

# **КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ**

**ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О  
СТАТИСТИЧЕСКОМ  
КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА**

# При статистическом приемочном контроле

по результатам *контроля выборки* принимается решение о судьбе всей партии продукции: *принять* или *отклонить* её.

(в отличие от статистических методов регулирования *технологических процессов*, где по результатам контроля выборки принимается решение о состоянии процесса: *налажен* или *разлажен*).

# (Напоминание КК). Построив контрольные карты,

- приступают к **СТАТИСТИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ** ТП:
- - налаживают основное и вспомогательное оборудование;
- - убеждаются, что идет годная продукция;
- - через установленное время (1 час) — отбирают для контроля выборку  $n$  (5 деталей);
- - измеряют контролируемый параметр;
- - определяют  $X$  и  $R$ ;
- - сравнивают, отмечая на КК,
- — если:
  - - точки *не выходят* за пределы регулирования, процесс продолжается;
  - - точки *выходят* — осуществляют управляющее воздействие (полнапалку и т. п.) [см. лекция КК 1]

При статистических методах выборочного контроля единицы продукции нужно:

- *сначала объединить изделия в партию;*
- *затем из этой партии отобрать выборку необходимого объема.*
- Контроль проводится по каждой партии отдельно.
- (При регулировании технологического процесса отбор единиц продукции в выборку осуществляется через *заранее установленные промежутки времени* или - *определённое количество единиц продукции*).

# Статистические методы контроля качества (СМКК):

- ■ статистический приемочный контроль по альтернативному признаку;
- ■ выборочный приемочный контроль по варьирующим характеристикам качества;
- ■ стандарты статистического приемочного контроля;
- ■ системы экономических планов;
- ■ планы непрерывного выборочного контроля.

# Статистический приемочный контроль

- Примером *статистического контроля качества* является *статистический приемочный контроль* — о качестве контролируемой партии продукции судят по значениям характеристик малой выборки этой партии.
- Различают приемочный контроль по признакам:
  - - качественному;
  - - количественному.

# Правила

осуществления статистического приемочного контроля по альтернативному и количественному признакам, а также таблицы планов контроля для разных условий содержатся в:

- - ГОСТ Р (18242-72, 20736-75, 16493-70);
- - МС ИСО 2859;
- - многих национальных стандартах.

# Альтернативный контроль

- При контроле *по качественному признаку* каждую проверяемую единицу продукции относят к определенной группе:
  - - годная;
  - - дефектная.
- Последующие решения принимаются в зависимости от *соотношения количества изделий*, оказавшихся в этих группах.
- Такой контроль называется **альтернативным**.



# При контроле *по* *количественному признаку*

определяют значения одного или  
нескольких

параметров единицы продукции.

- Последующие решения принимаются в зависимости от значений этих параметров (среднее арифметическое параметра, среднеквадратическое отклонение ...).

# Выборочный контроль

осуществляется по плану, в основу которого

заложены:

- - экономические соображения;
- - статистические методы, обуславливающие:
  - объем выборки;
  - критерии оценок.

# Особенность выборочного

## КОНТРОЛЯ

заключается в колебании выборочных оценок — в любой выборке (одинакового размера) из *одной и той же партии* может находиться *разное* количество дефектных изделий.

- Очевидно, что по результатам контроля одной выборки можно *принять* партию продукции, а по результатам контроля другой выборки — ту же партию следует *забраковать*.

# ***Риск производителя $\alpha$*** —

вероятность ошибки, при которой годную партию изделий могут в результате колебаний выборочной оценки признать не соответствующей техническим требованиям.

- Планы выборочного приемочного контроля проектируют так, чтобы вероятность отбраковки годной продукции была мала (риск поставщика составлял не более 5%):

- $\alpha = 0,05.$

# Риск потребителя $\beta$ —

— вероятность ошибки, при которой негодную партию изделий в результате колебаний выборочной оценки ошибочно признать годной.

Обычно принимают риск потребителя:

$$\beta = 0,10.$$

- Так учитывают интересы потребителя (заказчика), чтобы *вероятность приемки продукции низкого качества была мала.*

# Вероятные издержки

- Вдвое меньший риск поставщика по сравнению с риском потребителя объясняется возможными экономическими потерями при возникновении в процессе приемочного контроля таких ситуаций.

- При величинах рисков:

$$\alpha = 0,05; \beta = 0,10$$

вероятные издержки поставщика и потребителя примерно одинаковы.

# УРОВНИ ДЕФЕКТНОСТИ

- Рассмотрим статистический приемочный контроль, когда из партии продукции извлекается выборка, по которой принимается одно из двух решений:
  - принять партию, если число дефектных единиц продукции в выборке меньше или равно приемочному числу;
  - подвергнуть партию сплошному контролю, если число дефектных единиц продукции в выборке больше приемочного числа.

Уровень дефектности  
в партии или потоке продукции,  
поступающей на контроль за  
определенный интервал времени  $\tau$ ,  
называется **входным уровнем  
дефектности**.

Этот уровень обусловлен  
техническими возможностями  
производства (ТП).



# Средним входным уровнем дефектности

называется *математическое ожидание* входного уровня дефектности в нескольких партиях или потоке продукции, поступающей за определенный интервал времени  $\tau$ .

