

**Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к практическим работам по дисциплине
“Управление качеством продукции”
для студентов специальности 7.090403
всех форм обучения**

Краматорск 2007

УДК 658.562

Методические указания к практическим работам по дисциплине “Управление качеством продукции” для студентов специальности 7.090403 всех форм обучения / Сост. Агравал П.Г. – Краматорск: ДГМА, 2007. – 32 с.

Содержит теоретические сведения и указания по выполнению практических заданий по дисциплине “Управление качеством продукции”.

Составитель

Агравал П.Г., асс.

Отв. за выпуск

Порохня С.В., ст. преп.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Практическая работа 1. ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГРАММ ПАРЕТО ДЛЯ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ОТЛИВОК.....	4
2 Практическая работа 2. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК.....	6
3 Практическая работа 3. ПЛАНЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО ВЫБОРОЧНОГО КОНТРОЛЯ ПО АЛЬТЕРНАТИВНОМУ ПРИЗНАКУ	15
4 Практическая работа 4. КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ШУХАРТА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПО КАЧЕСТВЕННЫМ ПРИЗНАКАМ.....	22
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	31

1 Практическая работа 1

ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГРАММ ПАРЕТО ДЛЯ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ОТЛИВОК

Цель работы: получить навыки анализа качества выпускаемых отливок с применением диаграмм Парето.

Общие сведения

Различают два вида диаграмм Парето:

1 *По результатам деятельности.* Применяются для выявления главной проблемы и отражают результаты деятельности (дефекты, отказы и т. п.).

2 *По причинам (факторам).* Они отражают причины проблем, возникающих в ходе производства.

Рекомендуется строить много диаграмм Парето, используя различные способы классификации, как результатов, так и причин, приводящих к этим результатам. Лучшей следует считать такую диаграмму, которая выявляет немногочисленные, наиболее важные факторы, что и является целью анализа Парето.

Построение диаграмм Парето включает следующие этапы:

1 Выбор вида диаграммы по результатам деятельности или по причинам (факторам).

2 Классификация результатов (причин). Разумеется, любая классификация имеет свои условности, однако большинство наблюдаемых единиц какой-либо совокупности не должно попадать в строку «прочие».

3 Определение метода и периода сбора данных.

4 Разработка контрольного листка для регистрации данных с перечислением видов собираемой информации. В нем необходимо

предусмотреть свободное место для графической регистрации данных. Контрольный листок должен иметь примерно такой вид:

Типы дефектов	Группы данных	Итого по типам дефектов
А. Трещины		10
Б		
В		
Г		
Прочие		
Итого		100

5 Ранжирование данных, полученных по каждому проверяемому признаку в порядке значимости. Группу «Прочие» следует приводить в последней строке вне зависимости от того, насколько большим получилось число.

6 Построение столбиковой диаграммы (рисунок 1.1).

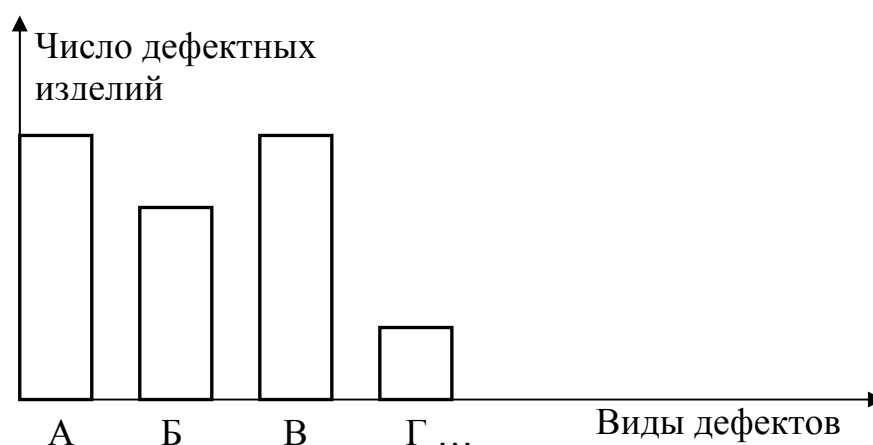


Рисунок 1.1 – Столбиковая диаграмма, показывающая связь между видами дефектов и числом дефектных изделий

Порядок выполнения работы

- 1 Получить задание у преподавателя.
- 2 Провести анализ потерь по видам брака отливок на основе анализа диаграммы Парето.
- 3 Установить факторы, которые могут дать максимальный эффект в области снижения затрат на брак отливок.

Контрольные вопросы

- 1 Порядок построения диаграммы Парето.
- 2 С какой целью применяются контрольные карты Шухарта?
- 3 Для каких целей применяется диаграмма Исикавы?

2 Практическая работа 2

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК

Цель работы: изучить распределения дискретных и непрерывных признаков; получить понятие об основных статистических характеристиках распределений.

Общие сведения

Целью статистических методов оценки качества является определение характеристик случайных изменений параметров продукции. Любое значение параметра продукции называется случайной величиной и характеризуется функцией распределения. Любая случайная величина характеризуется функцией вероятности, функцией распределения,

квантилями, математическим ожиданием, дисперсией и стандартным отклонением.

Различают дискретные и непрерывные случайные величины. Дискретной случайной величиной называется параметр продукции, принимающий конкретные значения в определенном интервале. Непрерывная случайная величина может принимать любое значение из некоторого интервала.

Равномерное дискретное распределение. При равномерном распределении значения параметра продукции x равномерно удалены друг от друга.

Функция вероятности равномерного распределения случайной величины x описывается выражением

$$p(x) = \begin{cases} 1/(L+1), & x = a + k \cdot b \\ 0, & x \neq a + k \cdot b \end{cases}, k = 0, 1, \dots, L, \quad (2.1)$$

где L – число измерений случайной величины;

a – начало шкалы отсчета для случайной величины;

b – шаг, с которым изменяется случайная величина. На рисунке 2.1, a приведен график функции вероятности равномерного распределения.

Функция распределения дискретной равномерно распределенной случайной величины x описывается выражением

$$P(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ k/(L+1), & a + (k-1) \cdot b \leq x < a + k \cdot b \\ 1, & x \geq a + b \cdot L \end{cases} \quad (2.2)$$

Данная функция определяет вероятность достижения некоторой заданной величины x . Графиком функции распределения является ступенчатая кривая, рисунок 2.1, б.

