознакомиться с основными нормативными документами (ГОСТ, ГОСТ Р, ОСТ, СТП, ТУ, ИСО).
2. Уяснить нормы, правила, требования и характеристики по каждому нормативному документу.

Содержание отчета

По заданию преподавателя подготовить

1. Общую характеристику одного или нескольких различных категорий стандартов.
2. Описать правовое обеспечение стандартов.

Контрольные вопросы

1. Что такое нормативный документ?
2. Какие стандарты являются национальными?
3. Какие стандарты являются региональными?
4. Что собой представляет ОСТ?
5. Что собой представляет стандарт?
6. Что собой представляет ТУ?
7. Что означает ИСО, МЭК?
8. Какой орган осуществляет контроль за соблюдением стандартов?
9. Предполагается ли какая-либо ответственность за несоблюдение стандартов?

4. Сертификация

Занятие № 6

Изучение порядка проведения сертификации продукции

Цель занятия: изучить порядок проведения сертификации продукции, научиться выбирать схему сертификации и заполнить необходимые документы по сертификации.

Краткие теоретические сведения

Регулирование деятельности в области сертификации и подтверждения соответствия в Российской Федерации осуществляется согласно Закону РФ «О техническом регулировании» от 15.12.2002 г.

В терминологическом разделе Закона (ст.2) сертификация и подтверждение соответствия определены следующим образом:

Сертификация – форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров [7].

Подтверждение соответствия – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Таким образом, сертификация является одной из форм подтверждения соответствия объектов предъявляемым к ним требованиям. Сертификация может быть как обязательной в смысле обязательности её проведения и проверки соответствия объектов обязательным требованиям, так и добровольной. Добровольная сертификация осуществляется на соответствие объектов необязательным требованиям, включая требования всех категорий стандартов и договоров.

Сертификат соответствия – это документ, подтверждающий соответствие объекта обязательным или необязательным требованиям [5, 7]. Бланк сертификата соответствия приведен в приложении 6.1, а правила его заполнения – в приложении 6.2. Сущность подтверждения соответствия состоит в выдаче заявителю документа о соответствии объекта предъявляемым к нему определённым требованиям. Подтверждение осуществляется по результатам оценки соответствия. Определение объектов подтверждения соответствия согласуется с указанными в п. 1 ст. 1 Закона РФ «О техническом регулировании» объектами технического регулирования, однако содержит указание и на иные объекты. При этом понятие этих иных объектов в законе не дано, что делает теоретически возможным применение всех форм подтверждения соответствия к любым объектам. Уяснение этого вопроса имеет не только теоретическое, но и практическое значение. В настоящее время сертификация, являющаяся одной из форм подтверждения соответствия, применяется, например, к таким объектам,

как работы по охране труда в организациях. Для этого Министерством труда и социального развития Российской Федерации создана система сертификации, из документов которой следует, что объектом сертификации является не соответствие условий труда установленным нормативам, а проведение работ по охране труда.

В системе сертификации ГОСТ Р схема сертификации — это определенный порядок действий по сертификации продукции в зависимости от вида продукции, целей сертификации и объема продукции (товара), который определяется органом по сертификации. Выбор схемы сертификации оговаривается с заявителем, т.к. сертификация продукции проводится в первую очередь по инициативе производителя или импортера продукции. Существующие схемы сертификации приведены в Приложении 6.3.

Алгоритм проведения сертификации продукции включает следующие этапы:

- подача заявки на сертификацию (форма заявки приведена в Приложении 6.4);
- выбор схемы сертификации и принятие решения по заявке;
- отбор образцов и их испытания;
- оценка производства (если предусмотрена схемой сертификации);
- выдача сертификата и лицензии на применение знака соответствия;
- осуществление инспекционного контроля за сертифицированной продукцией.

Задание

1. Изучить порядок проведения сертификации продукции.
2. Выбрать и обосновать схему сертификации продукции.

Содержание отчета

1. Обосновать выбранную схему сертификации продукции.
2. Представить заполненные документы на сертификацию продукции.
3. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое сертификация?
2. Что подтверждает сертификат соответствия продукции?
3. Кто осуществляет контроль за сертификацией продукции?
4. Чем отличаются добровольная сертификация от обязательной?
5. Какой орган утверждает сертификат соответствия продукции?

Бланк сертификата соответствия продукции

| | |
|---|--|
| СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р | |
| ГОССТАНДАРТ РОССИИ | |
|  | (1) _____ _____ |
| № _____ | |
| СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ | |
| (2) № _____ | |
| (3) Действителен до « _____ » _____ 20__ г. | |
| НАСТОЯЩИЙ СЕРТИФИКАТ УДОСТОВЕРЯЕТ, ЧТО ДОЛЖНЫМ ОБРАЗОМ ИДЕНТИФИЦИРОВАННАЯ ПРОДУКЦИЯ | |
| (4) _____ наименование | (5) <input style="width: 80%;" type="text"/> код К-ОКП |
| _____ тип, вид, марка | (6) <input style="width: 80%;" type="text"/> код ТН ВЭД |
| _____ размер партии | |
| СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ | |
| (7) _____ | |
| _____ | |
| ИЗГОТОВИТЕЛЬ (ПРОДАВЕЦ) (8) _____ | наименование |
| _____ | |
| адрес, | |
| (9) _____ | |
| документы (сертификаты, аттестаты и т. п.) о стабильности производства | |
| М.П. | |

Оригинал имеет сетку желтого цвета.

**Правила заполнения бланка сертификата
соответствия продукции**

В графах сертификата указываются следующие сведения:

Позиция 1. Наименование и код органа по сертификации, выдавшего сертификат, в соответствии с аттестатом аккредитации (прописными буквами) и адрес (строчными буквами). Если наименование органа не помещается в одну строку, то допускается адрес писать под обозначенной строкой. В случае, если орган использует печать организации, на базе которой он образован, после наименования органа, выдавшего сертификат, в скобках (строчными буквами) указывается наименование этой организации, адрес – под реквизитом «подпись» позиции 15. Наименование органа (организации) должно быть идентичным наименованию в печати.

Позиция 2. Регистрационный номер сертификата формируется в соответствии с правилами ведения Государственного реестра.

Позиция 3. Срок действия сертификата устанавливается органом по сертификации, выдавшим сертификат, по правилам, изложенным в порядке сертификации однородной продукции. При этом дата пишется: число – двумя арабскими цифрами, месяц – прописью, год – арабскими цифрами.

Позиция 4. Наименование, тип, вид, марка (как правило, прописными буквами) в соответствии с нормативным документом на продукцию; номер технических условий или иного документа, устанавливающего требования к продукции: номер изделия, размер партии, при серийном производстве указать: «серийное производство»; номер накладной (договора, контракта, паспорта и т.д.) – для партии (или единичного изделия).

Позиция 5. Классификационная часть кода продукции (6 старших разрядов) по классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции (для отечественной продукции).

Позиция 6. 9-ти разрядный код продукции по классификатору товарной номенклатуры внешней экономической деятельности (заполняется обязательно для импортируемой и экспортируемой продукции). Толкование содержания позиции и определение кодов товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД), анализ классификационных признаков и лексических средств их выражения осуществляется органами Государственного Таможенного комитета Российской Федерации.

Позиция 7. При обязательной сертификации в первой строке указываются свойства, на соответствие которым она проводится, например: «безопасность». Во второй строке – обозначение нормативных документов, на соответствие которым проведена сертификация. Если продукция сертифицирована на соответствие всем требованиям нормативного документа (документов), первая строка текстом не дополняется.

Позиция 8. Если сертификат выдан изготовителю, указывается наименование предприятия-изготовителя. Если сертификат выдан продавцу, подчерки-

вается слово «продавец», указываются наименование и адрес предприятия, которому выдан данный сертификат, а также, начиная со слова «изготовитель» – наименование и адрес предприятия-изготовителя продукции. Наименования и адреса предприятий указываются в соответствии с заявкой.

Позиция 9. При наличии указывается регистрационный номер в Государственном реестре сертификата системы качества или производства со сроком действия, номер и дата акта (протокола) о проверке производства или другие документы, подтверждающие стабильность производства, например: сертификат, выданный зарубежной организацией и учтенный органом по сертификации.

Позиция 10. Строка после слов «Сертификат выдан на основании»: не заполняется.

Позиция 11, 12, 13. Указываются все документы об испытаниях или сертификации, учтенные органом сертификации при выдаче сертификата, в том числе:

1. Протоколы испытаний в аккредитованной лаборатории (позиции 11, 12, 13 заполняются в соответствии с графами таблицы).
2. Протоколы испытаний в неаккредитованной испытательной лаборатории (в позиции 13 указывается наименование и дата Решения Госстандарта России о разрешении проведения испытаний в указанной лаборатории).
3. Документы, выданные органами и службами государственных органов управления: Государственного комитета санитарно-эпидемиологического надзора, Министерства экологии и природных ресурсов Российской Федерации, Государственной ветеринарной службы Российской Федерации и другими (в поз. 11 – наименование органа, выдавшего документ, в поз. 12, 13 – реквизиты документов).
4. Документы, выданные зарубежными органами: сертификаты (протоколы испытаний) (в поз. 11 указывается наименование органа и его адрес, в поз. 12 – наименование и дата утверждения сертификата (протокола испытаний), срок действия сертификата).
5. При выдаче сертификата на основании заявления-декларации в позиции 11 и 12 указываются реквизиты заявления-декларации, а также документов, приведенных в декларации.