# ***Выходным уровнем дефектности***

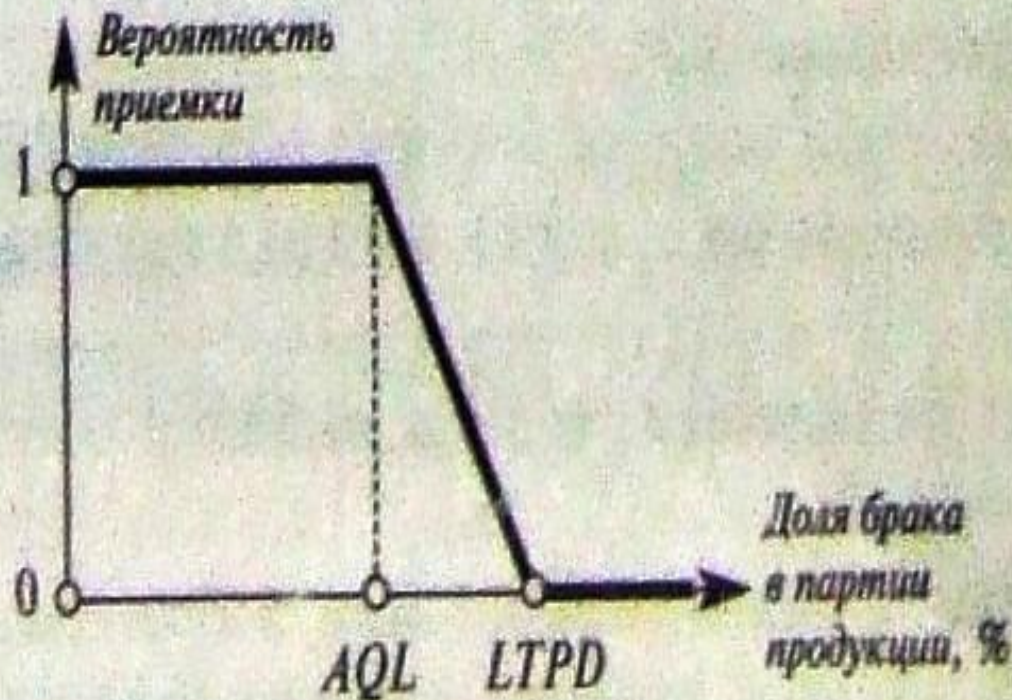
называется уровень дефектности в принятой партии или потоке продукции, поступающей за определенный интервал времени  $\tau$ .

# Средним *выходным* уровнем дефектности (*Average Outgoing Quality* — *AOQ*)

называется математическое ожидание *выходного уровня дефектности* в принятых и забракованных партиях (в которых после сплошного контроля обнаруженные дефектные изделия *заменены годными*).

**LTPD** – допустимый процент бракованных изделий в партии. Если процент бракованных изделий в партии не превышает **AQL**, то партию принимают

**LTPD** (англ. lot tolerance percent defective) – это максимальная доля бракованных изделий, которую заказчик может допустить в принятой партии продукции. Если процент бракованных изделий в партии



# Входной контроль

нивелирует и низкий<sup>1)</sup>, и высокий<sup>2)</sup> входной уровень дефектности.

Существует *максимальное* для каждого плана контроля значение среднего выходного уровня дефектности, которое называется **пределом среднего выходного уровня дефектности** (*Average Outgoing Quality Limit — AOQL*).

# 1) примечание

- Предположим, что средний входной уровень дефектности *невелик* и большинство партий продукции *принимается*. Оставшееся небольшое число партий с входным уровнем дефектности, превышающим определенную величину, подвергается сплошному контролю с заменой дефектных изделий:
- - потребитель *получает продукцию с малой дефектностью*;
- - затраты поставщика на контроль *небольшие*.

## 2) примечание

- Предположим, что средний входной уровень дефектности *велик*. Большинство партий подвергается сплошному контролю с заменой дефектной продукции, а небольшая часть партий принимается сразу после выборочного контроля.
- Потребитель и в этом случае получит продукцию с *небольшим выходным уровнем дефектности*, но при *больших затратах поставщика* на контроль.

# Планы статистического приемочного контроля

обоснованы критериями:

- ■ средний входной уровень дефектности с определенной вероятностью не должен быть выше заданного значения;
- ■ *средний выходной уровень дефектности AOQ* с определенной вероятностью не должен быть выше заданного значения;
- ■ *предел среднего выходного уровня дефектности AOQL* не должен быть выше заданного значения.



# В ГОСТах (см. № в [...])

приведены коэффициенты, которые могут служить точной оценкой значения  $AOQL$  для выбранного плана контроля при умножении их на  $(1 - n : N)$ .

- Если  $n$  (выборка) мала по сравнению с объемом партии  $N$ , то выражение в скобках незначительно отличается от единицы, и тогда сами коэффициенты являются достаточно точной оценкой  $AOQL$ .

# Пример (нч)

- Известно:
- Продукция поступает на контроль **партиями** по **1000** ед.
- Для контроля выбран **одноступенчатый, нормальный план** с приемочным уровнем дефектности  **$AQL = 4\%$** , уровнем контроля — **II**.
- Требуется определить предел среднего выходного уровня дефектности **AOQL**.
- Решение: По *таблице 1 ГОСТ 18242—72\**) находим код объема выборки — **J** [см. ГОСТ 18242-72].

\*) Выдержки из ГОСТ 18242-72:

Таблица 1

Код объема выборки при уровне контроля:

Объем партии	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
<b>501 - 1200</b>	C	C	E	F	G	<b>J</b>	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

# Пример (пр)

- Из «Продолжения таблицы 31» в ГОСТ 18242-72 по коду объема выборки **J** и **AQL = 4%** находим:
- $n = 80$ ; **AOQL - 5,6%**.
- Это значение является достаточно точной оценкой **AOQL**, так как объем выборки составляет  $80 : 1000 = 0,08$ , т.е. 8% от объема партии.



# Пример (ок)

- Точное значение  $AOQL$  определяется по формуле:
- $AOQL \times (1 - n : N) = 5,6 \times (1 - 0,08) = 5,15\%$ .
- Выбранный план контроля (при  $5,15 < 5,6$ ) с  $AQL = 4\%$  гарантирует, что в принятых партиях продукции будет **в среднем не больше 5,15%** дефектной продукции.
- В ГОСТ 18242—72 «СПРАВОЧНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ 1» ПРИВЕДЕНЫ «ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАНОВ КОНТРОЛЯ».