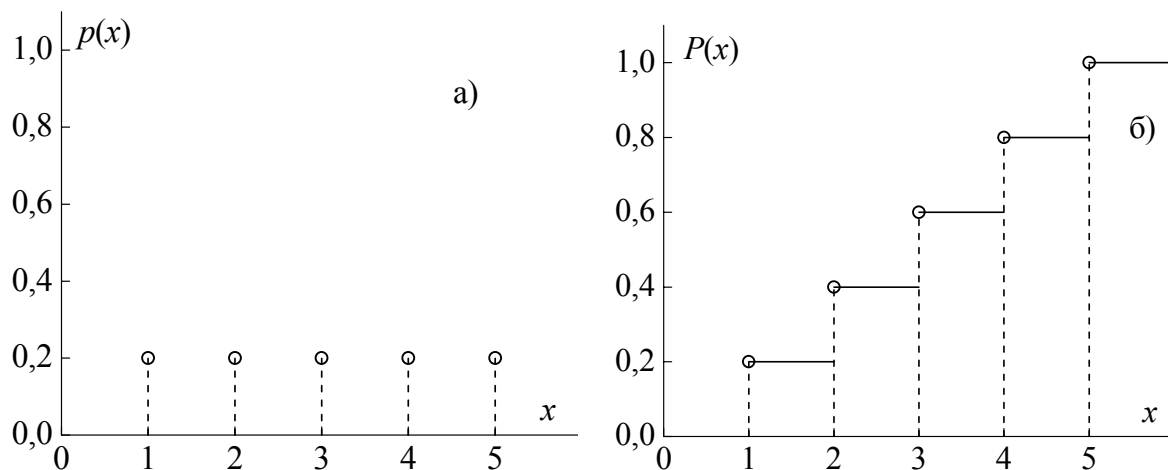


Рисунок 2.1 – Равномерное распределение ($a = 1$, $b = 1$ и $L = 5$)

Для решения обратной задачи – поиска значения x , при котором вероятность его достижения равна w , используется функция, обратная $P(x)$. Такая функция получила название квантильной функции данного распределения. Значения x_w – квантили распределения, а w – порядок квантиля. Выделяют следующие характерные значения квантилей:

$x_{0,25}$ – нижний квартиль;

$x_{0,50}$ – медиана;

$x_{0,75}$ – верхний квартиль.

Математическое ожидание μ – это взвешенное среднее арифметическое из значений параметра x с вероятностью w в качестве весов отдельных значений:

$$\mu = E(x) = \sum x \cdot w. \quad (2.3)$$

Для дискретного равномерного распределения математическое ожидание μ определяется выражением

$$\mu = a + b \cdot L / 2. \quad (2.4)$$

Дисперсия σ^2 случайной величины x с математическим ожиданием μ определяется выражением

$$\sigma^2 = V(x) = E((x - \mu)^2). \quad (2.5)$$

Для дискретного равномерного распределения дисперсия случайной величины:

$$\sigma^2 = b^2 L(L+2)/12.$$

Стандартное отклонение σ является линейной мерой рассеяния случайной величины и определяется выражением

$$\sigma = \sqrt{V(x)}. \quad (2.6)$$

Распределение Пуассона является распределением дискретного качественного признака (числа ошибок на одно изделие) и поэтому часто применяется при приемочном контроле, для аппроксимации других, более сложных распределений. Функция вероятности распределения Пуассона имеет вид

$$p(x) = \begin{cases} \lambda^x e^{-\lambda} / x!, & x = 0, 1, 2, \dots, \\ 0, & x < 0 \end{cases}, \quad (2.7)$$

где λ – интенсивность распределения. Функция распределения имеет вид

$$P(x, \lambda) = \begin{cases} \sum_{i=0}^{[x]} \lambda^i e^{-\lambda} / i!, & \text{при } x \geq 0 \\ 0, & \text{при } x < 0 \end{cases}. \quad (2.8)$$

Значения остальных свойств распределения Пуассона:

$$\mu = E(x) = \lambda,$$

$$\sigma^2 = V(x) = \lambda,$$

$$a_3 = 1/\sqrt{\lambda}.$$

Непрерывное распределение случайной величины характеризуется функцией распределения, не имеющей точек разрыва. Если эта функция дифференцируема, то производная от нее

$$f(x) = F'(x)$$

называется плотностью распределения случайной величины x . Плотность распределения обладает следующими свойствами:

$$f(x) \geq 0, \quad (2.9)$$

$$\int_{-\infty}^x f(t) dt = F(x), \quad (2.10)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1, \quad (2.11)$$

$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a) = W(a \leq x \leq b), \quad (2.12)$$

где W – вероятность появления случайной величины x в интервале от a до b . Первое свойство является следствием дифференцируемости и монотонности функции $F(x)$. Остальные свойства связаны с интегрированием $f(x)$. Свойства (2.10) и (2.12) иллюстрируются на рисунке 2.2.

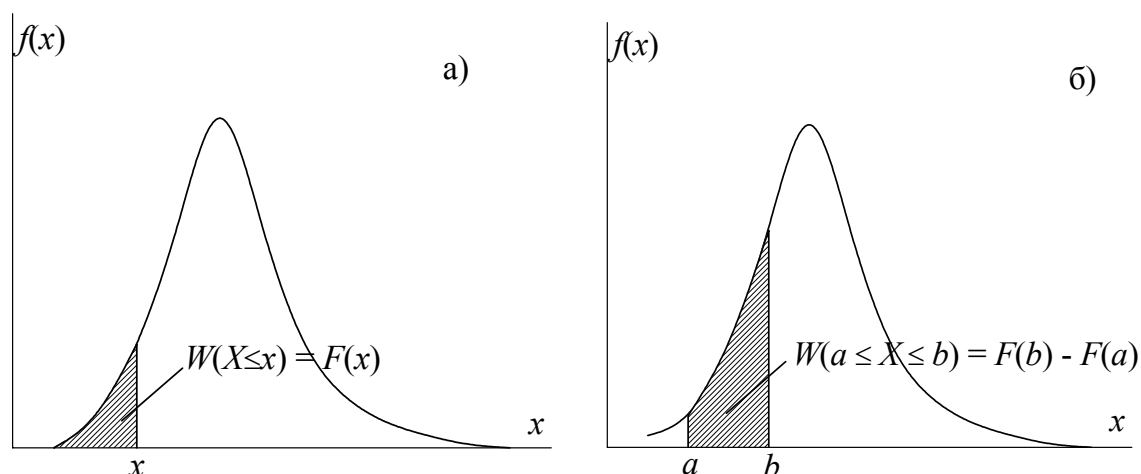


Рисунок 2.2 – Связь между функцией распределения и его плотностью

Непрерывное равномерное распределение является аналогом дискретного равномерного распределения. Плотность распределения описывается выражением

$$p(x) = \begin{cases} 1/(b-a), & \text{при } a \leq x \leq b \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (2.13)$$

