

# **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**  
закljučается 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***

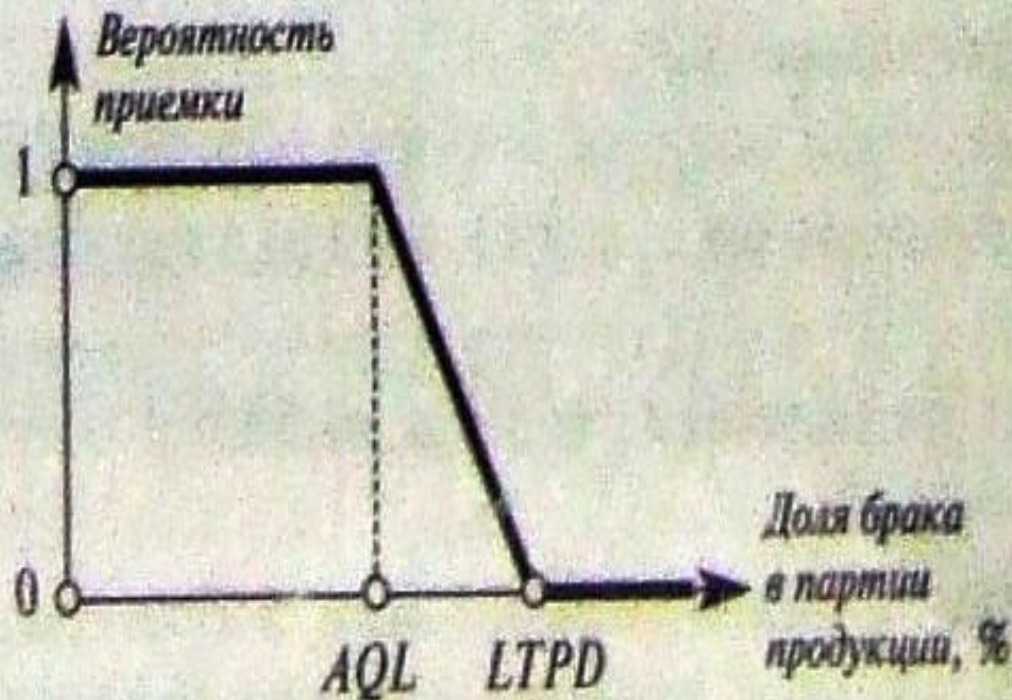
называется уровень дефектности в принятой партии или потоке продукции, поступающей за определенный интервал времени  $\tau$ .

# 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

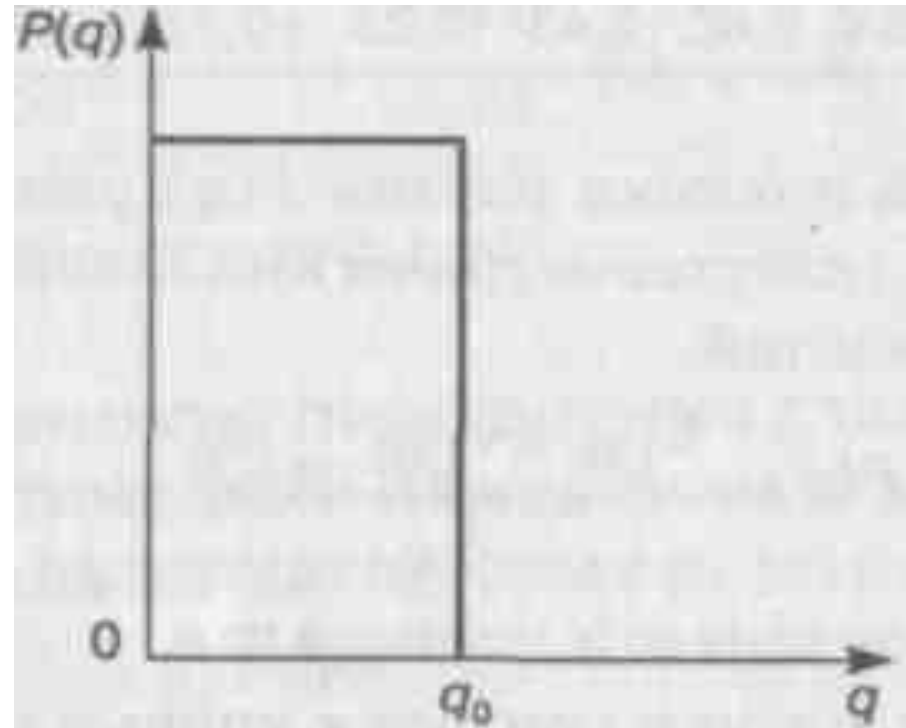
плана контроля называется функция  $P(q)$ , равная вероятности принять партию продукции с долей дефектных изделий  $q$ .