Позиция 14. В случае выдачи заявителю лицензии на право маркирования продукции знаком соответствия в данной позиции указывается: «Маркирование продукции производится знаком соответствия по ГОСТ Р 50460-92».

Позиция 15. Указывается место нанесения знака соответствия на изделии, таре, упаковке, либо в сопроводительной документации в соответствии с порядком сертификации однородной продукции.

Позиция 16. Подпись, инициалы, фамилия руководителя органа, выдавшего сертификат, печать органа или организации, на базе которой образован орган, на обеих сторонах сертификата.

Позиция 17. Дата регистрации в Государственном реестре. Извлечения, подчистки, поправки на сертификате не допускаются.

Существующие схемы сертификации продукции

| Но- мер схе- мы | Испытания | Проверка производства | Инспекционный контроль сертифицированной продукции |
|--------------------------|---|--|--|
| 1 | Испытания типа.* | -- | -- |
| 2 | Испытания типа.* | | Испытание образцов, взятых у продавца. |
| 2 а | Испытания типа.* | Анализ состояния производства | Испытание образцов, взятых у продавца. |
| 3 | Испытания типа.* | -- | Испытание образцов, взятых у изготовителя. |
| 3 а | Испытания типа.* | Анализ состояния производства | Испытание образцов, взятых у изготовителя, анализ состояния производства. |
| 4 | Испытания типа.* | | Испытание образцов, взятых у продавца. Испытание образцов, взятых у изготовителя. |
| 4 а | Испытания типа.* | Анализ состояния производства | Испытание образцов, взятых у продавца и изготовителя. Анализ состояния производства. |
| 5 | Испытания типа.* | Сертификация производства или системы качества | Испытание образцов, взятых у продавца и (или) изготовителя. Контроль системы качества про- изводства. |
| 6 | Рассмотрение заяв- ки-декларации с прилагаемыми до- кументами. | Сертификация сис- темы качества из- готовителя | Контроль за стабильностью функционирования системы качества. |
| 7 | Испытание партии | -- | -- |
| 8 | Испытания каждого образца | -- | -- |

* Испытания продукции на основе оценивания одного или нескольких образцов, являющихся ее типовыми представителями.

Схемы 1-8 приняты в зарубежной и международной практике и квали-
фицированы ИСО.

Схемы 2а, 3а и 4а дополнительные и являются модификацией соответ-
ственно схем 2, 3 и 4.

Форма заявки на проведение сертификации продукции

наименование органа по сертификации, адрес

ЗАЯВКА

на проведение сертификации продукции

В системе сертификации _____

наименование системы

1. _____
наименование предприятия – изготовителя (далее – заявитель),

код ОКП – О _____

Юридический адрес _____

Телефон _____ Факс _____ Телекс _____

в лице руководителя _____
Ф.И.О. _____

Заявляет, что _____
наименование вида продукции, код ОКП _____

_____ выпускается серийно или партия (каждое изделие при единичном производстве)

_____, выпускаемая по _____
наименование и реквизиты _____

_____, соответствует требованиям _____
документации изготовителя (ТУ, стандарт) _____

_____ наименование и обозначение стандартов
и просит провести сертификацию данной продукции на соответствие требова-
ниям указанных стандартов по _____
номер схемы сертификации _____

2. Заявитель обязуется:
выполнить все условия сертификации;
обеспечить стабильность сертифицированных характеристик продукции, мар-
кированной знаком соответствия;
оплатить все расходы по проведению сертификации.

3. Дополнительные сведения _____

Руководитель предприятия _____
подпись, инициалы, фамилия _____

Главный бухгалтер _____
подпись, инициалы, фамилия _____

Печать _____

Дата _____

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Изучение порядка проведения сертификации услуг

Цель занятия: изучить порядок проведения сертификации услуг и заполнения необходимых документов.

Краткие теоретические сведения

Регулирование деятельности в области сертификации и подтверждения соответствия в Российской Федерации осуществляется согласно Закону РФ «О техническом регулировании» от 15.12.2002 г.

В терминологическом разделе Закона (ст.2) сертификация и подтверждение соответствия определены следующим образом:

сертификация – форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров;

подтверждение соответствия – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров [6, 7].

Таким образом, сертификация является одной из форм подтверждения соответствия объектов предъявляемым к ним требованиям. Сертификация может быть как обязательной в смысле обязательности её проведения и проверки соответствия объектов обязательным требованиям, так и добровольной.

Сфера услуг представляется наиболее сложным предметом переговоров в процессе подготовки вступления России в ВТО. Присоединение к Генеральному соглашению по торговле услугами (General Agreement on Trade in Services – ГАТС) затрагивает не только вопросы технических барьеров, но и правила перемещения физических лиц, инвестиций и иные проблемы внутреннего регулирования в этой области. Генеральное соглашение охватывает банковские и страховые услуги, операции с ценными бумагами, различные виды транспорта, телекоммуникации, строительство, туризм, образование, индустрию досуга, консультационные, медицинские услуги и пр. Присоединение России к ГАТС обеспечит для неё доступ на рынки услуг стран-участниц без какой либо дискриминации. Но в то же время участие в ГАТС обязует Россию предоставлять режим наибольшего благоприятствования на национальном рынке услуг для стран-участниц, гарантировать открытость мер регулирования, последовательное снижение торговых тарифов и др. Реализация обязательств России по ГАТС стимулирует усиление внимания к вопросам стандартизации в сфере услуг и их сертификации.

Обязательная сертификация потенциально опасных для жизни, здоровья и имущества потребителя услуг введена в России на основании законов:

- О техническом регулировании;
- О безопасности дорожного движения;

- Об основах туристической деятельности в Российской Федерации;
- О защите прав потребителей.

Объектами сертификации в сфере услуг могут быть: услуга; организация, предоставляющая услугу; персонал, выполняющий услугу; производственный процесс; система управления качеством в организации, предоставляющей услуги.

Формирование системы сертификации услуг и выбор её участников проводится в соответствии с «Правилами по проведению сертификации в РФ». Отметим некоторые присущие услугам особенности, влияющие на организацию их сертификации:

- объектом услуги может быть сам человек, а его имущественное право определяет невозможность проведения испытаний. Так, владелец отремонтированного автомобиля наверняка откажется от испытаний его автомобиля в дорожных условиях с соблюдением всех жестких правил проведения этой процедуры;
- непосредственный контакт исполнителя услуги и её потребителя требует оценки мастерства исполнителя с учётом этики общения и сложившихся местных предпочтений. Зачастую это требует применения социологических методов оценки;
- эксперт по оценке услуги в ряде случаев должен присутствовать при её оказании, так как предоставление услуги и её потребление могут совершаться одновременно (к примеру, услуги парикмахерской или косметического салона). За рубежом допускается в подобных случаях исполнение экспертом роли потребителя;
- некоторые характеристики услуг напрямую зависят от особенностей региона, в котором они предлагаются. Так, например, в Москве признано целесообразным ввести в действие региональные системы сертификации услуг в сфере общественного питания и городского транспорта.

К нормативным документам для обязательной сертификации предъявляются определённые требования [7]. В них должны быть указаны нормы безопасности для жизни и здоровья потребителей и их имущества; экологические параметры; требования к методам проверки качества услуги, технологическому процессу исполнения, мастерству исполнителя и к системе обеспечения качества. При добровольной сертификации нормативный документ предлагает заявитель.

Перечень услуг, подлежащих обязательной сертификации:

1. Ремонт и техническое обслуживание бытовой радиоэлектронной аппаратуры, электробытовых машин и приборов.
2. Ремонт и техническое обслуживание автотранспортных средств.
3. Ремонт и изготовление мебели.
4. Химчистка и крашение.
5. Ремонт и строительство жилья.

6. Услуги бань и душевых.
7. Услуги парикмахерских.
8. Ремонт, окраска и пошив обуви.
9. Услуги прачечных.
10. Услуги по ремонту и пошиву швейных, меховых и кожаных изделий, головных уборов и изделий текстильной галантереи; ремонт, пошив и вязание трикотажных изделий.
11. Услуги железнодорожного транспорта.
12. Услуги речного транспорта.
13. Услуги морского транспорта.
14. Услуги воздушного транспорта.
15. Услуги автомобильного транспорта.
16. Услуги городского транспорта.
17. Экспедиторские услуги.
18. Жилищно-коммунальные услуги.
19. Услуги учреждений культуры.
20. Туристические услуги и услуги гостиниц.
21. Услуги организаций физической культуры и спорта.
22. Медицинские услуги.
23. Санитарно-оздоровительные услуги.
24. Услуги в системе образования.
25. Услуги торговли.
26. Услуги общественного питания.