Функция распределения имеет вид

$$P(x) = \begin{cases} 0, & \text{для } x < a, \\ k/(L+1), & \text{для } a \leq x \leq b, \\ 1, & \text{для } x > b. \end{cases} \quad (2.14)$$

На рисунках 2.3, а и 2.3, б приведены графики плотности и функции распределения при $a = 1$ и $b = 6$.

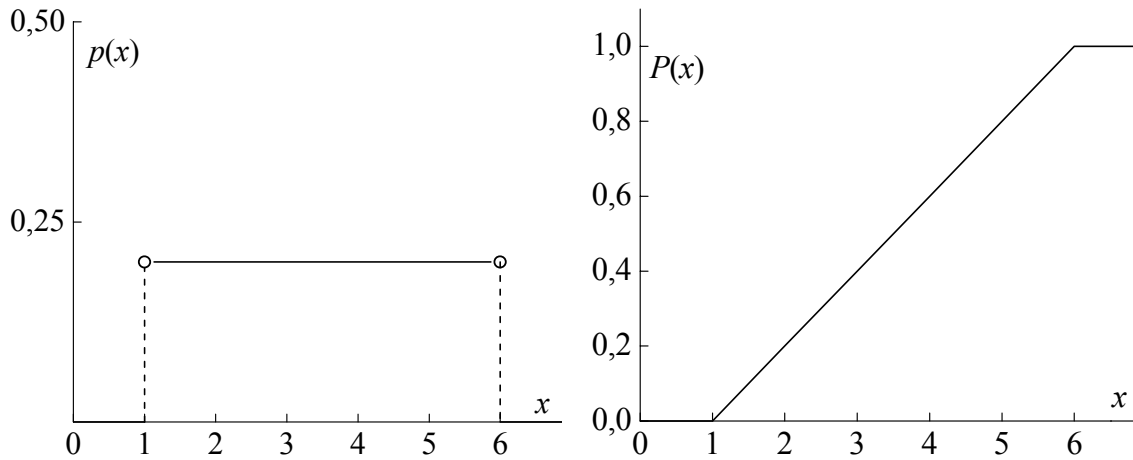


Рисунок 2.3 – Плотность (а) и функция равномерного распределения (б) на интервале $[1; 6]$

Квантильная функция равномерного распределения имеет вид

$$P^{-1}(y) = a + (b - a)y, 0 \leq y \leq 1. \quad (2.15)$$

Математическое ожидание непрерывной случайной величины составляет

$$\mu = \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot f(x) dx.$$

Дисперсию непрерывного признака качества вычисляют по формуле (2.5), а стандартное отклонение – по формуле (2.6).

Равномерное распределение характеризуется следующими численными характеристиками:

$$\mu = (a + b)/2,$$

$$\sigma^2 = (b - a)^2 / 12,$$

$$a_3 = 0.$$

Нормальное распределение является наиболее важным распределением в статистике и играет центральную роль в управлении качеством. Столь широкая область применения объясняется тем, что случайная переменная даже при самом общем подходе достаточно близко описывается этим распределением.

Случайная величина распределена нормально, если плотность распределения описывается выражением

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right),$$

причем $x \in \mathbf{R}$, $\mu \in \mathbf{R}$ и $\sigma^2 > 0$. Функция распределения имеет вид

$$P(x) = \int_{-\infty}^x p(t) dt.$$

Параметры μ и σ^2 имеют смысл математического ожидания и дисперсии распределения.

Так как нормальное распределение одномодально и симметрично, то медиана, мода и математическое ожидание совпадают:

$$x_M = x_{0,5} = \mu.$$

Плотность нормального распределения имеет две точки перегиба (рис. 2.4):

$$x_{w1,2} = \mu \pm \sigma,$$

а функция распределения только одну – $x_{w13} = \mu$. Так как плотность распределения симметрична относительно μ , то коэффициент асимметрии равен нулю – $a_3 = 0$.

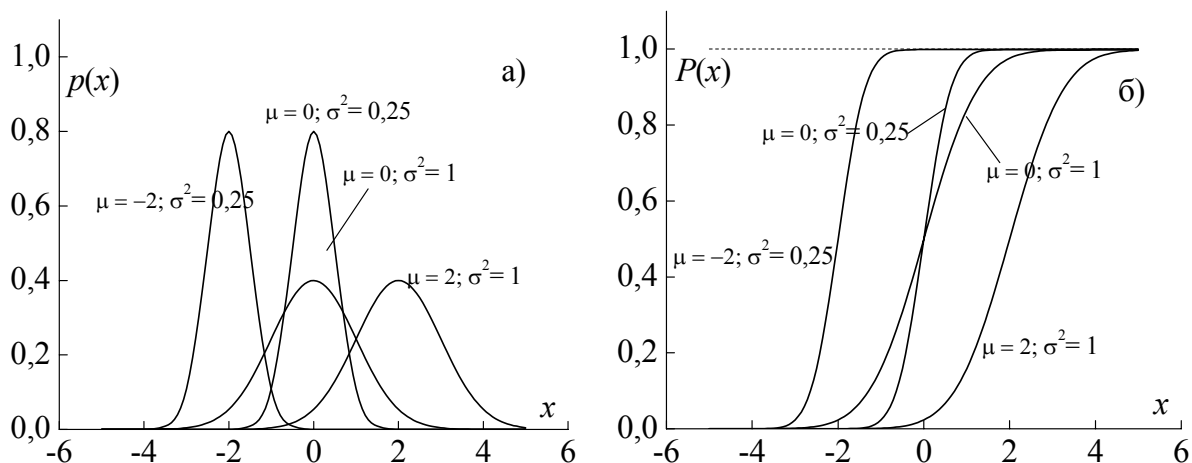


Рисунок 2.4 – Плотность (а) и функция нормального распределения (б) для четырех различных значений параметров

Порядок выполнения работы

- 1 Получить задание у преподавателя.
 - 2 Построить графики распределения и функции распределения.
- Определить характеристики заданного распределения.