- 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.



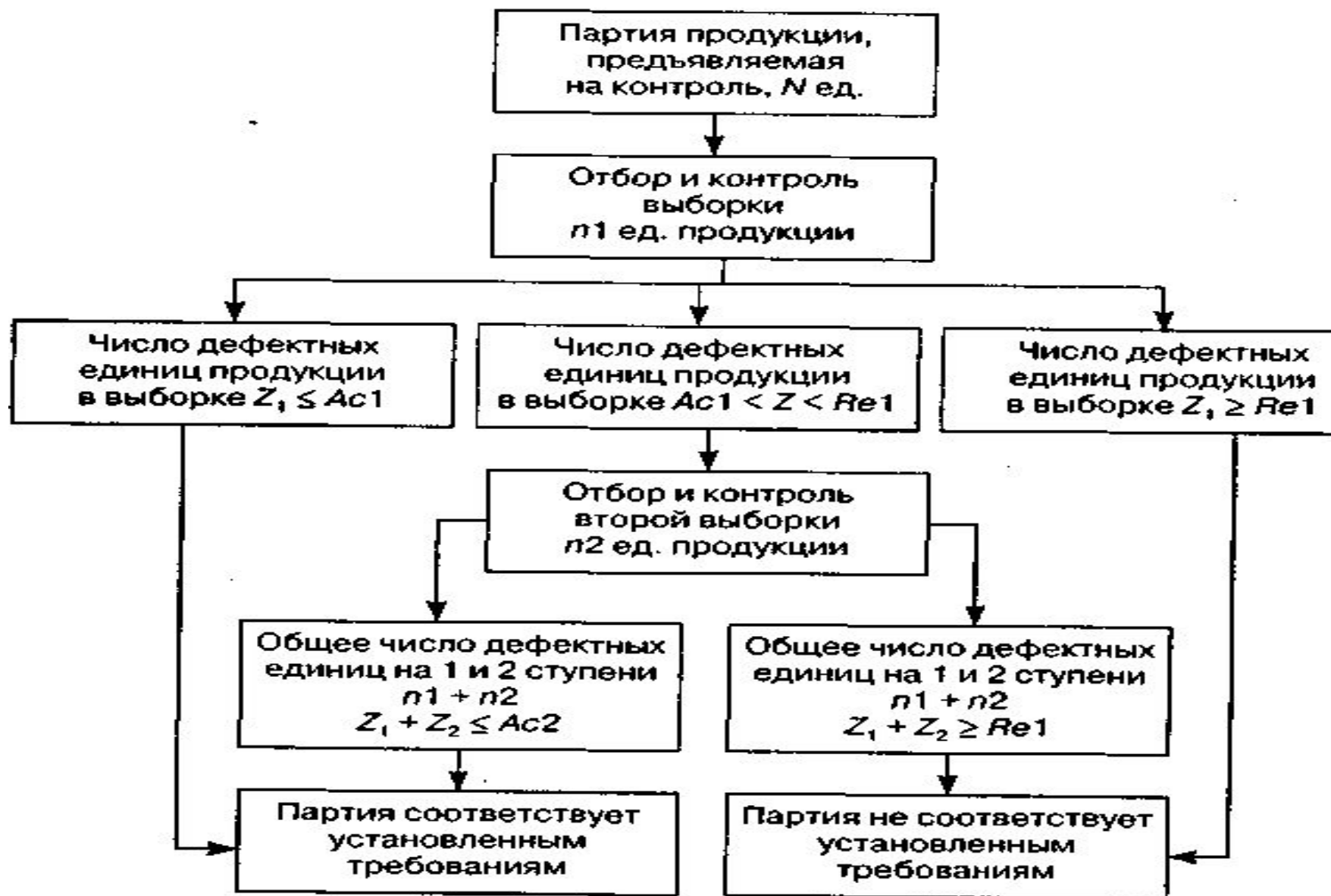
# В таблицах стандарта приведены:

- - *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