## \*.) Выдержки из ГОСТ 18242-72:

- **1.1. Принципы выбора плана контроля.**
- 1.1.1. Для разработки правил контроля должны быть установлены:
  - контролируемые свойства продукции;
  - виды дефектов;
  - **приемочный уровень дефектности ( AQL )** для отдельных свойств или для групп свойств и способ его определения;
  - **уровень контроля;**
  - тип плана контроля;
  - **объем партии;**
  - **план контроля** по соответствующей таблице планов.

# \*.) Выдержки из ГОСТ 18242-72:

- **1.2. Виды дефектов и дефектные изделия.**
- 1.2.1. Различают три вида дефектов: критические, значительные и малозначительные ( ГОСТ 15467-79).
- 1.2.2. В соответствии с видами дефектов различают три вида дефектных изделий:
- изделие с критическим дефектом - изделие, имеющее хотя бы один критический дефект;
- изделие со значительным дефектом - изделие, имеющее один или несколько значительных дефектов, но не имеющее критических дефектов;
- изделие с малозначительным дефектом - изделие, имеющее один или несколько дефектов малозначительных по отдельности и в совокупности, но не имеющее значительных и критических дефектов.



## \*.) Выдержки из ГОСТ 18242-72:

### • 1.3. Приемочный уровень дефектности *AQL*

- 1.3.1. Уровень дефектности в настоящем стандарте может быть выражен процентом дефектных единиц или числом дефектов на 100 единиц продукции:

$$\frac{\text{Число дефектных единиц}}{\text{Число проверяемых единиц}} \times 100$$

$$\frac{\text{Число дефектов}}{\text{Число проверяемых единиц}} \times 100$$

- 1.3.2. При известном значении *AQL* для параметра или группы параметров большинство проверяемых партий на основе избранного плана выборочного контроля будет принято, если средняя доля дефектности этих партий будет не больше, чем *AQL*.
- *AQL* не определяет уровень дефектности в отдельных партиях и поэтому не гарантирует выполнение требования потребителя в каждой отдельной партии, но гарантирует их выполнение в среднем для последовательности партий.
- 1.3.3. Чтобы определить риск потребителя при отдельных приемках на основании определенного плана выборочного контроля следует использовать оперативную характеристику плана или в обоснованных случаях следует

# \*.) Выдержки из ГОСТ 18242-72:

- **1.4. Уровень контроля.**
- 1.4.1. Принято семь уровней контроля ( табл. 1 ):
- I, II, III - общие ;
- S-1; S-2; S-3; S-4 – специальные.

\*) Таблица 31.

### Одноступенчатые планы (нормальный контроль)

Код объ- ема выб- орки	Объ- ем выб- орки	Коэффициент <i>AOQL</i> при приемочном уровне дефектности <i>AQL</i>													
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	<b>0,40</b>	0,65	1,0	1,5	2,5	
A	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,4	
D	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,6	-	
E	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	
F	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	4,2	
G	32	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	2,6	4,3	
H	50	-	-	-	-	-	-	-	0,74	-	-	1,7	2,7	3,9	
J	<b>80</b>	-	-	-	-	-	-	0,46	-	- (X)	1,1	1,7	2,4	4,0	
K	125	-	-	-	-	-	0,29	-	-	0,67	1,1	1,6	2,5	3,6	
L	200	-	-	-	-	0,18	-	-	0,42	0,69	0,97	1,6	2,2	3,3	
M	315	-	-	-	0,12	-	-	0,27	0,44	0,62	1,00	1,4	2,1	3,0	
N	500	-	-	0,074	-	-	0,17	0,27	0,39	0,63	0,90	1,3	1,9	2,9	
P	800	-	0,046	-	-	0,11	0,17	0,24	0,40	0,56	0,82	1,2	1,8	-	
Q	1250	0,029	-	-	0,067	0,11	0,16	0,25	0,36	0,52	0,75	1,2	-	-	
R	2000	-	-	0,042	0,069	0,097	0,16	0,22	0,33	0,47	0,75	-	-	-	



# Обоснование планов

КОНТРОЛЯ,

элементами которых являются объем выборки и приемочное число, связано с понятиями:

- приемочный уровень дефектности;
- браковочный уровень дефектности.

# Приемочным уровнем дефектности (AQL)

называется максимальный уровень дефектности (для одиночных партий) или средний уровень дефектности (для последовательности партий), который для целей приемки продукции рассматривается как удовлетворительный.

- Приемочному уровню дефектности для данного плана контроля соответствует высокая вероятность приемки.

# Браковочным уровнем дефектности ( $LQ$ )

называется минимальный уровень дефектности в одиночной партии, который для целей приемки продукции рассматривается как неудовлетворительный.

Браковочному уровню дефектности для данного плана соответствует высокая вероятность забраковки партии.

# В ГОСТ 18242—72

приведены таблицы, позволяющие определить риск потребителя  $\beta$  браковочный уровень  $LQ$ , приемочный уровень  $AQL$  и объем выборки  $n$ .

В стандарте ГОСТ 18242—72 риск потребителя  $\beta$  принимается в размере 5 или 10%.



# **ПЛАНЫ И ОПЕРАТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНОВ ВЫБОРОЧНОГО КОНТРОЛЯ**

# Генеральная доля дефектных изделий

— основная характеристика партии изделий при контроле по альтернативному признаку  $q$ :

$$q = M:N, \quad (6.1)$$

где  $M$  — число дефектных изделий в партии объемом  $N$ .

# Обычно

- в практике статистического контроля генеральная доля  $q$  неизвестна и ее следует оценивать по результатам контроля ряда случайных выборок объема  $n$  изделий, из которых  $m$  — дефектные.

# План статистического контроля

—

— это система правил, указывающих:

- - методы отбора изделий для проверки;
- - условия, при которых партию следует:
  - - принять,
  - - забраковать,
  - - продолжить контроль.