Контрольные вопросы

- 1 Функция вероятности и функция распределения.
- 2 Статистические характеристики распределения случайной величины.
- 3 Дискретные распределения случайных величин.
- 4 Непрерывные распределения случайных величин.

3 Практическая работа 3

ПЛАНЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО ВЫБОРОЧНОГО КОНТРОЛЯ ПО АЛЬТЕРНАТИВНОМУ ПРИЗНАКУ

Общие сведения

Приемочный контроль – это контроль качества партии изделий, проводимый на основе выборок ограниченного объема. Контролю подлежат признаки качества изделия. В зависимости от способа восприятия признака качества различают приемочный контроль по качественному (альтернативному) признаку и измерительный контроль (контроль по количественному признаку).

При контроле по альтернативному признаку все изделия делятся на две категории: "годные" и "дефектные". В этом случае контролируемый признак распределен по закону Бернулли. Общее число дефектных изделий в простой выборке имеет гипергеометрическое (выборка без возвращения контролируемых изделий) или биномиальное (выборка с возвращением) распределение. При этом общее число дефектов в одном изделии может быть больше одного. Число дефектов часто распределяется по закону Пуассона.

Приемочный контроль может проводиться на различных стадиях производства:

- входной контроль сырья и полуфабрикатов;
- промежуточный контроль;
- выходной контроль (при выпуске изделий).

Алгоритм контроля партии изделий приведен на рисунке 3.1. Сортировка забракованной партии возможна лишь при неразрушающем контроле.

В плане выборочного контроля дается только объем выборки и условия приемки и браковки партии. Перед применением плана следует

определить способ взятия выборки и установить правила определения дефектных изделий.



Рисунок 3.1 – Возможные действия с изделиями контролируемой партии и дефектными изделиями

Для контроля нескольких партий изделий зачастую комбинируют несколько планов. Условия перехода от одного плана к другому определяются специальной инструкцией. В отечественной практике планы контроля по альтернативному признаку разрабатываются по ГОСТ 18242-72, который является аналогом Military Standard MIL-STD 105D (ISO 2859, DIN 40080).

Применение ГОСТ 18242-72 нуждается в некоторых пояснениях. Исходными параметрами являются объем партии N и приемлемый уровень

дефектности AQL. ГОСТ 18242-72 различает несколько уровней контроля. Для общих целей существуют уровни контроля I, II и III. Контрольный уровень II берется, если не задано никаких параметров. Крутизна оперативной характеристики увеличивается от уровня I до уровня III. Специальные уровни контроля S1-S4 имеют меньшую крутизну оперативной характеристики. Последние уровни применяются при работе с малыми объемами выборок или при разрушающем контроле.

Внутри каждого уровня контроля существуют еще три подуровня: нормальный, ужесточенный и облегченный контроль. В большинстве случаев начинают с нормального уровня контроля. Переход от одного подуровня к другому связан с результатами контроля. Таким образом, предыстория контроля оказывает влияние на достоверность контроля. Необходимый уровень контроля (кодированная буква) выбирается в зависимости от объема партии и заданного уровня контроля по таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Кодирование плана контроля по ГОСТ 18242-72

Объем партии	Код объема выборки при уровне контроля						
	специальном				общем		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2...8	A	A	A	A	A	A	B
9...15	A	A	A	A	A	B	C
16...25	A	A	B	B	B	C	D
26...50	A	B	B	C	C	D	E
51...90	B	B	C	C	C	E	F
91...150	B	B	C	D	D	F	G
151...280	B	C	D	E	E	G	H
281...500	B	C	D	E	F	H	J
501...1200	C	C	E	F	G	J	K
1201...3200	C	D	E	G	H	K	L
3201...10000	C	D	F	G	J	L	M
10001...35000	C	D	F	H	K	M	N
35001...150000	D	E	G	J	L	N	P
150001...500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 и выше	D	E	H	K	N	Q	R

На основе прагматических рассуждений необходимо выбрать одноступенчатый, двухступенчатый или семиступенчатый план. Объем выборки в этом случае определяется по кодовой букве по таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Кодовые буквы и соответствующие им объемы выборок согласно ГОСТ 18242-72

Кодовые буквы	Объем выборки		
	Одноступенчатый план	Двухступенчатый план	Семиступенчатый план
A	2	-	-
B	3	3	-
C	5	3	-
D	8	5	2
E	13	8	3
F	20	13	5
G	32	20	8
H	50	32	13
J	80	50	20
K	125	80	32
L	200	125	50
M	315	200	80
N	500	315	125
P	800	500	200
Q	1250	800	315
R	2000	1250	500

Остальные параметры плана зависят от выбранного подуровня контроля и желаемого значения AQL. AQL – это вероятность приемки партии, которая, согласно ГОСТ 18242-72, всегда лежит между 0,80 и 0,99. В качестве меры дефектности партии применяется процентная доля брака $100 \cdot q$ (при контроле по альтернативному признаку) или соответствующее 100 изделиям партии среднее число дефектов $100 \cdot \lambda$ (если в одном изделии может быть более одного дефекта). Предпочтительные значения AQL даны в таблице 3.3. Значения AQL, большие 10, должны рассматриваться как число дефектов на 100 изделий. Значение AQL, равное 0,4, по

терминологии стандарта, может быть долей брака, равной 0,4%, или средним числом дефектов, равным 0,4 на 100 изделий партии. Но значение 25 может быть интерпретировано только как 25 дефектов на 100 изделий партии.

*Таблица 3.3 – Предпочтительные значения AQL согласно
ГОСТ 18242-72*

0,01	0,015	0,025	0,04	0,065
0,1	0,15	0,25	0,4	0,65
1	1,5	2,5	4	6,5
10	15	25	40	65
100	150	250	400	650
1000				

Однако заданное значение AQL не может быть гарантией в случае контроля отдельных партий и имеет смысл только в случае контроля целой серии партий изделий.

