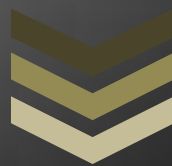


# Статистическое управление



Sorochkina O.Y

## *Лекция. Процедуры выборочного контроля по количественному признаку*

Донской государственный  
технический университет

Кафедра «Управление  
качеством»

19.03.2020

# Процедуры выборочного контроля по количественному признаку

*Термины и определения. Выбор между контролем по количественному и альтернативному признакам. Выбор плана контроля. Стандартные процедуры. Правила переключения.*

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	2
1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	3
2. ПРЕДЕЛ ПРИЕМЛЕМОГО КАЧЕСТВА. ....	4
3. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ.....	5
3.1. Процедура определения $s$ . ....	5
3.2. Процедура определения $\sigma$ .....	6
4. ЗАЩИТА ПРЕДЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА.....	6
4.1. РИСК ПОТРЕБИТЕЛЯ ПРИ ПРИЕМОЧНОМ КОНТРОЛЕ У ПОСТАВЩИКА .....	6
4.2. Риск производителя.....	10
5. ВЫБОР ПЛАНА КОНТРОЛЯ.....	11
5.1 Стандартная процедура для « $s$ » метода .....	11
5.2. Стандартная процедура для « $\sigma$ » метода.....	12
5.3. Переключения между « $s$ » и « $\sigma$ » методами .....	13
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	14
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ. ....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	16

## Введение

В любой системе управления качеством продукции статистические методы контроля качества имеют особое значение и относятся к числу наиболее прогрессивных методов.

Основная цель статистического приемочного контроля состоит в том, чтобы выяснить соответствие качества представленной изготовителем партии согласованному с потребителем уровню качества. Изготовитель может использовать установленные процедуры выборочного контроля для проверки того, что уровень качества является приемлемым для потребителя. Во всех процедурах предполагается, что финансовые ресурсы ограничены, а стоимость единицы продукции включает в себя стоимость контроля и стоимость производства.

Может показаться, что контроль переносит ответственность за качество с изготовителя на контролера. Однако это не так, выборочный контроль оказывает слабое влияние на качество продукции или партии.

Схемы и планы выборочного контроля применимы к контролю (список может быть дополнен):

- готовой продукции;
- сырья и комплектующих изделий;
- процессов;
- материалов;
- запасов на хранении;
- процессов технического обслуживания и ремонта;
- данных или отчетов;
- административных процедур.

Выбор между контролем по количественному и альтернативному признакам

Первое, что необходимо решить при выборе плана контроля. — определить, какой план контроля {по количественному или альтернативному признаку) следует использовать. При этом необходимо учесть следующее:

- ✓ с позиции экономики следует сравнить общую схему выборочного контроля относительно большого количества единиц продукции при применении схемы контроля по альтернативному признаку с более сложной в общем случае процедурой контроля по количественному признаку, которая обычно отнимает много времени и требует больших затрат;
- ✓ контроль по количественному признаку позволяет получить более точную информацию о качестве продукции. Он обеспечивает раннее обнаружение снижения качества;
- ✓ схема контроля по альтернативному признаку может быть более понятной и приемлемой. Например, на первых порах может быть трудно признать, что при контроле по количественному признаку партия может быть отклонена на основе результатов измерений элементов выборки, которая не содержит несоответствующих единиц продукции;
- ✓ сравнение объема требуемой выборки для одного и того же AQL в соответствии со стандартными планами контроля по альтернативному признаку и количественному признаку. Легко заметить, что наименьшего объема требует «σ» метод (используемый, когда стандартное отклонение процесса предполагают известным). Объемы выборки для «s» метода (используемого, когда стандартное отклонение процесса неизвестно) также существенно меньше, чем для контроля по альтернативному признаку;
- ✓ контроль по количественному признаку является особенно подходящим в сочетании с использованием контрольных карт;
- ✓ выборочный контроль по количественному признаку имеет существенное преимущество, когда процесс контроля является дорогим, например в случае разрушающих испытаний;
- ✓ схема контроля по количественному признаку становится относительно более сложной при увеличении количества измерений на каждой единице продукции;

- ✓ контроль по количественному признаку применим только в случае, когда можно считать, что распределение результатов измерений характеристики качества является нормальным. В случае сомнений необходимо консультироваться с уполномоченной стороной.

Для выбора плана выборочного контроля необходимо установить следующие показатели:

1. объем партии продукции,
2. уровень контроля,
3. приемочный уровень контроля AQL,
4. вид контроля,
5. среднее квадратическое отклонение или метод его оценки,
6. способ контроля.
7. контролируемый параметр с указанием его границ.