# Различают следующие виды планов статистического контроля партии продукции по альтернативному признаку:

- - одноступенчатые,
- - двухступенчатые,
- - многоступенчатые,
- - последовательные.

# Одноступенчатые планы

- Если среди  $n$  случайно отобранных изделий число:
  - - дефектных  $m$  окажется не больше приемочного числа  $c$  ( $m \leq c$ ), то партия принимается;
  - - в противном случае партия признаётся несоответствующей требованиям.

# Двухступенчатые планы (нч)

- Если среди  $n_1$  случайно отобранных изделий число дефектных  $m_1$  окажется не больше приемочного числа  $c_1$  ( $m_1 \leq c_1$ ), то партия принимается;
- если  $m_1 \geq d_1$ , где  $d_1$  — браковочное число, то партия бракуется.
-

# Двухступенчатые планы (ок)

- Если же  $c_1 < m_1 < d_1$ , то принимается решение о взятии второй выборки объемом  $n_2$  и считают, что
- - если суммарное число дефектных изделий в двух выборках  $(m_1 + m_2) \leq c_2$ , то партия принимается;
- - в противном случае партия бракуется по данным двух выборок.



# Многоступенчатые планы (НЧ)

— логическое продолжение двухступенчатых планов.

- Первоначально берется выборка объемом  $n_1$ , и определяется число дефектных изделий  $m_1$  :
  - - если  $m_1 \leq c_1$ , то партия принимается;
  - - если  $m_1 \geq d_1$  ( $d_1 > c_1 + 1$ ), то партия бракуется;
  - - если  $c_1 < m_1 < d_1$ , то принимается решение о взятии второй выборки объемом  $n_2$ .

# Многоступенчатые планы (пр)

- Допустим среди  $n_1 + n_2$  изделий имеется  $m_2$  дефектных:
- - если  $m_2 \leq c_2$ , где  $c_2$  — второе приемочное число, то партия принимается;
- - если  $m_2 \geq d_2$  ( $d_2 > c_2 + 1$ ), то партия бракуется;
- - если  $c_2 < m_2 < d_2$  принимается решение о взятии третьей выборки.

# Многоступенчатые планы (OK)

- Далее контроль проводится по аналогичной схеме, за исключением последнего  $k$ -го шага, при котором:
  - - если  $m_k \leq c_k$ , то партия принимается;
  - - если  $m_k > c_k$ , то партия бракуется.
- При этом принимается, что объем выборок одинаков.

# Достоинства и недостатки

- *Одноступенчатые* планы наиболее просты при организации контроля на производстве.
- *Двухступенчатые, многоступенчатые и последовательные* планы обеспечивают при том же объеме выборки большую точность принимаемых решений, но они более сложны в организации контроля и требуют значительных вычислений.

# Задача

*статистического выборочного*  
*контроля сводится к **статистической***  
***проверке гипотезы** о том, что доля*  
дефектных изделий  $q$  в партии равна  
допустимой величине  $q_0$ .

# Задача

*правильного выбора плана статистического контроля* Состоит в том, чтобы сделать максимально маловероятными ошибки:

- первого рода (риск поставщика  $\alpha$ );
- второго рода (риск потребителя  $\beta$ ).

# Оперативной характеристикой

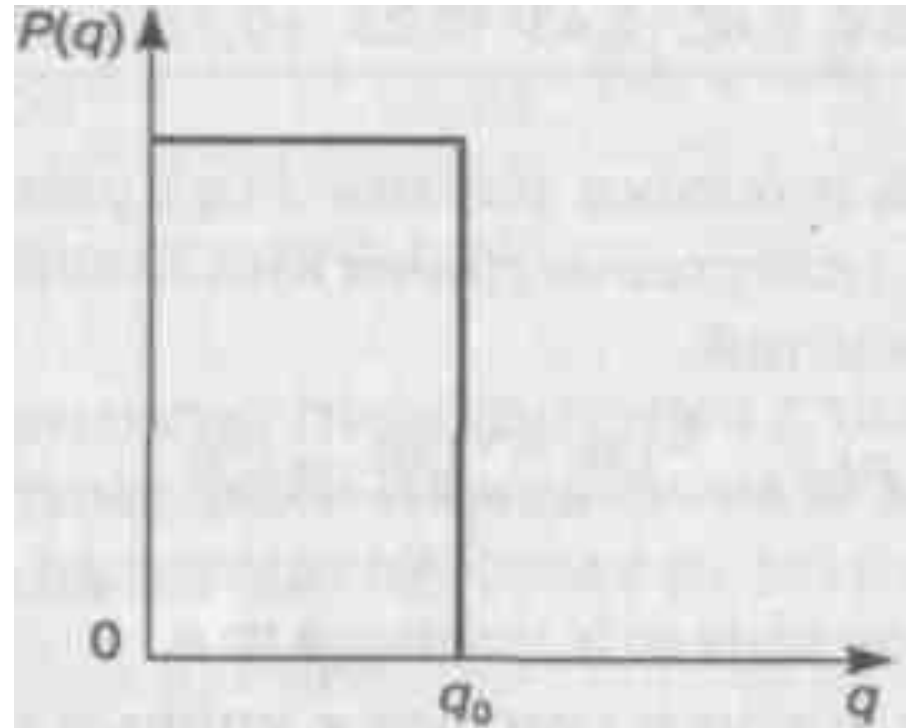
плана контроля называется функция  $P(q)$ , равная вероятности принять партию продукции с долей дефектных изделий  $q$ .

- Для каждого плана будет индивидуальная оперативная характеристика.
- *Оперативная характеристика* является основным вероятностным показателем плана статистического контроля.