Алгоритм поиска плана контроля согласно ГОСТ 18242-72 приведен на рисунке 3.2. Штриховая линия указывает на описанный в правилах переключения динамический элемент стандарта ГОСТ 18242-72. Система контроля по ГОСТ 18242-72 является системой с памятью: при любом плане контроля в зависимости от результатов предыдущих проверок возможно переключение от нормального подуровня контроля к облегченному или ужесточенному уровням контроля, рисунок 3.3. При отсутствии специальных указаний контроль партии начинается на нормальном подуровне. Облегченный контроль проводится по усмотрению поставщика и потребителя. При очень плохих результатах усиленный контроль прекращается.

Обычно применяется уровень контроля II. Разработанные для этого случая параметры одноступенчатого плана контроля приведены в таблицах 3.4...3.5.

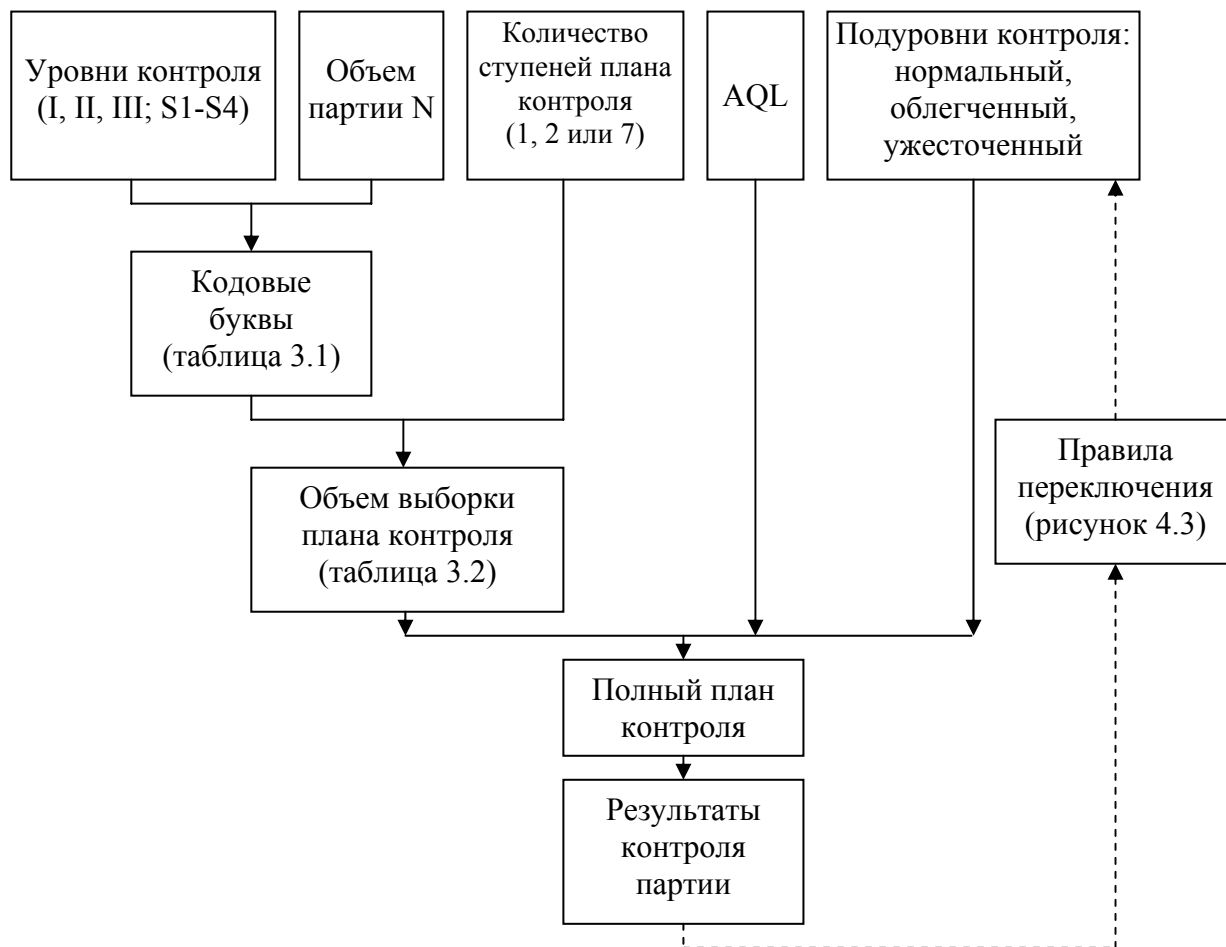


Рисунок 3.2 – Поиск плана согласно ГОСТ 18242-72

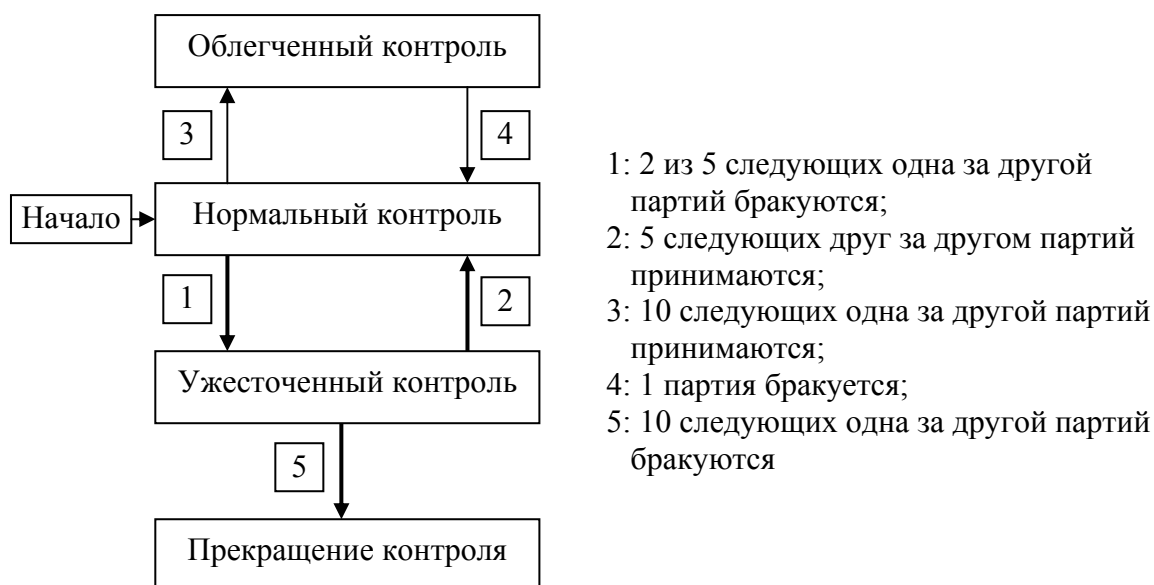


Рисунок 3.3 – Правила переключения подуровней контроля согласно ГОСТ 18242-72


*Таблица 3.4 – Параметры плана одноступенчатого контроля
при нормальном подуровне контроля*