Сертификация услуг включает следующие этапы:

- подачу заявки на сертификацию (форма заявки приведена в приложении 7.1);
- принятие решения по заявке;
- выбор схемы сертификации (существующие схемы сертификации услуг приведены в приложении 7.2);
- проведение проверки оказания услуг;
- анализ полученных результатов и принятие решения о выдаче сертификата соответствия;
- инспекционный контроль за сертифицированной услугой.

Бланк сертификата соответствия на услугу приведен в приложении 7.3, а правила его заполнения – в приложении 7.4.

Задание

1. Изучить порядок проведения сертификации услуги.
2. Выбрать и обосновать схему сертификации услуги.

3. По указанию преподавателя подготовить комплект документов на проведение сертификации услуги.

Содержание отчета

1. Обосновать выбранную схему сертификации услуги.
2. Представить законченный документ на сертификацию услуги.
3. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое услуга в соответствии с МС ИСО 9004.2?
2. Какой орган проводит сертификацию услуг?
3. Кто определяет номенклатуру услуг?
4. Кто определяет проведение обязательной и добровольной услуг?
5. Кто подтверждает сертификат соответствия услуги?
6. Требуется ли знак соответствия на сертификате услуг?

Форма заявки на проведение сертификации услуг

наименование органа по

сертификации, адрес

**ЗАЯВКА
на проведение сертификации услуг
в Системе сертификации ГОСТ Р**

1. _____
наименование предприятия-исполнителя (далее – заявитель)
_____ в лице _____
адрес, код ОКП – О _____ Ф.И.О. руководителя
заявляет, что _____
наименование вида услуги, код ОКУН
_____ оказывает по _____
наименование и реквизиты документации
_____ соответствует требованиям
изготовителя (ТУ, стандарт)
_____ наименование и обозначение стандартов
и просит провести сертификацию данной услуги на соответствие требованиям
указанных стандартов по схеме _____

_____ номер схемы сертификации
2. Испытания для сертификации прошу провести (проведены) в
_____ наименование аккредитованной испытательной лаборатории, адрес

3. Заявитель обязуется:
выполнить все условия сертификации;
обеспечить стабильность сертифицированных характеристик услуг;
оплатить все расходы по проведению сертификации.
4. Дополнительные сведения _____

Руководитель предприятия _____
личная подпись _____ расшифровка подписи _____

Главный бухгалтер _____
личная подпись _____ расшифровка подписи _____

Печать _____ Дата _____

Существующие схемы сертификации услуг

| № схемы | Оценка мастерства исполнителя | Оценка процесса оказания услуги | Аттестация предприятия | Сертификация системы качества | Выборочная проверка результата услуги | Инспекционный контроль |
|---------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1 | + | | | | + | Проверка результата услуги |
| 2 | | + | | | + | Контроль стабильности процесса оказания услуги |
| 3 | | | | | + | Выборочная проверка результата услуги |
| 4 | | | + | | + | Выборочная проверка результата услуги |
| 5 | | | | + | | Контроль стабильности функционирования системы |

* Для нематериальных услуг – методом социальной оценки.

Бланк сертификата соответствия услуги

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ГОССТАНДАРТ РОССИИ

Знак (1) _____
соответствия _____

№ 0002

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

(2) № _____

(3) Действителен до _____ 20 ____ г.

(4) _____
наименование исполнителя услуги

адрес

Сертификат удостоверяет, что услуга

(5) _____
наименование

(6)

соответствует требованиям (7) _____

(8) нормативных документов _____
обозначение

(9) _____
сертификат выдан на основании _____

наименование, №, дата регистрации документов

(10) _____
руководитель органа, выдавшего сертификат

(11) _____
подпись _____
инициалы, фамилия

Зарегистрирован
в Государственном реестре

М.П.

(12) « ____ » _____ 20 ____ г.

Правила заполнения бланка
сертификата соответствия услуги

Сертификат заполняется на русском языке. Текст наносится машинописным способом. Исправления, зачеркивания, подчистки текста не допускаются. В графах сертификата указываются следующие сведения:

Позиция 1. Наименование органа, выдавшего сертификат (прописными буквами) и адрес (строчными буквами). Если наименование органа не помещается в одну строку, то допускается написание адреса под обозначенной строкой. В случае, если орган использует печать организации, на базе которой он создан, после наименования органа, выдавшего сертификат, в скобках (строчными буквами) указывается наименование этой организации, а адрес – под реквизитом «подпись». Наименование органа (организации) должно быть идентичным наименованию в печати.

Позиция 2. Регистрационный номер сертификата формируется в соответствии с документом «Правила ведения государственной регистрации при проведении работ по сертификации и аккредитации».

Позиция 3. Срок действия сертификата устанавливается органом по сертификации, выдавшим сертификат, по правилам, изложенным в порядке сертификации однородных услуг. При этом дата пишется: число – двумя арабскими цифрами, месяц – прописью, год – арабскими цифрами.

Позиция 4. Наименование исполнителя услуги и его адрес (предприятие, организация, гражданин-предприниматель и т.д.), номер расчетного счета.

Позиция 5. Наименование, вид конкретной услуги (прописными буквами) в соответствии с нормативными документом на услугу (номер стандарта или иного документа, устанавливающего требования к услуге). При выдаче сертификата на ряд услуг – их перечень указывается в приложении к сертификату.

Позиция 6. Классификационная часть, когда услуги (6 разрядов по Общероссийскому классификатору услуг населению – ОКУН.) В случае выдачи сертификата на несколько конкретных услуг, в сертификате проставляется соответствующее число кодов или перечень кодов приводится в приложении.

Позиция 7. Указываются требования, на соответствие которым сертифицирована услуга. При обязательной сертификации указываются свойства, на соответствие которым она проводится, например: безопасность (электробезопасность), экологичность.

Позиция 8. Обозначение нормативных документов, на соответствие которым проведена сертификация.

При обязательной сертификации в первой строке указываются свойства, на соответствие которым она проводится, например: «безопасность».

Позиция 9. Указываются все основания, принятые органом по сертификации при выдаче сертификата: схема сертификации, акт оценки мастерства исполнителя или протокол испытания результата услуги; акт оценки процесса оказания услуги; акт оценки системы качества; акт аттестации предприятия в

целом. При наличии сертификата указывается его регистрационный номер в Госреестре системы качества или производства со сроком действия.

Позиция 10. Указывается фамилия руководителя органа по сертификации.

Позиция 11. Подпись, инициалы, фамилия руководителя органа, выдавшего сертификат, гербовая печать организации, на базе которой образован орган, или печать органа по сертификации.

Позиция 12. Дата регистрации в Госреестре.

5. Управление качеством

Занятие № 8

Использование контрольных карт по количественным признакам для контроля качества технологического процесса

Цель занятия: научиться строить и использовать контрольные карты по количественным признакам для статистического анализа технологического процесса.

Краткие теоретические сведения

В настоящее время на многих предприятиях широко применяются статистические методы для управления качеством продукции [8 – 11]. Статистические методы (методы, основанные на использовании математической статистики), являются эффективным инструментом сбора и анализа информации о качестве. Применение этих методов не требует больших затрат и позволяет с заданной степенью точности и достоверностью судить о состоянии исследуемых явлений (объектов, процессов) в системе качества, прогнозировать и регулировать проблемы на всех этапах жизненного цикла продукции и на основе этого вырабатывать оптимальные управленческие решения.

В соответствии с положениями стандартов ИСО серии 9000 статистические методы рассматриваются как высокоэффективное средство обеспечения качества.

Рассмотрим некоторые простые статистические методы.

Контрольные карты используются для статистического контроля и регулирования технологического процесса. На контрольную карту наносят значения некоторой статистической характеристики (точки), рассчитываемые по данным выборок в порядке их получения, верхнюю и нижнюю контрольные границы K_v (или UCL) и K_n (или LCL), верхнюю и нижнюю границы технических допусков T_v и T_n (при их наличии), а также – среднюю линию (CL). Для расчёта границ и построения контрольной карты используют обычно 20...30 точек. Пример контрольной карты представлен на рисунке 8.1.

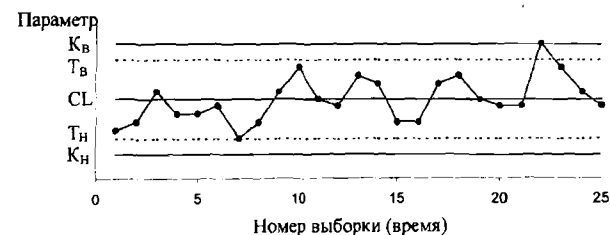


Рис.8.1. Пример контрольной карты.