# При сплошном контроле

продукции,  
когда дефект не может быть пропущен,  
оперативная характеристика будет  
**идеальной**, соответствует функции  $P(q)$  и  
эскизу:

$$P(q) = \begin{cases} 1 & \text{при } q_0 \geq q \geq 0 \\ 0 & \text{при } 1 \geq q > q_0 \end{cases}$$





Для планов выборочного контроля оперативная характеристика имеет вид плавной кривой:  $\alpha$  — риск поставщика;  $\beta$  — риск заказчика;  $c$  — приемочное число



# Пример (нч)

- Дано:
- - объем партии  $N = 1200$ ;
- - объем выборки  $n = 100$ ;
- - приемочное число  $c = 3$ .
- Требуется. Построить оперативную характеристику плана приемочного контроля  $P(q)$  для разных долей дефектных изделий  $q$  (табл.\*6.1) .

Пример (пр)  
Доля дефектных изделий  
(табл.\*6.1)

$q, \%$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P(q)$	1,0	0,98	0,86	0,65	0,43	0,25	0,15	0,08	0,04	0,02	0,01

## Пример (пр)

Вероятность приемки партии  $P(q)$

рассчитаем по формуле (\*6.3),  
используя гипергеометрический закон  
распределения числа дефектных  
изделий

$$P(q) = \frac{C_{1200} \times C_{1200-q \times 1200}}{C_N},$$

(\*6.3),

- где  $C_N$  — число сочетаний из  $N$  элементов по  $n$ .

# Пример (пр)

- Для разных планов контроля кривые функции  $P(q)$  будут иметь различный вид.
- В табл. \*6.2 приведены вероятности принятия партии  $P(q)$ , варьируя значениями параметров  $(n, c, q)$ , а на рис. \*6.3 показаны оперативные характеристики  $P(q)$  нескольких планов.

# Вероятность приемки партии $P(q)$ . Таблица \*6.2

План ( $n, c$ )	Уровень дефектности, $q$			
	0,05	0,1	0,3	0,5
(5,0)	0,77	0,59	0,17	0,03
(5,1)	0,98	0,92	0,53	0,19
(10,0)	0,60	0,34	0,03	0,001
(10,2)	0,99	0,93	0,38	0,05
(20,0)	0,36	0,12	0	0
(20,2)	0,92	0,68	0,04	0

# Пример (пр)

- Из эскиза видно, что планы с  $c = 0$  даже при малых значениях дефектности партии  $p$  гарантируют небольшую вероятность приемки партии, т.е. эти планы очень жесткие.
- **Рис.\*6.3.** Оперативные характеристики:
- а — план (5;0); б — план (20;0); в — план (20;2)



# Вероятность приемки партии $P(q)$

Рис.\*6.3 Оперативные характеристики:  
а — план (5;0); б — план (20;0); в — план (20;2)





**ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ  
СТАНДАРТА  
НА СТАТИСТИЧЕСКИЙ  
ПРИЕМОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ  
ПО АЛЬТЕРНАТИВНОМУ  
ПРИЗНАКУ**

# Порядок применения стандарта

ГОСТ 18242—72 «Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Планы контроля» (аналог МС ISO 2859).

- Применяться для контроля всех видов продукции производственно-технического назначения и товаров народного потребления штучной продукции, поступающих на контроль в виде единичных партий или последовательности работ.

# Показатели для определения плана выборочного контроля:

- ■ объем контролируемой партии;
- ■ виды дефектов;
- ■ уровень контроля;
- ■ приемочный уровень дефектности *AQL*;
- ■ тип плана выборочного контроля;
- ■ вид контроля.

# Объем контролируемой партии

должен/может указываться в нормативно-технической документации на продукцию:

- - как одним числом, так и предельными значениями;
- - в виде одиночных партий или последовательности партий.

# Виды дефектов

- Статистический приемочный контроль может осуществляться с разделением дефектов на:
  - - критические,
  - - значительные,
  - - малозначительные.

# Параметры или свойства

единиц продукции, нарушение которых приводит к критическим дефектам (например, авиационная продукция), следует подвергать сплошному контролю или испытаниям.

# Разрушающий контроль

- В случаях, где единственно возможным методом контроля критических дефектов является разрушающий контроль (например, цельносварные изделия ракетной техники), можно проводить выборочный контроль.

# В случае разрушающего

## КОНТРОЛЯ:

- - приемочное число  $A_c = 0$ ;
- - браковочное число  $R_c = 1$ ;
- - объем выборки определяется по формуле
  - $n = k:p$ , где: (\*6.4)
- $k$  — коэффициент, зависящий от риска появления одной дефектной единицы продукции в выборке;
- $p$  — максимально допустимый процент дефектных единиц продукции в партии.
- Коэффициенты  $k$  приведены в табл. \*6.3.



# Таблица\*6.3. Значения коэффициентов $k$

Риск появления одной дефектной единицы продукции в выборке	Коэффициент $k$
1 в 10	230,26
1 в 100	460,52
1 в 1 000	690,78
1 в 10 000	921,04
1 в 100 000	1 151,30

# Пример

- Известно:
- На контроль предъявлена партия в 10 000 ед. продукции.
- Контроль разрушающий.
- Максимально допустимый процент единиц продукции с критическим дефектом  $p$  составляет 2%.
- Риск появления дефектных единиц продукции — одна дефектная единица в партии.
- Требуется: определить план выборочного контроля

# Решение

Определяем объем выборки:  $n = k : p = k : 2$ .

По табл.\*6.3, находим:  $k = 921,04$ , тогда

$$n = 460,52 \approx 461.$$

- План выборочного приемочного контроля имеет следующие параметры:
  - $n = 461; A_c = 0; R_c = 1$ , или  $(461; 0; 1)$ .
- Если в выборке из  $n = 461$ :
- - не обнаружится ни одной дефектной единицы продукции, то партия принимается;
- - обнаружится хотя бы одна дефектная единица, то партия бракуется.

Продукция со значительными и малозначительными дефектами может проверяться сплошным или выборочным контролем.