Код объема выборки	Приемочный уровень дефектности <i>AQL</i>												
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25
A										0			1
B													
C													
D							0			1	2	3	5
E													
F													
G				0			1	2	3	5	7	10	14
H													
J													
K	0			1	2	3	5	7	10	14	21		
L			1	2	3	5	7	10	14	21			
M		1	2	3	5	7	10	14	21				
N	1	2	3	5	7	10	14	21					
P	2	3	5	7	10	14	21						
Q	3	5	7	10	14	21							
R	5	7	10	14	21								

*Таблица 3.5 – Параметры плана одноступенчатого контроля
при усиленном подуровне контроля*

Код объема выборки	Приемочный уровень дефектности <i>AQL</i>												
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25
A													
B													
C													
D													
E													
F													
G													
H													
J													
K													
L													
M													
N													
P													
Q													
R													

Примечание. Условные обозначения:

 -применяют первый план под стрелкой; если объем выборки равен или больше объема партии, применяют 100 %-ный контроль;

 -применяют первый план над стрелкой.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить теоретический материал и ГОСТ 18242-72.
- 2 Получить задание у преподавателя.
- 3 Определить параметры одноступенчатого плана при нормальном и усиленном подуровнях контроля.

Контрольные вопросы

- 1 Статистический контроль качества продукции по альтернативному признаку.
- 2 ГОСТ 18242-72.
- 3 Алгоритм поиска плана контроля по ГОСТ 18242-72.
- 4 Одноступенчатые планы контроля по альтернативному признаку.
- 5 Двуступенчатые планы контроля по альтернативному признаку.
- 6 Многоступенчатые планы контроля по альтернативному признаку.

4 Практическая работа 4

КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ШУХАРТА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПО КАЧЕСТВЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

Общие сведения

При хорошо спланированном и правильно осуществляемом процессе изменения признака качества незначительны. Такой процесс называют

невозмущенным и статистически подконтрольным. В ходе производственного процесса значения признака качества могут превысить допустимые границы, если сильно изменятся контролируемые факторы. Такой процесс является возмущенным и статистически неподконтрольным. Для постоянного контроля производственного процесса часто используются контрольные карты Шухарта.

Контрольная карта является графическим отображением результатов выборочного контроля (рис. 4.1).

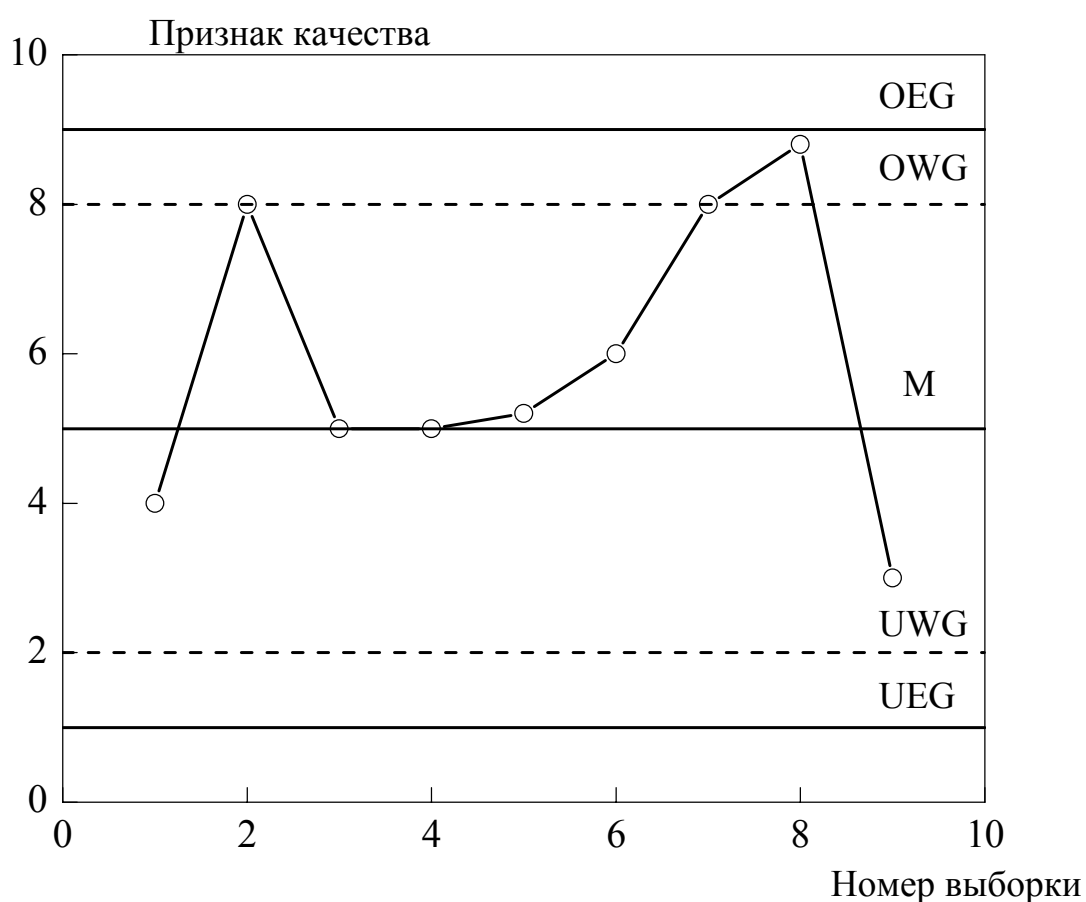


Рисунок 4.1 – Контрольная карта Шухарта с двусторонними контрольными и предупредительными интервалами

Моменты взятия выборок на контроль или их текущие номера наносятся на ось абсцисс, а полученные значения контролируемого признака качества – на ось ординат. На карту также наносятся: средняя

линия (M), одна или две контрольные границы – верхняя (OEG) и нижняя граница (UEG). По количеству границ различают односторонние карты и карты с двухсторонними границами. Контрольные границы определяются и наносятся на карту еще до проведения контроля. С их помощью определяют, является ли процесс статистически подконтрольным или имеют место какие-то возмущения. Помимо контрольных границ на карту также наносятся предупредительные границы. Верхняя (OWG) и нижняя (UWG) предупредительные границы лежат ближе друг к другу и к средней линии, чем нижняя и верхняя контрольные границы (см. рис. 4.1).