По положению точек относительно границ судят о налаженности или разлаженности технологического процесса. Обычно процесс считают разлаженным в следующих случаях:

1. Некоторые точки выходят за контрольные пределы.
2. Серия из семи точек оказывается по одну сторону от средней линии. Кроме того, если по одну сторону от средней линии находятся:
 - а) десять из серии в одиннадцать точек;
 - б) двенадцать из серии в четырнадцать точек;
 - в) шестнадцать из серии в двадцать точек.
3. Имеется тренд (дрейф), т.е. точки образуют непрерывно повышающуюся или непрерывно понижающуюся линию.
4. Две или три точки оказываются за предупредительными двухсигмовыми границами.
5. Точки приближаются к центральной линии. Если большинство точек находится внутри полурасигмовых линий, это значит, что в подгруппах смешиваются данные из различных распределений.
6. Имеет место периодичность, т.е. то подъём, то спад с примерно одинаковыми интервалами времени.
7. Контрольные границы шире поля допуска. В идеальном случае достаточно, чтобы контрольные границы составляли $\frac{1}{4}$ величины поля допуска.

Если процесс налажен (достигнута необходимая точность и стабильность), на контрольную карту продолжают наносить точки, но через 20...30 точек пересчитывают контрольные границы. Они должны совпадать с исходными границами. Если контрольная карта показывает, что процесс разлажен, находят причины разлаженности и производят наладку.

Различают контрольные карты по количественным признакам (для непрерывных значений) и по качественным признакам (для дискретных значений). По количественным признакам используют в основном следующие контрольные карты:

- карта средних арифметических значений (\bar{x} -карта);
- карта медиан (\tilde{x} -карта);
- карта средних квадратичных отклонений (s -карта);
- карта размахов (R -карта);
- карта индивидуальных значений (x -карта).

Карта средних арифметических значений используется для контроля отклонения параметра от нормы и настройки на норму. Точки на контрольной карте – это средние значения небольших выборок, обычно одинакового объема, из 3...10 элементов:

$$\bar{x}_i = \frac{x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in}}{n}$$

где n – объём выборки (подгруппы).

Для получения выборок можно также использовать результаты измерений, проводившихся через одинаковые промежутки времени, путём разбиения их на группы.

Средние значения выборок находят с одним лишним знаком по сравнению с исходными данными. Среднюю линию рассчитывают как среднее из средних значений выборок:

$$\bar{x} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_k}{k}$$

где k – число подгрупп (число точек). Обычно $k = 20...30$.

Контрольные границы на этой карте рассчитывают по формуле:

$$K_{B,H} = \bar{x} \pm \frac{3\sigma}{\sqrt{n}}$$

где σ – среднее квадратичное отклонение всей совокупности данных и определяется по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x})^2}{nk}}$$

При определении контрольных границ на карте средних значений (как и при расчёте контрольных границ для других видов контрольных карт) коэффициент 3 используется, исходя из правила трёх сигм.

Карта медиан используется вместо карты средних значений, когда хотят упростить расчёты. Точки на карте – это медианы \tilde{x} выборок одинакового объёма из 3...10 элементов. Медианой при нечётном объёме выборки является середина вариационного ряда, при чётном объёме выборки – среднее из двух значений середины вариационного ряда.

Средняя линия \tilde{x} определяется как среднее из медиан всех выборок. Контрольные границы находят по формуле:

$$K_{B,H} = \tilde{x} \pm 3\sigma \sqrt{\frac{\pi}{2n}}$$

Карта медиан менее точна, чем карта средних значений.

Карта средних квадратичных отклонений используется для контроля рассеяния показателя. Точки на карте – средние квадратичные отклонения

(СКО) выборки одинакового объема из 3...10 элементов. Средняя линия \bar{s} - это среднее из СКО выборки. Контрольные границы определяют по формулам:

$$K_H = \frac{\bar{s} \sqrt{\chi_{\alpha/2, n-1}^2}}{\sqrt{n-1}}, \quad K_B = \frac{\bar{s} \sqrt{\chi_{1-\alpha/2, n-1}^2}}{\sqrt{n-1}},$$

где χ^2 - критерий Пирсона, n - объем выборки, α - уровень значимости. Обычно принимают $\alpha = 0,0027$, что соответствует доверительной вероятности 0,9973. Часто на s -карте используют только верхнюю границу.

Карта размахов используется вместо карты средних квадратичных отклонений, когда хотят упростить расчёты. При этом карта размахов менее точна.

При построении R -карты берут 20...30 выборки одинакового объема из 2...10 элементов. Точки на карте - размахи выборок. Размах выборки R - это разность между максимальным x_{\max} и минимальным x_{\min} значениями выборки.

Средняя линия \bar{R} - это среднее размахов выборок. Контрольные границы рассчитывают по формулам:

$$K_H = D_3 \bar{R}, \quad K_B = D_4 \bar{R}.$$

При уровне значимости 0,0027 коэффициенты D_3 и D_4 можно найти из табл. 8.1. При $n < 7$ нижняя контрольная граница не используется.

Таблица 8.1

Значения коэффициентов

| n | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| D_3 | - | - | - | - | - | 0,076 | 0,136 | 0,184 | 0,223 |
| D_4 | 3,267 | 2,575 | 2,282 | 2,115 | 2,004 | 1,924 | 1,864 | 1,816 | 1,777 |

Обычно при статистическом регулировании технологических процессов используют двойные карты, отражающие как отклонение параметра от нормы, так и его рассеяние. Это могут быть, например, $\bar{x} - R$ -карты.

Методические указания и пример построения контрольной карты

В цехе принято решение перевести на статистическое регулирование технологический процесс изготовления болта на автоматах. За показатель качества выбран диаметр болта, равный 26 мм, и его допускаемые отклонения: $es = -0,005$ мм; $ei = -0,019$ мм. Построить контрольную $\bar{x} - s$ -карту и провести по ней статистический анализ процесса. Для упрощения измерений и вычислений измерительный прибор (рычажная скоба) был настроен на размер 25,980 мм. Ре-

зультаты измерений (отклонения от размера 25,980 мм в микрометрах) приведены в табл. 8.2.

Таблица 8.2

Результаты измерений диаметра болта

| Цех автоматный | | Оборудование - токарный автомат 5803 | Контролируемая операция - нарезание резьбы | | Контролируемый параметр - -0,005 | |
|------------------------|-----------|--------------------------------------|--|----|----------------------------------|----|
| Объем контроля N = 100 | | Объем выборки n = 5 | Средство контроля - рычажная скоба | | Ø 26 -0,019 | |
| Время | № выборки | Результаты контроля | | | | |
| 7.00 | 1 | 10 | 3 | 5 | 14 | 10 |
| 8.00 | 2 | 2 | 14 | 8 | 13 | 11 |
| 9.00 | 3 | 12 | 12 | 3 | 8 | 10 |
| 10.00 | 4 | 12 | 14 | 7 | 11 | 9 |
| 11.00 | 5 | 10 | 11 | 9 | 15 | 7 |
| 12.00 | 6 | 11 | 12 | 11 | 14 | 12 |
| 13.00 | 7 | 15 | 11 | 14 | 8 | 3 |
| 14.00 | 8 | 12 | 14 | 12 | 11 | 11 |
| 15.00 | 9 | 11 | 7 | 11 | 13 | 9 |
| 16.00 | 10 | 14 | 10 | 9 | 12 | 8 |
| 7.00 | 11 | 9 | 11 | 14 | 10 | 13 |
| 8.00 | 12 | 13 | 13 | 6 | 4 | 13 |
| 9.00 | 13 | 5 | 8 | 3 | 3 | 4 |
| 10.00 | 14 | 8 | 5 | 6 | 9 | 13 |
| 11.00 | 15 | 8 | 4 | 9 | 5 | 8 |
| 12.00 | 16 | 4 | 12 | 10 | 6 | 10 |
| 13.00 | 17 | 10 | 6 | 13 | 10 | 5 |
| 14.00 | 18 | 7 | 9 | 12 | 1 | 7 |
| 15.00 | 19 | 4 | 7 | 6 | 7 | 12 |
| 16.00 | 20 | 10 | 10 | 6 | 9 | 3 |

В ячейку A1 новой книги Excel вводится заголовок выполняемой работы. В диапазон A4:F24 - исходные данные (номера выборок и результаты контроля).

Вначале необходимо получить данные для построения контрольной карты средних значений (\bar{x} -карты). В ячейке G5 рассчитывается среднее значение первой выборки при помощи статистической функции СРЗНАЧ. Полученная формула копируется в диапазон G6:G24.

В ячейке H5 рассчитывается значение $\bar{\bar{x}}$ (средней линии) как среднее из средних значений выборок при помощи статистической функции СРЗНАЧ. В

полученной формуле для диапазона ячеек необходимо указать абсолютную адресацию, нажав на клавишу F4, и скопировать формулу в диапазон N6:N24. Это необходимо для того, чтобы можно было провести среднюю линию на контрольной карте.

В ячейке B26 рассчитывается среднее квадратичное отклонение всей совокупности результатов измерений σ при помощи статистической функции СТАНДОТКЛОН для диапазона B5:F24.

В ячейке I5 рассчитывается нижняя контрольная граница K_n . Формула в ячейке выглядит следующим образом: $=N5-3*B26/КОРЕНЬ(5)$. Указав абсолютную адресацию для имени ячеек, формулу необходимо копировать из ячейки I5 в диапазон I6:I24. Это необходимо, чтобы провести границу на карте.

В ячейке J5 рассчитывается верхняя контрольная граница, и после указания абсолютной адресации для имени ячеек формулу необходимо копировать из ячейки J5 в диапазон J6:J24.