- При выборочном контроле каждой группе дефектов должен быть назначен свой приемочный уровень дефектности в соответствии с табл. \*6.4.

Класс дефекта	Приемочный уровень дефектности, %
Значительный	0,4
Малозначительный	1,5

# Два плана выборочного контроля

соответствуют приемочным уровням  
дефектности таблицы \*6.4.

- Партия будет забракована, если не удовлетворяет :
  - - хотя бы одному плану;
  - - обоим планам вместе.

# Уровень контроля

*ГОСТ 18242—72* содержит семь уровней контроля:

- - I, II, III (общие);
- - S-1; S-2; S-3; S-4 (специальные).
- Основным для применения является уровень контроля II.
- Специальные уровни контроля используются тогда, когда объем выборки невелик.

# Уровень контроля

устанавливается нормативно-технической документацией на конкретный вид продукции.

# Приемочный уровень дефектности (AQL) – основной пункт стандарта

Предполагается, что между поставщиком и потребителем имеется договоренность, согласно которой:

- потребитель рассматривает AQL как соответствующий его требованиям;
- поставщик должен предъявлять на контроль партии продукции с фактическим уровнем дефектности не больше приемочного.



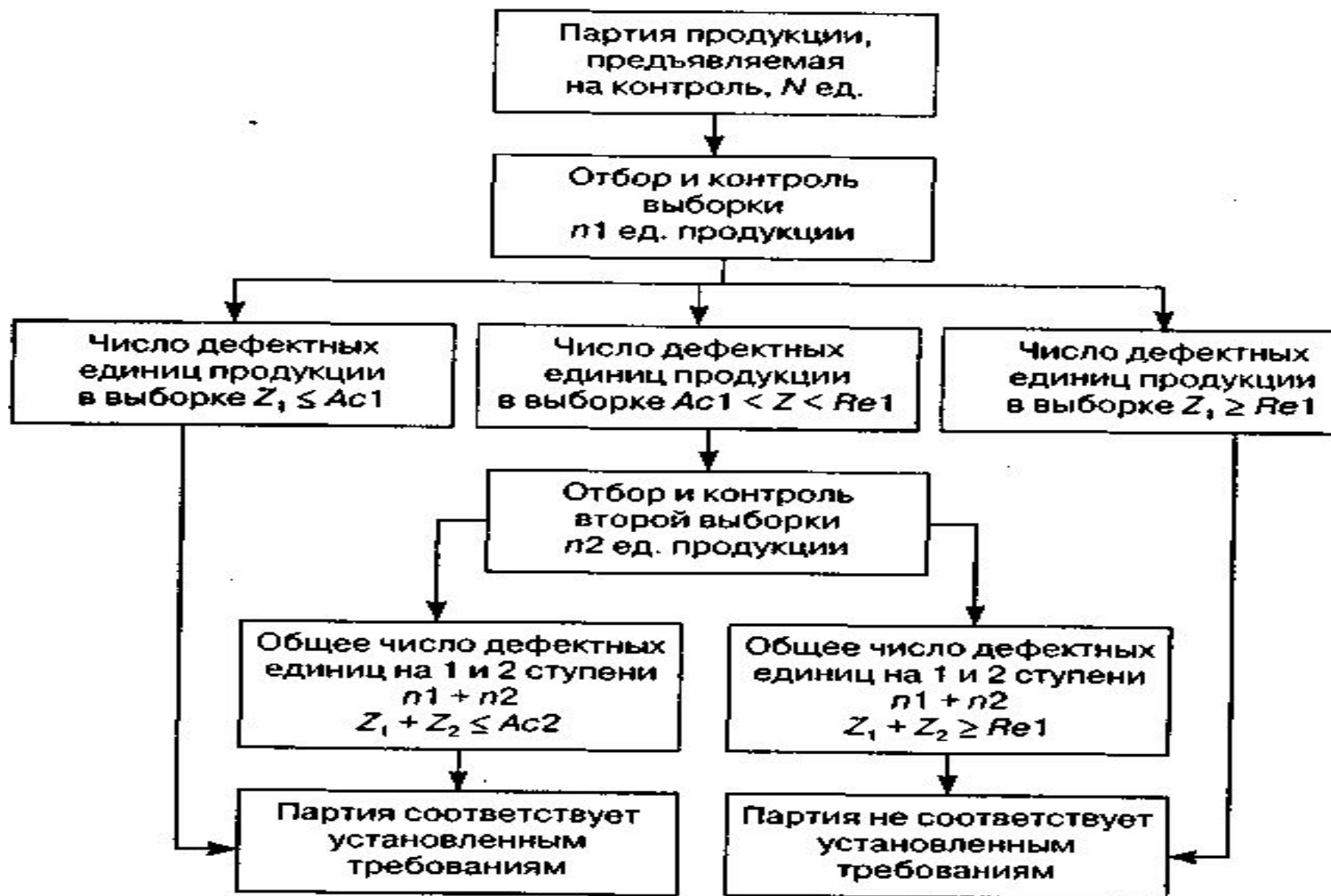
# В таблицах стандарта приведены:

- - *AQL* от 0,1 до 10% для доли дефектности;
- - *AQL* от 10 до 1000 дефектов для числа дефектов на 100 ед. продукции.

# Виды планов выборочного контроля

- В стандарте содержатся следующие виды планов выборочного контроля:
  - - одноступенчатые,
  - - двухступенчатые,
  - - многоступенчатые,
  - - последовательные.
- На рисунке\*6.4 приведена схема двухступенчатого плана контроля.

Рис. \*6.4. Схема двухступенчатого плана выборочного контроля



# Контроль одиночных партий

- Выбор плана контроля целесообразно осуществлять на основе анализа оперативной характеристики с учетом браковочного уровня дефектности.

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ  
ПРИЕМОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ  
ПО КОЛИЧЕСТВЕННОМУ  
ПРИЗНАКУ**

# Достоинства

Статистический приемочный контроль по количественному признаку при одном и том же объеме выборки представляет больше информации, чем приемочный контроль по альтернативному признаку (это не означает, что контроль по альтернативному признаку хуже).