При применении контрольных карт возможны три ситуации:

1 Результат контроля лежит внутри предупредительных границ. В этом случае процесс статистически подконтролен и никаких корректирующих действий не требуется.

2 Результат контроля лежит на или за пределами контрольных границ. В этом случае процесс статистически неподконтролен. Необходимо вмешательство в процесс с целью его корректировки. Корректирующие действия зависят от производственного процесса и информации о нем, а также от вида возмущения производственного процесса.

3 Результат контроля лежит между предупредительной и контрольными границами. В этом случае возможно наличие возмущения. Берется дополнительная контрольная выборка. Если ее результат лежит внутри предупредительных границ, то данное предположение отклоняется. В противном случае предполагается наличие возмущения производственного процесса, и необходимо вмешательство в производственный процесс.

Процесс построения контрольных карт включает в себя:

1 Выбор подходящего объема выборки и промежутка времени между моментами взятия выборок. Объем выборки и частоту контроля часто определяют опытным путем.

2 Определение контрольных и предупредительных (если необходимо) границ.

3 Ведение контрольной карты на месте.

В зависимости от того, учитываются ли при расчете контрольных границ границы полей допусков на показатели качества, различают традиционные и модифицированные контрольные карты Шухарта. По количеству контролируемых выборочных характеристик различают одинарные, двойные и многомерные контрольные карты. По способу восприятия признака качества различают два вида контрольных карт: для контроля по качественному признаку и для контроля по количественному признаку. В зависимости от того, используются ли результаты только текущего выборочного контроля, или результаты предшествующих выборок, различают контрольные карты без памяти и с памятью.

По типу используемой выборочной характеристики карты обозначают одной (одинарные карты) или двумя (двойные карты) буквами, соответствующими используемой выборочной характеристике (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Выборочные характеристики и их условное обозначение

Выборочная характеристика	Условное обозначение	Тип карты
Накопленное в выборке число дефектов или число дефектных изделий	x	x -карта
Доля дефектных изделий в выборке	p	p -карта
Число дефектов в пересчете на определенное число изделий	u	u -карты
Выборочное среднее	\bar{x}	\bar{x} -карта
Выборочная медиана	\tilde{x}	\tilde{x} -карта
Разброс выборки	r	r -карта
Выборочное стандартное отклонение	s	s -карта

Для контроля по качественному признаку используются x -, p - и u -карты. \bar{x} - и \tilde{x} -карты используются для контроля по количественному признаку при настройке процесса производства, r - и s -карты используются для контроля по количественному признаку при определении характеристик рассеивания технологического процесса.

Рассмотрим процесс построения контрольной карты Шухарта для числа дефектов в выборке. Предположим, что распределение числа дефектов на единицу продукции описывается распределением Пуассона (2.7). Тогда, если число дефектов, обнаруженных в i -й единице продукции, обозначено как X_i , а накопленное число всех дефектов в m единицах как X_m^{*T} , то оценку интенсивности возникновения дефектов можно вычислить по выражению

$$\hat{\lambda}_0 = \frac{1}{m} X_m^{*T}. \quad (4.1)$$

Формула (4.1) дает несмещенную оценку λ_0 с минимальной дисперсией. Построим одностороннюю x -карту, если известны λ_0 , объем выборки n (средняя линия $M = n \lambda_0$), а контрольной величиной является накопленное число дефектов X_m^{*T} . Такая карта будет иметь верхнюю контрольную и предупредительную границы, которые имеют целочисленные значения.

Вероятность достижения процессом верхней контрольной границы, то есть что $X_m^{*T} \geq \text{OEG}$ и $\lambda_t = \lambda_0$, задается величиной a (обычно $a = 0,01$). Для определения положения верхней контрольной границы ищется наибольшее целое число OEG, удовлетворяющее неравенствам

$$p(\text{OEG}, \lambda_t) \leq a < p(\text{OEG} - 1, \lambda_t). \quad (4.2)$$

Вместо этого выражения можно записать

$$1 - P(\text{OEG} - 1, n\lambda_0) \leq a < 1 - P(\text{OEG} - 2, n\lambda_0), \quad (4.3)$$

что эквивалентно

$$P(\text{OEG} - 2, n\lambda_0) < 1 - a \leq P(\text{OEG} - 1, n\lambda_0). \quad (4.4)$$

При определении контрольной границы можно использовать формулу (2.8) или таблицу 4.2. В случае $n\lambda_0 \geq 9$ распределение Пуассона можно аппроксимировать нормальным распределением (с коррекцией на непрерывность), тогда

$$\text{OEG} \approx n\lambda_0 + x_{1-a} \sqrt{n\lambda_0} + 0,5, \quad (4.5)$$

где x_{1-a} – квантиль нормированного нормального распределения (табл. 4.3). Для расчета предупредительной границы OWG по выражениям (4.4) или (4.5) в них необходимо подставить $a = 0,05$.

Пример. В литейном цехе при контроле отливок в течение 30 дней были зафиксированы следующие частоты появления дефектов (табл. 4.4). Построить контрольную x-карту с верхней предупредительной границей ($a = 0,05$) и верхней контрольной границей ($a = 0,01$) при объеме выборок $n = 1$.