В ячейках K5 и L5 рассчитывают значения нижнего и верхнего технических допусков, вводя в них формулы $=26000-19-25980$ и $=26000+5-25980$ соответственно. Эти формулы копируются также в диапазон K6:L24.

Далее необходимо получить данные для построения контрольной карты средних квадратичных отклонений (s-карту). В ячейке M5 определяется среднее квадратичное отклонение первой выборки, и полученная формула копируется в диапазон M6:M24. В ячейке N5 рассчитывается среднее из СКО выборок, и после указания абсолютной адресации формулу копируют в диапазон N6:N24. В ячейке O5 рассчитывается нижняя контрольная граница по формуле $=N5*КОРЕНЬ(ХИ2ОБР(1-0,0027/2;4)/5)$, и формулу копируют в диапазон O6:O24. В ячейке P5 рассчитывается верхняя контрольная граница, и содержимое ячейки копируют в диапазон P6:P24.

По полученным результатам, представленным в табл. 8.3, производится построение $\bar{x} - s$ -карты.

Таблица 8.3

Данные для построения $\bar{x} - s$ -карты

| № вы- борки | Результаты контроля | | | | | | Карта средних значений | | | | | | | Карта СКО | | | |
|----------------|---------------------|----|----|----|----|----|------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|-------|-------|--|
| | | | | | | | X_{cp} | $X_{cp,cp}$ | K_n | K_o | T_n | T_o | S | S_{cp} | K_n | K_o | |
| 1 | 10 | 3 | 5 | 14 | 10 | 10 | 8,40 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 4,39 | 3,05 | 0,44 | 5,76 | |
| 2 | 2 | 14 | 8 | 13 | 11 | 11 | 9,60 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 4,83 | 3,05 | 0,44 | 5,76 | |
| 3 | 12 | 12 | 3 | 8 | 10 | 10 | 9,00 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 3,74 | 3,05 | 0,44 | 5,76 | |
| 4 | 12 | 14 | 7 | 11 | 9 | 9 | 10,60 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 2,7 | 3,05 | 0,44 | 5,76 | |
| 5 | 10 | 11 | 9 | 15 | 7 | 7 | 10,40 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 2,97 | 3,05 | 0,44 | 5,76 | |
| 6 | 11 | 12 | 11 | 14 | 12 | 12 | 12,00 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 1,22 | 3,05 | 0,44 | 5,76 | |
| 7 | 15 | 11 | 14 | 8 | 3 | 3 | 10,20 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 4,87 | 3,05 | 0,44 | 5,76 | |
| 8 | 12 | 14 | 12 | 11 | 11 | 11 | 12,00 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 1,22 | 3,05 | 0,44 | 5,76 | |
| 9 | 11 | 7 | 11 | 13 | 9 | 9 | 10,20 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 2,28 | 3,05 | 0,44 | 5,76 | |
| 10 | 14 | 10 | 9 | 12 | 8 | 8 | 10,60 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 2,41 | 3,05 | 0,44 | 5,76 | |
| 11 | 9 | 11 | 14 | 10 | 13 | 13 | 11,40 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 2,07 | 3,05 | 0,44 | 5,76 | |

| № вы- борки | Результаты контроля | | | | | | Карта средних значений | | | | | | Карта СКО | | | |
|----------------|---------------------|----|----|----|----|----|------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-----------|----------|-------|-------|
| | | | | | | | X_{cp} | $X_{cp,cp}$ | K_n | K_o | T_n | T_o | S | S_{cp} | K_n | K_o |
| 12 | 13 | 13 | 6 | 4 | 13 | 13 | 9,80 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 4,44 | 3,05 | 0,44 | 5,76 |
| 13 | 5 | 8 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4,60 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 2,07 | 3,05 | 0,44 | 5,76 |
| 14 | 8 | 5 | 6 | 9 | 13 | 13 | 8,20 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 3,11 | 3,05 | 0,44 | 5,76 |
| 15 | 8 | 4 | 9 | 5 | 8 | 8 | 6,80 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 2,17 | 3,05 | 0,44 | 5,76 |
| 16 | 4 | 12 | 10 | 6 | 10 | 10 | 8,40 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 3,29 | 3,05 | 0,44 | 5,76 |
| 17 | 10 | 6 | 13 | 10 | 5 | 5 | 8,80 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 3,27 | 3,05 | 0,44 | 5,76 |
| 18 | 7 | 9 | 12 | 1 | 7 | 7 | 7,20 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 4,02 | 3,05 | 0,44 | 5,76 |
| 19 | 4 | 7 | 6 | 7 | 12 | 12 | 7,20 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 2,95 | 3,05 | 0,44 | 5,76 |
| 20 | 10 | 10 | 6 | 9 | 3 | 3 | 7,60 | 9,15 | 4,52 | 13,8 | 1 | 15 | 3,05 | 3,05 | 0,44 | 5,76 |

3,4

Сначала строится \bar{x} -карта. В мастере диаграмм выбирается вид диаграммы – **Точечная**, на которой значения соединены отрезками. В качестве исходных данных используется диапазон A5:A24, G5:L24. На полученную диаграмму необходимо нанести обозначения контрольных границ при помощи инструмента **Надпись** панели инструментов **Рисование**.

Аналогичным образом строится s-карта.

Построенные контрольные карты необходимо представить, как показано на рис. 8.2.

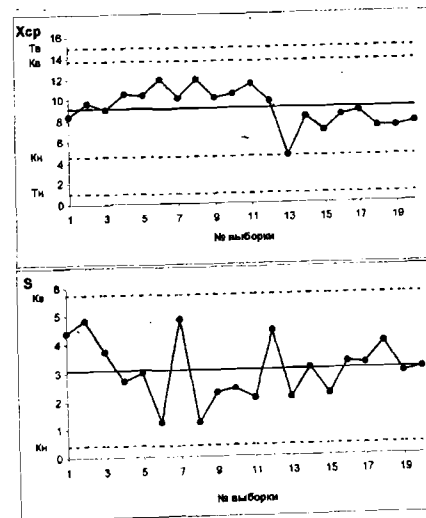


Рис.8.2. $\bar{x} - s$ -карта, полученная в примере.

Анализ контрольной карты показывает, что рассеяние диаметра болта существенно, и по рассеянию процесс стабилен (оборудование настроено достаточно точно), поскольку на s -карте нет показаний разлаженности процесса. Однако на \bar{x} -карте имеются серии из девяти точек (с четвёртой по двенадцатую) и из восьми точек (с тринадцатой по двадцатую), расположенных по одну сторону от средней линии. Это указывает на нестабильность процесса. Видимо, в течение процесса, при переходе от двенадцатой к тринадцатой точке, изменилось математическое ожидание диаметра. Следует выяснить причину этой нестабильности и провести управляющее воздействие на процесс. После стабилизации контрольную карту следует построить заново.

Задание

По результатам измерения некоторого параметра качества, представленным в табл. 8.4, построить контрольную карту в соответствии со своим вариантом задания и провести статистический анализ процесса.

Таблица 8.4

Экспериментальные данные

| № выборки | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 47 | 44 | 32 | 35 | 20 |
| 2 | 19 | 31 | 37 | 25 | 34 |
| 3 | 19 | 16 | 11 | 11 | 44 |
| 4 | 29 | 42 | 29 | 59 | 38 |
| 5 | 28 | 45 | 12 | 36 | 25 |
| 6 | 40 | 11 | 35 | 38 | 33 |
| 7 | 15 | 12 | 30 | 33 | 26 |
| 8 | 35 | 32 | 44 | 11 | 38 |
| 9 | 27 | 26 | 37 | 20 | 35 |
| 10 | 23 | 26 | 45 | 37 | 32 |
| 11 | 28 | 40 | 44 | 31 | 18 |
| 12 | 31 | 24 | 25 | 32 | 22 |
| 13 | 22 | 19 | 37 | 47 | 14 |
| 14 | 37 | 12 | 32 | 38 | 30 |
| 15 | 25 | 24 | 40 | 50 | 19 |
| 16 | 7 | 23 | 31 | 18 | 32 |
| 17 | 38 | 41 | 0 | 40 | 37 |
| 18 | 35 | 29 | 12 | 48 | 20 |
| 19 | 31 | 35 | 20 | 24 | 47 |
| 20 | 27 | 38 | 27 | 40 | 31 |
| 21 | 42 | 52 | 42 | 24 | 25 |
| 22 | 31 | 15 | 31 | 3 | 28 |
| 23 | 27 | 22 | 27 | 32 | 54 |
| 24 | 34 | 15 | 34 | 29 | 21 |
| 25 | 37 | 45 | 37 | 14 | 17 |

Вариант 1. Контрольная $\bar{x} - R$ -карта.

Вариант 2. Контрольная $\bar{x} - R$ -карта.

Вариант 3. Контрольная $\bar{x} - s$ -карта.

Вариант 4. Контрольная $\bar{x} - s$ -карта.

Содержание отчета

1. Таблица экспериментальных данных.
2. Результаты расчетов в соответствии с полученным заданием.
3. Построенная контрольная карта.
4. Выводы по проделанной работе.