- Если осуществлять разрушающий контроль, то планы контроля по количественному признаку экономичнее планов по альтернативному признаку.

# Недостатки

- Приемочный контроль по количественному признаку имеет свои недостатки:
  - наличие дополнительных ограничений, сужающих область применения;
  - разработка планов может потребовать больших затрат труда;
  - для контроля часто требуется более сложное оборудование.

# Показатели качества при контроле по количественному признаку

## признаку

- При контроле по количественному признаку качество партии продукции оценивают:
  - - средним арифметическим  $\bar{X}$ ;
  - - среднеквадратическим отклонением контролируемого параметра  $S$ ;
  - - уровнем дефектности, зависящим от  $\bar{X}$  и  $S$ .
- Показатели качества: уровень дефектности,  $\bar{X}$  и  $S$  включены в *планы*



# ГОСТ 20736—75

«Статистический приемочный контроль по количественному признаку. Планы контроля» учитывает требования международного стандарта ISO 3951.

- Используют для контроля всех видов штучной продукции, поступающей на контроль в виде одиночных партий при нормальном законе распределения одного или двух контролируемых параметров.

# Контроль по количественному признаку:

- - у единиц продукции измеряют численные значения контролируемого параметра;
- - вычисляют выборочное среднее арифметическое значение  $\bar{X}$ ;
- - оценивают отклонение  $y$  значения контролируемого параметра  $\bar{X}$  от значения верхней  $T_B$  или нижней  $T_H$  границ допуска.

# Выбора плана выборочного контроля:

- ■ объем партии продукции;
- ■ уровень контроля;
- ■ приемочный уровень дефектности (*AQL*);
- ■ вид контроля;
- ■ среднеквадратическое отклонение (СКО) или метод его оценки;
- ■ способ контроля.

# Объем партии. Уровень контроля

- **Объем партии** продукции устанавливается:
  - - нормативно-технической документацией;
  - - стандартом.
- **Уровень контроля.** Стандарт устанавливает пять уровней:
  - - I, II, III (общие уровни);
  - - S-3, S-4 (специальные уровни).
- Основным является II уровень, с него начинают контроль.

# AQL. Вид контроля

- **Приемочный уровень дефектности (AQL)** является центральным пунктом стандарта.
- В таблицах стандарта содержится 14 значений *AQL* в диапазоне от 0,04 до 15,0.
- **Вид контроля.** Их три:
  - - нормальный,
  - - усиленный,
  - - ослабленный.

# Нормальный контроль

- - основной и применяется, если в нормативно-технической документации не оговорено применение другого вида контроля;
- - ведется, пока поставщик предъявляет на контроль партии продукции, соответствующие установленному значению приемочного уровня дефектности (**AQL**);
- - если продукция перестаёт соответствовать **AQL**, то переходят к усиленному контролю.

# Среднеквадратическое отклонение контролируемого параметра $\sigma$

## или метод его оценки

- СКО  $\sigma$  контролируемого параметра заранее бывает:
  - - известно (например, технологический процесс стабилен);
  - - неизвестно.

Если СКО известно,

то используют  $\sigma$ -план выборочного контроля, предусматривающий наименьший объем выборки по сравнению с другими методами и требует меньше вычислений.



# Если $\sigma$ неизвестно,

стандарт предусматривает два метода его оценки:

- по выборочному среднеквадратическому отклонению  $S$  ( $S$ -план);
- по размаху  $R$  ( $R$ -план).

## ***S*-план (или *S*-метод)**

предпочтительнее, так как требует меньшего объема выборки, чем ***R***-план.

- При использовании ***R***-метода следует иметь в виду, что чем больше объем выборки, тем меньше информации дает ее размах о значении среднего квадратичного отклонения  $\sigma$ .

# Использование $R$ -метода

- При объеме выборки больше восьми единиц продукции оценивать  $\sigma$  по размаху не рекомендуется. Предусмотрено применение среднего размаха  $\bar{R}$  — выборку делят на несколько подгрупп по пяти результатам измерений в каждой подгруппе и определяют:

$$R = X_{\max} - X_{\min}, \quad \bar{R} = \frac{\sum R_i}{n}$$

(\*6.5)

# Способ контроля (нч)

- Стандартом предусмотрены три способа выбора плана выборочного контроля.

# Первый способ

- вычисленное отклонение  $y$  сравнивается со значением контрольного норматива  $K (K_S, K_R, K_\sigma)$ , который находится из таблиц стандарта.
- Если  $y > K$ — партию принимают.
- Если  $y < K$  или хотя бы одна из величин  $y$  отрицательна, то партию бракуют.

## Второй способ (нч):

- по вычисленному отклонению  $y$  и объему выборки с помощью таблиц стандарта находят оценочное значение входного уровня дефектности ***P***.

## Второй способ (ок):

- Величину  $P$  сравнивают с допусаемым уровнем дефектности  $M$  ( $M_{S'}, M_{R'}, M_{\sigma}$ ), значения которого находят из таблиц стандарта.
- Если  $P < M$  — партию принимают.
- Если  $P > M$  или хотя бы одна из величин  $P$  отрицательна, то партию бракуют.

# Графический способ (нч)

- По значениям границы контролируемого параметра, среднего арифметического значения  $\bar{X}$  и среднего квадратического отклонения  $\sigma$  (или  $s$ ) определяют величины

$$\frac{\sigma}{T_B - T_H} \quad \text{и} \quad \frac{\bar{X} - T_B}{T_B - T_H},$$

которые затем наносят на номограмму и соответственно по расположению этих точек принимают решение относительно приемки или браковки контролируемой партии.