Согласно выражению (4.1) получаем

$$\hat{\lambda}_0 = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} x_i = \frac{150}{30} = 5.$$

Таблица 4.2 – Функция распределения Пуассона $P(k, \lambda)$ для целочисленных аргументов k

[illegible]

Таблица 4.3 – Квантили нормального распределения

<i>A</i>	,00	,01	,02	,03	,04	,05	,06	,07	,08	,09
0,8	0,841	0,878	0,915	0,954	0,994	1,036	1,080	1,126	1,175	1,227
0,9	1,282	1,341	1,405	1,476	1,555	1,645	1,751	1,881	2,054	2,326
<i>a</i>	,000	,001	,002	,003	,004	,005	,006	,007	,008	,009
0,97	1,881	1,896	1,911	1,927	1,943	1,960	1,977	1,995	2,014	2,034
0,98	2,054	2,075	2,097	2,120	2,144	2,170	2,197	2,226	2,257	2,290
0,99	2,326	2,366	2,409	2,457	2,512	2,576	2,652	2,748	2,878	3,090

Таблица 4.4 – Данные контроля отливок

День	Число дефектов на отливку					
1...6	4	2	4	4	6	7
7...12	1	7	6	7	10	8
13...18	7	2	7	2	5	7
19...24	1	5	6	6	3	3
25...30	1	3	8	7	3	8

Для верхней контрольной границы согласно выражению (4.4) имеем

$$P(\text{OEG} - 2, 5) < 0,99 \leq P(\text{OEG} - 1, 5).$$

Это неравенство выполняется при $\text{OEG} = 12$. Для верхней предупредительной границы имеем неравенство

$$P(\text{OWG} - 2, 5) < 0,95 \leq P(\text{OWG} - 1, 5),$$

которое выполняется при $\text{OWG} = 10$. На рисунке 4.2 показана спроектированная нами контрольная карта.

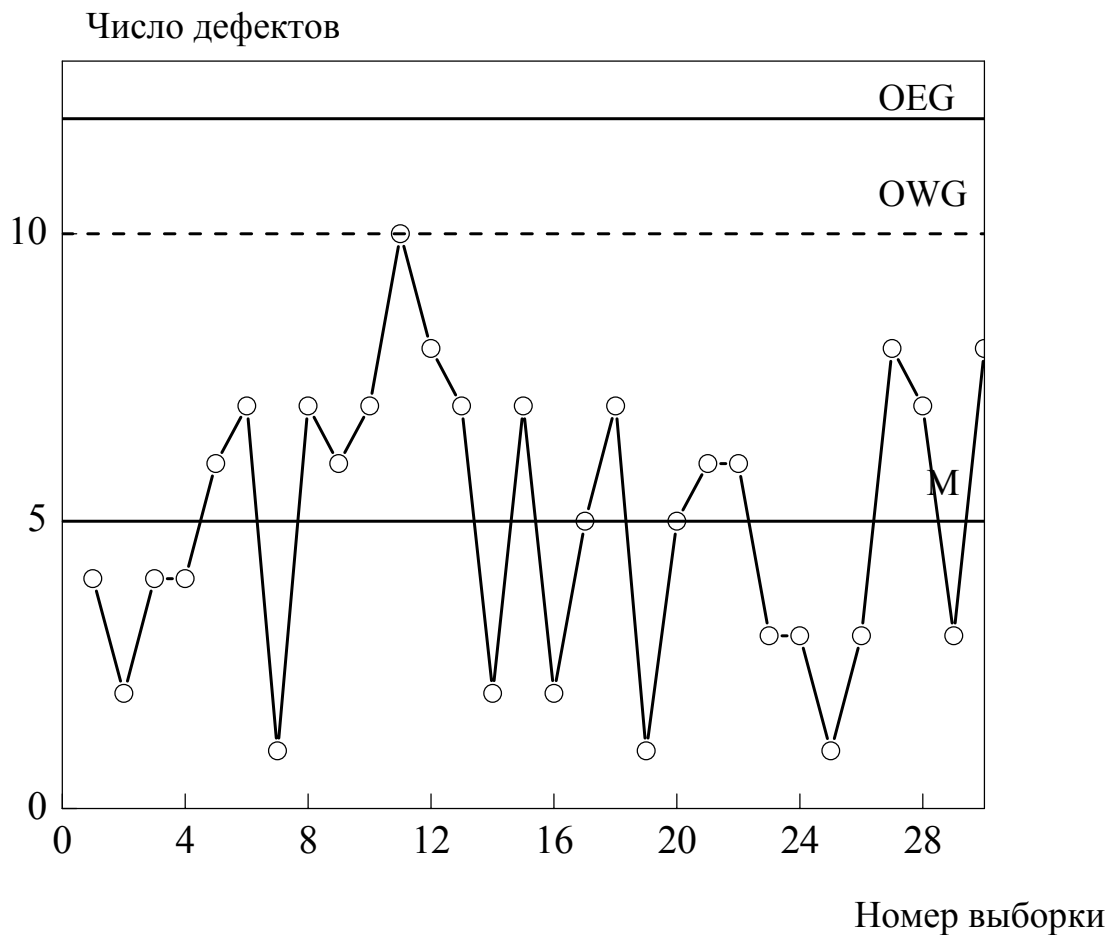


Рисунок 4.2 – Односторонняя контрольная x-карта для числа дефектов на единицу продукции

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретический материал.
2. Получить задание у преподавателя.
3. Определить параметры односторонней x-карты. Построить карту.

Контрольные вопросы

1. С какой целью применяются контрольные карты Шухарта?
2. Классификация контрольных карт Шухарта.
3. Методика построения односторонних контрольных карт Шухарта.
4. Методика построения двусторонних контрольных карт Шухарта.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов / Под ред. О.П. Глудкина. – М. : Горячая линия – Телеком, 2001. – 600 с.
- 2 **ГОСТ 18242-72.** Качество продукции. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Одноступенчатые и двухступенчатые корректируемые планы контроля. – М.: Изд-во стандартов, 1972. – 36 с.
- 3 **Коуден, Д.** Статистические методы контроля качества / Д. Коуден. – М. : Физматгиз, 1961. – 468 с.
- 4 Литейные дефекты и способы их устранения / А.В. Лакедемонский, Ф.С. Кваша, Я.И. Медведев и др. – М. : Машиностроение, 1972. – 152 с.
- 5 **Мазур, И.И.** Управление качеством: Учеб. пособие / И.И. Мазур. – М. : Высшая школа, 2003. – 334 с.
- 6 **Миттаг, Х.-Й.** Статистические методы обеспечения качества / Х.-Й.Миттаг, Х.Ринне. – М. : Машиностроение, 1995. – 616 с.
- 7 Основы управления качеством: Учеб. пособие / Под ред. С.К. Фомичева. – К. : МАУП, 2000. – 196 с.
- 8 Управление качеством: Учебник для вузов / Под ред. С.Д. Ильенковой. – М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 199 с.