Занятие № 9

Использование контрольных карт по качественным признакам для контроля качества технологического процесса

Цель занятия: научиться строить и использовать контрольные карты по качественным признакам для статистического анализа технологического процесса.

Краткие теоретические сведения

По качественным признакам (или по альтернативному признаку) различают следующие контрольные карты:

- карта доли дефектной продукции (*p*-карта);
- карта числа дефектных единиц продукции (*pn*-карта);
- карта числа дефектов (*c*-карта);
- карта числа дефектов на единицу продукции (*u*-карта).

Карта доли дефектной продукции. Применяется для контроля и регулирования технологического процесса по доле дефектных изделий в выборке. Точки на контрольной карте ставят по значениям доли дефектной продукции в выборках:

$$p_i = \frac{x}{n_i},$$

где n_i – объём *i*-й выборки, x – количество бракованных изделий в выборке.

Выборка берётся за смену, сутки или более продолжительный период.

Среднюю линию рассчитывают по уравнению:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k p_i}{k},$$

где k – число выборок. Обычно $k = 20...30$.

Контрольные границы находят по уравнению:

$$K_{\sigma, n} = \bar{p} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n_i}}$$

Объём выборки подбирают так, чтобы в ней было в основном от 1 до 5 дефектных изделий. Если объём выборки неодинаков при каждом отборе, то контрольные границы вычисляют при каждом отборе (для каждой точки), т.е. границы в этом случае непостоянны.

Карта числа дефектных единиц продукции. Используется для контроля и регулирования технологического процесса по числу дефектных изделий в выборке. Используют выборки постоянного объёма. Объём выборки подбирают так, чтобы в ней было в основном от 1 до 5 дефектных изделий. Точки наносят на карту по количеству дефектных изделий в выборке $p_i n$. Среднюю линию рассчитывают по формуле:

$$\bar{p} n = \frac{\sum_{i=1}^k p_i n}{k}$$

Контрольные границы находят по уравнению:

$$K_{\sigma, n} = \bar{p} n \pm 3 \sqrt{\bar{p} n (1 - \bar{p})}$$

где $\bar{p} = \bar{p} n / n$. Если $K_n < 0$, его не рассматривают.

Карта числа дефектов. В этих картах регистрируется число дефектов c , выявленных в установленной единице контролируемой продукции, например, в рулоне ткани или бумаги, на определённой площади пластика, стекла и т.п. Предусматривают такую единицу контролируемой продукции, чтобы она содержала в основном от одного до пяти дефектов.

Среднюю линию находят по уравнению:

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^k c_i}{k}$$

Контрольные границы определяют по формуле:

$$K_{\sigma, n} = \bar{c} \pm 3 \sqrt{\bar{c}}$$

Карта числа дефектов на единицу продукции. Она используется вместо *c*-карты, когда параметр единицы продукции (например, площадь, длина) не является постоянной величиной, т.е. объём выборки непостоянен. Точки на *u*-карте – это значения $u_i = c_i / n_i$, где c_i – число дефектов в *i*-й выборке. Среднюю линию определяют по формуле:

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^k c_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Контрольные границы определяют по уравнению:

$$K_{g,н} = \bar{u} \pm 3\sqrt{\bar{u}/n_i}$$

Поскольку объём выборки непостоянен, границы тоже непостоянны, и их вычисляют для каждой точки.

Методические указания и пример построения контрольной карты

При внедрении статистического регулирования производства изделий получены данные, приведённые в табл. 9.1.

Построить контрольную р-карту и провести по ней статистический анализ процесса.

Таблица 9.1

Данные эксперимента

| № вы-борки | Объём выборки | Число де-фектных изделий | № вы-борки | Объём выборки | Число де-фектных изделий |
|------------|---------------|--------------------------|------------|---------------|--------------------------|
| 1 | 100 | 2 | 14 | 750 | 15 |
| 2 | 110 | 2 | 15 | 110 | 3 |
| 3 | 100 | 1 | 16 | 132 | 5 |
| 4 | 120 | 3 | 17 | 110 | 3 |
| 5 | 150 | 3 | 18 | 900 | 20 |
| 6 | 760 | 10 | 19 | 200 | 4 |
| 7 | 140 | 2 | 20 | 750 | 16 |
| 8 | 135 | 4 | 21 | 250 | 3 |
| 9 | 850 | 17 | 22 | 100 | 1 |
| 10 | 160 | 2 | 23 | 125 | 2 |
| 11 | 125 | 2 | 24 | 113 | 3 |
| 12 | 112 | 2 | 25 | 870 | 20 |
| 13 | 180 | 3 | | | |

Результаты расчётов приведены в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Результаты расчетов

| № вы-борки | Объём выборки | Число де-фектных изделий | Р | Р _{ср} | К _в | К _н |
|------------|---------------|--------------------------|--------|-----------------|----------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 100 | 2 | 0,0200 | 0,0199 | 0,0617 | -0,0220 |
| 2 | 110 | 2 | 0,0182 | 0,0199 | 0,0598 | -0,0200 |
| 3 | 100 | 1 | 0,0100 | 0,0199 | 0,0617 | -0,0220 |

Продолжение табл.9.2

| № вы-борки | Объём выборки | Число де-фектных изделий | Р | Р _{ср} | К _в | К _н |
|------------|---------------|--------------------------|--------|-----------------|----------------|----------------|
| 4 | 120 | 3 | 0,0250 | 0,0199 | 0,0581 | -0,0183 |
| 5 | 150 | 3 | 0,0200 | 0,0199 | 0,0541 | -0,0143 |
| 6 | 760 | 10 | 0,0132 | 0,0199 | 0,0351 | 0,0047 |
| 7 | 140 | 2 | 0,0143 | 0,0199 | 0,0553 | -0,0155 |
| 8 | 135 | 4 | 0,0296 | 0,0199 | 0,0559 | -0,0162 |
| 9 | 850 | 17 | 0,0200 | 0,0199 | 0,0342 | 0,0055 |
| 10 | 160 | 2 | 0,0125 | 0,0199 | 0,0530 | -0,0132 |
| 11 | 125 | 2 | 0,0160 | 0,0199 | 0,0573 | -0,0176 |
| 12 | 112 | 2 | 0,0179 | 0,0199 | 0,0594 | -0,0197 |
| 13 | 180 | 3 | 0,0167 | 0,0199 | 0,0511 | -0,0113 |
| 14 | 750 | 15 | 0,0200 | 0,0199 | 0,0352 | 0,0046 |
| 15 | 110 | 3 | 0,0273 | 0,0199 | 0,0598 | -0,0200 |
| 16 | 132 | 5 | 0,0379 | 0,0199 | 0,0563 | -0,0166 |
| 17 | 110 | 3 | 0,0273 | 0,0199 | 0,0598 | -0,0200 |
| 18 | 900 | 20 | 0,0222 | 0,0199 | 0,0338 | 0,0059 |
| 19 | 200 | 4 | 0,0200 | 0,0199 | 0,0495 | -0,0097 |
| 20 | 750 | 16 | 0,0213 | 0,0199 | 0,0352 | 0,0046 |
| 21 | 250 | 3 | 0,0120 | 0,0199 | 0,0464 | -0,0066 |
| 22 | 100 | 1 | 0,0100 | 0,0199 | 0,0617 | -0,0220 |
| 23 | 125 | 2 | 0,0160 | 0,0199 | 0,0573 | -0,0176 |
| 24 | 113 | 3 | 0,0265 | 0,0199 | 0,0593 | -0,0195 |
| 25 | 870 | 20 | 0,0230 | 0,0199 | 0,0341 | 0,0057 |

Результаты построений приведены на рис.9.1.

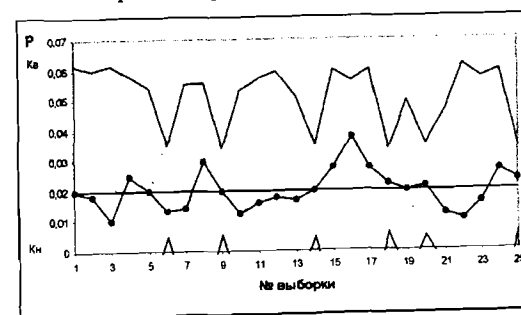


Рис 9.1. Контрольная р-карта по данным примера 9.1

На р-карте нет признаков разлаженности процесса. Поэтому процесс следует считать стабильным.

Задание

Вариант 1. На целлюлозно-бумажном предприятии при контроле рулонов бумаги одинаковой длины в течение 25 дней было выявлено количество дефектов на один рулон, представленное в таблице 9.3. Построить по имеющимся данным контрольную карту и определить, является ли технологический процесс стабильным.