# Графический способ (пр)

- Аналогично принимают решение при  $S$ - или  $R$ -планах контроля. Причем, если значение  $S$  или  $R$  больше максимального среднего квадратического отклонения ( $MSR$ ) или максимального среднего размаха ( $MSD$ ), то контролируемую партию продукции бракуют.

# Графический способ (ок)

- Величину  $MSD$  или  $MSR$  следует определять умножением разности верхней и нижней границы контролируемого параметра на коэффициент  $f$ . Коэффициент  $f$  следует выбирать из табл.3 для  $S$ -планов и из табл.4 для  $R$ -планов.

# Пример

- Известно, что на контроль предъявлена партия из 25 термостатов; установлено:
  - ■ уровень контроля — II;
  - ■ вид контроля — **нормальный**;
  - ■  **$AQL = 1\%$** ;
  - ■ верхняя допустимая граница температуры термостата  $t = 300,^{\circ}\text{C}$ ;
  - ■ оценка  $\sigma$  по  $S$ -методу.
- Найти план выборочного контроля.

# Решение

- По объему партии (25) и уровню контроля (II) из табл. 1 стандарта ГОСТ 20736-75 находим код выборки  $C$ .
- По коду  $C$  и  $AQL = 1\%$  из табл. 6 стандарта находим объем выборки  $n = 4$  и  $K_s = 1,45$ .

# Выборочный контроль

- Проводим выборочный контроль четырёх термостатов по величине максимальной температуры  $X_i$ :

$$X_1 = 280 \text{ }^\circ\text{C}; X_2 = 295 \text{ }^\circ\text{C}; X_3 = 290 \text{ }^\circ\text{C}; X_4 = 283 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Определим среднее арифметическое значение переменной  $\bar{X}$ .

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{280 + 295 + 290 + 283}{4} = 287 \text{ }^\circ\text{C}.$$

# Находим $S$

- Найдем выборочное среднее квадратичное отклонение по формуле, подставляя в нее измеренные значения температур:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n-1}} = 6,8^\circ\text{C.}$$

## Находим решение:

- - найдём отклонение  $\gamma$ :

$$\gamma = \frac{t - X}{S} = \frac{300 - 287}{6,8} = 1,91.$$

- Полученное значение величины  $K_s < \gamma$  ( $1,45 < 1,91$ ), поэтому ***партия термостатов принимается.***

# Статистический приемочный контроль по качественному признаку



# Контроль по качественному признаку

- В некоторых зарубежных странах на данный метод контроля разработаны стандарты.  
Например, в Японии имеется стандарт JIS 9006 -1956, в Индии — IS 2500-1963, но — не в РФ.

# Преимущества статистического приемочного контроля

по качественному признаку: (нч)  
по сравнению со статистическим  
приемочным контролем по  
количественному признаку:

- - позволяет по результатам контроля партии продукции не только разделить единицы продукции на годные и дефектные, но и разнести их по категориям, сортам, классам, группам качества и т. п.;

# Преимущества статистического приемочного контроля по качественному признаку: (ок)

- - можно осуществлять с применением как простых средств измерения, например, предельных калибров (скобы, шаблоны, пробки и т. д.), так и более сложных средств измерения, включая автоматические измерительные устройства.

# ИСТОЧНИКИ

1. Окрепилов В.В. Управление качеством: учебник для вузов. 2-е изд., доп. и перераб. М.: ОАО Изд-во "Экономика", 1998. 639 с.
2. Глудкин О.П., Горбунов ИМ., Гуров А.И., Зорин Ю.В. Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов / под ред. О. П. Глудкина. - М Радио и связь, 1999.
3. Гиссин В.И. Управление качеством продукции: учебн. пособие.- Ростов н/Д: Феникс, 2000. — 256 с.
4. Всеобщее управление качеством: учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н. М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин; под ред. О.П. Глудкина. М.: Горячая линия - Телеком, 2001.
5. М. М. Кане, Б. В. Иванов, В. Н. Корешков, А Г. Схиртладзе Системы, методы и инструменты менеджмента качества. М. М. Кане, Б. В. Иванов, В. Н. Корешков, А Г. Схиртладзе.- СПб., ПИТЕР, 2008.
6. С.В. Пономарев, С.В. Мищенко, В.Я. Белобрагин, В.А., Самородов, Б.И. Герасимов, А.В. Трофимов, В.А. Пахомова, О.С. Пономарева. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества.— М.: РИА «Стандарты и качество». - 2005. - 248 с, ил.
7. Просветов Г.И. "Управление качеством. Задачи и решения«. – М., Изд. Альфа-Пресс, 2009.
8. ГОСТ Р серии 50779 «Статистические методы ...»

# ГОСТ Р серии 50779 «Статистические методы...»

Р 50-601-32-92 РЕКОМЕНДАЦИИ. СИСТЕМА КАЧЕСТВА. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕДРЕНИЯ  
СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ НА  
ПРЕДПРИЯТИИ

ГОСТ Р 50779.0-95 "Статистические методы. Основные положения"

ГОСТ Р 50779.30-95 "Статистические методы. Приемочный контроль  
качества. Общие требования"

ГОСТ Р 50779.50-95 "Статистические методы. Приемочный контроль  
качества по количественному признаку. Общие требования"

ГОСТ Р 50779.51-95 "Статистические методы. Непрерывный приемочный  
контроль качества по альтернативному признаку"

ГОСТ Р 50779.52-95 "Статистические методы. Приемочный контроль  
качества по альтернативному признаку"

ГОСТ Р 50779.21-96 "Статистические методы. Правила определения и  
методы расчета статистических характеристик по выборочным данным.  
Часть 1. Нормальное распределение"

ГОСТ Р 50779.40-96 (ИСО 7870-93) "Статистические методы.  
Контрольные карты. Общее руководство и введение"

ГОСТ Р 50779.41-96 (ИСО 7873-93) "Статистические методы.  
Контрольные карты для арифметических средних с предупреждающими  
границами"

XXX