Таблица 9.3

Экспериментальные данные

| № вы- борки | Число дефек- тов в рулоне | № вы- борки | Число дефек- тов в рулоне |
|----------------|------------------------------|----------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 3 | 14 | 5 |
| 2 | 4 | 15 | 6 |
| 3 | 5 | 16 | 3 |
| 4 | 7 | 17 | 5 |
| 5 | 3 | 18 | 4 |
| 6 | 5 | 19 | 6 |
| 7 | 6 | 20 | 5 |
| 8 | 2 | 21 | 5 |
| 9 | 4 | 22 | 7 |
| 10 | 6 | 23 | 4 |
| 11 | 3 | 24 | 3 |
| 12 | 7 | 25 | 6 |
| 13 | 4 | 26 | 5 |

Вариант 2. Построить контрольную карту по результатам, представленным в табл. 9.4. С помощью контрольной карты провести статистический анализ процесса.

Таблица 9.4

Экспериментальные данные

| № вы- борки | Объём выборки | Число де- фектных изделий | № вы- борки | Объём выборки | Число де- фектных изделий |
|----------------|------------------|---------------------------------|----------------|------------------|---------------------------------|
| 1 | 101 | 11 | 14 | 112 | 8 |
| 2 | 112 | 12 | 15 | 110 | 9 |
| 3 | 110 | 3 | 16 | 100 | 5 |
| 4 | 115 | 13 | 17 | 101 | 8 |
| 5 | 100 | 10 | 18 | 110 | 9 |
| 6 | 90 | 5 | 19 | 90 | 6 |

Продолжение табл.9.4

| № вы- борки | Объём выборки | Число де- фектных изделий | № вы- борки | Объём выборки | Число де- фектных изделий |
|----------------|------------------|---------------------------------|----------------|------------------|---------------------------------|
| 7 | 111 | 2 | 20 | 104 | 10 |
| 8 | 120 | 4 | 21 | 109 | 3 |
| 9 | 100 | 9 | 22 | 107 | 4 |
| 10 | 112 | 3 | 23 | 108 | 11 |
| 11 | 102 | 11 | 24 | 107 | 10 |
| 12 | 103 | 10 | 25 | 105 | 9 |
| 13 | 105 | 3 | 26 | 111 | 7 |

Вариант 3. Построить контрольную карту по результатам, представленным в табл. 9.5, с учётом того, что объём выборки постоянный и равен 100. С помощью контрольной карты провести статистический анализ процесса.

Таблица 9.5

Экспериментальные данные

| № выборки | Число дефектных изделий | № выборки | Число дефектных изделий |
|--------------|----------------------------|--------------|----------------------------|
| 1 | 5 | 14 | 3 |
| 2 | 2 | 15 | 6 |
| 3 | 3 | 16 | 4 |
| 4 | 0 | 17 | 1 |
| 5 | 2 | 18 | 2 |
| 6 | 3 | 19 | 3 |
| 7 | 2 | 20 | 1 |
| 8 | 4 | 21 | 6 |
| 9 | 6 | 22 | 2 |
| 10 | 1 | 23 | 3 |
| 11 | 2 | 24 | 5 |
| 12 | 3 | 25 | 2 |
| 13 | 4 | 26 | 1 |

Вариант 4. Построить контрольную карту по результатам, представленным в табл. 9.6. С помощью контрольной карты провести статистический анализ процесса.

Таблица 9.6

Экспериментальные данные

| № вы-борки | Объём выборки | Число де-фектных изделий | № вы-борки | Объём выборки | Число де-фектных изделий |
|------------|---------------|--------------------------|------------|---------------|--------------------------|
| 1 | 25 | 1 | 14 | 75 | 8 |
| 2 | 50 | 2 | 15 | 65 | 3 |
| 3 | 75 | 3 | 16 | 39 | 5 |
| 4 | 70 | 3 | 17 | 45 | 3 |
| 5 | 85 | 1 | 18 | 90 | 9 |
| 6 | 90 | 5 | 19 | 90 | 6 |
| 7 | 50 | 2 | 20 | 75 | 10 |
| 8 | 49 | 4 | 21 | 25 | 3 |
| 9 | 53 | 9 | 22 | 89 | 4 |
| 10 | 48 | 3 | 23 | 58 | 2 |
| 11 | 55 | 2 | 24 | 39 | 3 |
| 12 | 80 | 1 | 25 | 87 | 9 |
| 13 | 75 | 3 | 26 | 85 | 3 |

Содержание отчета

1. Таблица экспериментальных данных.
2. Результаты расчетов в соответствии с полученным заданием.
3. Построенная контрольная карта.
4. Выводы по проделанной работе.

Занятие № 10
Использование диаграммы разброса
для контроля качества технологического процесса

Цель занятия: научиться строить и использовать диаграмму разброса для статистического анализа технологического процесса.

Краткие теоретические сведения

Диаграмма разброса показывает взаимосвязь между двумя видами связанных данных (факторов) и подтверждает их взаимную зависимость. Такими двумя видами данных могут быть характеристика качества и влияющий на неё фактор, две различных характеристики качества, два фактора, влияющих на одну характеристику качества, и т.д.

Для построения диаграммы разброса нужно не менее 30 пар данных (x, y) . Оси x и y строят так, чтобы длины рабочих частей были примерно одинаковы. На диаграмму наносят точки (x, y) , характеризующие исследуемые факторы, название диаграммы, а также интервал времени, число пар данных, названия осей и т.д. Точки, далеко отстоящие от основной группы, являются выбросами, и их исключают.

Возможны различные варианты скоплений точек. Для установления силы связи между величинами x и y можно использовать коэффициент корреляции, определяемый по следующей формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (10.1)$$

где r – коэффициент корреляции, x_i – текущее значение x , y_i – текущее значение y , \bar{x} – среднее значение x , \bar{y} – среднее значение y , n – объем выборки.

Коэффициент корреляции используют только при линейной связи между величинами. Значение r находится в пределах от -1 до $+1$. Если r близко к 1 , имеется сильная положительная корреляция (сильная связь между рядами данных). Если r близко к -1 , имеется сильная отрицательная корреляция. При r , близком к 0 , корреляция слабая (зависимость между факторами отсутствует). Если r близко или больше $0,6$ (или $-0,6$), корреляционная зависимость считается существенной.

Характерные варианты скоплений точек показаны на рис. 10.1.

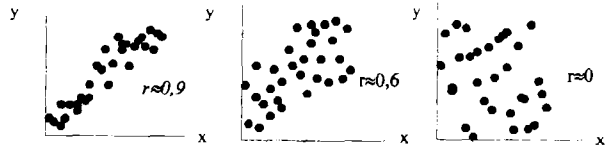


Рис 10.1. Характерные варианты скоплений точек на диаграммах разброса

Можно оценить достоверность коэффициента корреляции. Для этого вычисляют его среднюю ошибку m_r по формуле:

$$m_r = \pm \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}} \quad (10.2)$$

При $r/m_r \geq 3$ коэффициент корреляции считается достоверным, т.е. связь доказана. При $r/m_r < 3$ связь считается недостоверной.

Методические указания и пример построения диаграммы разброса

При статистическом анализе процесса производства тарного картона получены экспериментальные данные, характеризующие зависимость одного из показателей качества картона – разрушающего усилия при сжатии кольца (Y, Н) от степени помола сульфитной целлюлозы (X, °ШР). Полученные данные приведены в табл. 10.1.

Необходимо построить диаграмму разброса и провести по ней статистический анализ технологического процесса.

Таблица 10.1

Экспериментальные данные

| | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| X | 18 | 19 | 18 | 21 | 25 | 29 | 35 | 18 | 25 | 19 |
| Y | 300 | 310 | 205 | 215 | 220 | 230 | 250 | 210 | 225 | 260 |
| № | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| X | 29 | 36 | 36 | 35 | 34 | 21 | 20 | 25 | 34 | 32 |
| Y | 255 | 275 | 270 | 255 | 260 | 215 | 230 | 225 | 255 | 220 |
| № | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| X | 30 | 19 | 21 | 26 | 24 | 28 | 25 | 31 | 35 | 32 |
| Y | 240 | 205 | 225 | 230 | 235 | 240 | 250 | 260 | 270 | 250 |

Результаты расчетов приведены в табл.10.2.

Результаты расчетов

| № п/п | X, °ШР | Y, Н | № п/п | X, °ШР | Y, Н | № п/п | X, °ШР | Y, Н |
|-------|--------|------|-------|--------|------|-------|--------|------|
| 1 | 18 | 200 | 11 | 29 | 255 | 21 | 30 | 239 |
| 2 | 19 | 210 | 12 | 36 | 275 | 22 | 19 | 205 |
| 3 | 18 | 205 | 13 | 36 | 270 | 23 | 21 | 225 |
| 4 | 21 | 215 | 14 | 35 | 255 | 24 | 26 | 230 |
| 5 | 25 | 220 | 15 | 34 | 260 | 25 | 24 | 235 |
| 6 | 29 | 230 | 16 | 21 | 215 | 26 | 28 | 240 |
| 7 | 35 | 250 | 17 | 20 | 230 | 27 | 25 | 250 |
| 8 | 18 | 210 | 18 | 25 | 225 | 28 | 31 | 260 |
| 9 | 25 | 225 | 19 | 34 | 255 | 29 | 35 | 270 |
| 10 | 19 | 260 | 20 | 32 | 220 | 30 | 32 | 250 |

Результаты построения диаграммы разброса приведены на рис.10.2.

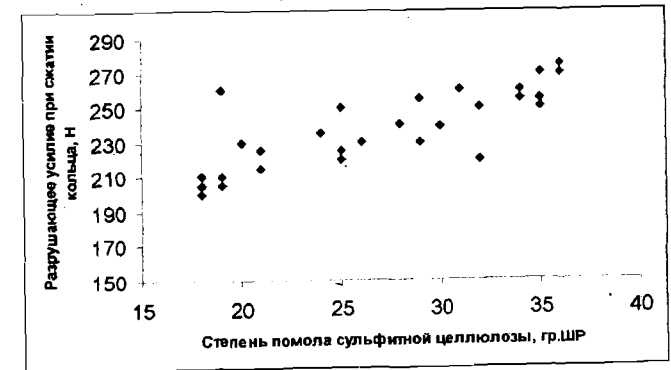


Рис. 10.2. Зависимость разрушающего усилия при сжатии кольца от степени помола сульфитной целлюлозы

Для определения силы связи между величинами необходимо рассчитать коэффициент корреляции по формуле (10.1). В данном случае $r = +0,79$. Можно сделать вывод, что между величинами существует довольно сильная положительная корреляция.

Для оценки достоверности коэффициента корреляции необходимо сначала вычислить его среднюю ошибку по формуле (10.2), а затем определить величину r/m_r . В нашем случае $m_r = \pm 0,07$, и отношение коэффициента корреляции к его средней ошибке равняется 11,3. Коэффициент корреляции считается достоверным.

Задание

Вариант 1. По экспериментальным данным (табл. 10.3), показывающим разрывное усилие y гс бумаги определённого сорта толщиной x см, построить диаграмму разброса, рассчитать коэффициент корреляции и оценить его достоверность. Можно ли определять разрывное усилие бумаги данного сорта по её толщине?

Таблица 10.3

Экспериментальные данные

| | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| x | 0,20 | 0,19 | 0,28 | 0,26 | 0,23 | 0,21 | 0,24 | 0,26 | 0,28 | 0,25 |
| y | 64 | 65 | 69 | 69 | 66 | 65 | 67 | 67 | 70 | 68 |
| № | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| x | 0,25 | 0,22 | 0,18 | 0,26 | 0,17 | 0,30 | 0,19 | 0,25 | 0,29 | 0,27 |
| y | 67 | 66 | 63 | 68 | 62 | 70 | 64 | 68 | 69 | 68 |
| № | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| x | 0,20 | 0,19 | 0,29 | 0,31 | 0,24 | 0,22 | 0,27 | 0,23 | 0,25 | 0,17 |
| y | 63 | 66 | 70 | 72 | 66 | 65 | 69 | 65 | 69 | 61 |

Вариант 2. В таблице 10.4 представлены данные взаимозависимости между содержанием (%) компонента А в некотором виде металлического сырья и твёрдостью по шкале Роквелла. Необходимо определить корреляционную взаимозависимость между процентным содержанием x и твёрдостью y .

Таблица 10.4

Экспериментальные данные

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| x | 3,9 | 6,5 | 3,7 | 4,5 | 5,0 | 5,8 | 3,3 | 6,2 | 3,6 | 3,9 | 5,1 | 6,4 |
| y | 56 | 55 | 43 | 55 | 46 | 54 | 42 | 63 | 48 | 45 | 50 | 58 |
| № | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| x | 4,2 | 4,9 | 6,0 | 5,4 | 4,4 | 3,8 | 6,7 | 4,6 | 4,3 | 6,3 | 5,2 | 6,4 |
| y | 50 | 54 | 52 | 50 | 60 | 53 | 63 | 51 | 45 | 60 | 48 | 61 |
| № | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| x | 6,2 | 5,5 | 2,7 | 2,8 | 5,4 | 5,8 | 6,6 | 5,3 | 4,2 | 4,3 | 4,0 | 5,4 |
| y | 56 | 46 | 41 | 43 | 58 | 60 | 61 | 55 | 46 | 53 | 51 | 56 |

Вариант 3. В таблице 10.5 представлены данные взаимозависимости между уровнем массы в ванне вакуум-фильтра (m) и влажностью осадка после ваку-

ум-фильтра (%). Необходимо определить корреляционную зависимость между уровнем массы x и влажностью осадка y .

Таблица 10.5

Экспериментальные данные

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| x | 0,75 | 0,77 | 0,78 | 0,85 | 0,82 | 0,86 | 0,79 | 0,89 | 0,87 | 0,78 |
| y | 73,91 | 73,52 | 74,55 | 74,11 | 73,99 | 74,15 | 74,11 | 74,02 | 73,01 | 73,24 |
| № | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| x | 0,84 | 0,86 | 0,78 | 0,79 | 0,81 | 0,75 | 0,86 | 0,91 | 0,92 | 0,85 |
| y | 74,15 | 74,21 | 74,05 | 74,00 | 74,12 | 73,11 | 74,21 | 74,99 | 75,01 | 73,97 |
| № | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| x | 0,75 | 0,79 | 0,89 | 0,94 | 0,75 | 0,84 | 0,79 | 0,89 | 0,94 | 0,77 |
| y | 73,85 | 73,79 | 74,11 | 74,58 | 73,42 | 73,99 | 73,54 | 74,24 | 75,01 | 73,89 |

Содержание отчета

1. Таблица экспериментальных данных.
2. Результаты расчетов в соответствии с полученным заданием.
3. Построенная диаграмма разброса.
4. Выводы по проделанной работе.

1. Бондаренкова И.В., Ковчин И.С., Кондрашкова Г.А., Кнодель Г.А., Черникова А.В. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: учеб.пособие / СПГТУРП. – СПб.; 2005. -36 с.
2. Кондрашкова Г.А. Технологические измерения и приборы в целлюлозно-бумажной промышленности: учебник. – М.: Лесная промышленность, 1981. -375 с.
3. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. Ч.1. Общая теория измерений / СЗТУ. – СПб.: 2008. -190 с.
4. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / под ред. В.В. Алексеева – М.: Изд.центр Академия, 2007. -384 с.
5. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник. – М.: Высшая школа, 2006. -798 с.
6. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб.пособие. – М.: Логос, 2009. -560 с.
7. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации и метрологии: учебник. – М.: Юнити, 2006. -672 с.
8. Окрепилов В.В. Управление качеством: учебник. – СПб.: Наука, 2000.-912 с.
9. Аристов О.В. Управление качеством. – М.: ИНФРА-М, 2003. -256 с.
10. Клячкин В.Н. Статистические методы в управлении качеством. Компьютерные технологии: учеб.пособие. – М.: ИНФРА-М, 2009. -304 с.
11. «Семь инструментов качества» в Японской экономике. – М.: Изд-во стандартов, 1990. -89 с.

| | |
|---|----|
| Введение | 3 |
| 1. Цели и задачи практических занятий | – |
| 2. Метрология | 4 |
| Занятие № 1. Градуировка средств измерений | – |
| Занятие № 2. Анализ погрешностей результатов косвенных измерений | 12 |
| Занятие № 3. Поверка средств измерений | 19 |
| 3. Стандартизация | 21 |
| Занятие № 4. Определение подлинности товара по штрих-коду международного стандарта EAN | – |
| Приложение 4.1. Штрих-коды некоторых стран | 25 |
| Занятие № 5. Изучение основополагающих нормативных документов по стандартизации Российской Федерации | 26 |
| 4. Сертификация | 29 |
| Занятие № 6. Изучение порядка проведения сертификации продукции | – |
| Приложение 6.1. Бланк сертификата соответствия продукции | 31 |
| Приложение 6.2. Правила заполнения бланка сертификата соответствия продукции | 32 |
| Приложение 6.3. Существующие схемы сертификации продукции | 34 |
| Приложение 6.4. Форма заявки на проведение сертификации продукции | 35 |
| Занятие № 7. Изучение порядка проведения сертификации услуг | 36 |
| Приложение 7.1. Форма заявки на проведение сертификации услуг | 40 |
| Приложение 7.2. Существующие схемы сертификации услуг | 41 |
| Приложение 7.3. Бланк сертификата соответствия услуги | 42 |
| Приложение 7.4. Правила заполнения бланка сертификата соответствия услуги | 43 |
| 5. Управление качеством | 45 |
| Занятие № 8. Использование контрольных карт по количественным признакам для контроля качества технологического процесса | – |
| Занятие № 9. Использование контрольных карт по качественным признакам для контроля качества технологического процесса | 54 |
| Занятие № 10. Использование диаграммы разброса для контроля качества технологического процесса | 61 |
| Библиографический список | 66 |

Учебное издание

Ирина Владимировна Бондаренкова

Георгий Александрович Кнодель

Игорь Сергеевич Ковчин

Галина Анатольевна Кондрашкова

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Учебно-методическое пособие

Редактор и корректор Басова В.А.

Техн. редактор Титова Л.Я.

Подп. к печати 29.09.09. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,0; уч.-изд. л. 4,0. Тираж 200 экз. Изд. № 87.

Цена «С». Заказ 2024.

Ризограф ГОУВПО Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров, 198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.