## 1. Термины и определения

Таблица 1

Термин	Формулировка
контроль по количественному признаку (inspection variables):	Контроль на основе измерений характеристики качества единицы продукции
выборочный контроль (sampling inspection)	Контроль отобранной для исследования группы единиц продукции
статистический приемочный контроль (acceptance sampling inspection, acceptance sampling)	Выборочный контроль проводимый для принятия решения о приемке или отклонении партии (или другого количества) продукции, материала или услуг
статистический приемочный контроль по количественному признаку (acceptance sampling inspection by variables)	Статистический приемочный контроль, при котором решение о приемке или отклонении продукции процесса принимают на основе измерений установленной характеристики качества каждой единицы продукции в выборке, отобранной из партии
доля несоответствующих единиц продукции процесса (process fraction nonconforming)	Уровень генерирования процессом несоответствующих единиц продукции в виде доли продукции, изготавливаемой процессом
предел приемлемого качества AQL (acceptance quality limit)	Наихудшая допустимая доля несоответствующих единиц продукции процесса. если на статистический приемочный контроль по количественному признаку представлена непрерывная серия партий
уровень качества (quality level)	При статистическом приемочном контроле качество продукции, характеризуемое наличием в ней несоответствующих единиц продукции
предельное качество; LQ (limiting quality)	Для целей статистического приемочного контроля по количественному признаку уровень качества (несоответствий). при котором вероятность приемки мала при рассмотрении отдельной партии
несоответствие (nonconformity)	Невыполнение требования
несоответствующая единица продукции (nonconforming unit)	Единица продукции с одним или более несоответствием
«s» метод плана статистического приемочного контроля («s» method acceptance sampling plan); «s» метод	План статистического приемочного контроля по количественному признаку, использующий выборочное стандартное отклонение
«σ» метод плана статистического приемочного контроля («σ» method acceptance sampling plan); «σ» метод	План статистического приемочного контроля по количественному признаку, использующий известное или предполагаемое значение стандартного отклонения процесса

Термин	Формулировка
предел поля допуска (specification limit)	Граница, установленная для значений характеристики
нижний предел поля допуска $L$ (lower specification limit)	Предел поля допуска, определяющий нижнюю границу поля допуска
верхний предел поля допуска $U$ (upper specification limit)	Предел поля допуска, определяющий верхнюю границу поля допуска
объединенный контроль (combined control)	Контроль, согласно которому для характеристики качества заданы верхний и нижний пределы поля допуска, а AQL относится к общему проценту несоответствующих единиц продукции вне обоих пределов поля допуска
контрольный норматив $k$ (acceptability constant)	Постоянная, зависящая от установленного значения предела приемлемого качества и объема выборки, используемая в критерии приемки партии и установленная в плане статистического приемочного контроля по количественному признаку
статистика качества $Q$ (quality statistic)	Функция пределов поля допуска, выборочного среднего и стандартного отклонения выборки или процесса, используемая для принятия решения о приемке (отклонении) партии
нижняя статистика качества $Q_L$ (lower quality statistic)	Функция нижнего предела поля допуска, выборочного среднего и стандартного отклонения выборки или процесса
верхняя статистика качества $Q_u$ (upper quality statistic)	Функция верхнего предела поля допуска, выборочного среднего и стандартного отклонения выборки или процесса
максимальное выборочное стандартное отклонение: $MSSD$ , $s_{\max}$ (maximum sample standard deviation MSSD)	Наибольшее значение выборочного стандартного отклонения для данного кода объема выборки и предела приемлемого качества, при котором возможно выполнение критерия приемки объединенного контроля с двумя пределами поля допуска, когда изменчивость процесса неизвестна
максимальное стандартное отклонение процесса; $MPSD$ , $\sigma_{\max}$ (maximum process standard deviation MPSD)	Наибольшее значение стандартного отклонения процесса для данного кода объема выборки и предела приемлемого качества, при котором возможно выполнение критерия приемки объединенного контроля с двумя пределами поля допуска (3.13) при усиленном контроле, когда изменчивость процесса известна
правило переключения (switching rule)	Установленное в схеме статистического приемочного контроля правило перехода от одного плана контроля к другому с большей или меньшей жесткостью на основании истории качества предыдущей партии
измерения (measurement)	Набор операций, используемых для определения значения некоторой величины

## 2. Предел приемлемого качества.

**AQL** — уровень качества (несоответствий), представляющий собой наихудшую допустимую долю несоответствующих единиц продукции процесса, если на статистический приемочный контроль представлена непрерывная серия партий. Хотя отдельные партии с таким же качеством, как AQL могут быть приняты с довольно высокой вероятностью, предел приемлемого качества не означает, что это — желаемый уровень качества.

**AQL** вместе с кодом объема выборки используется для индексирования планов выборочного контроля.

Используемый **AQL** должен быть указан в технических условиях (стандарте) на продукцию, контракте или установлен уполномоченной стороной.

**Таблица 2 - Предпочтительные значения AQL**

Установленное значение AQL, %	Значение AQL, применяемые для выбора плана контроля, %
До 0,049	0,04
От 0,050-0,069	0,065
0,070-0,109	0,10
0,110-0,164	0,15
0,165-0,279	0,25
0,280-0,439	0,40
0,440-0,699	0,65
0,700-1,09	1,0
1,10-1,64	1,5
1,65-2,79	2,5
2,80-4,39	4,0
4,40-6,99	6,5
7,00-10,9	10,0
11,0-16,4	15,0

### 3. Методы контроля

При использовании контроля по количественному признаку необходимо определить, какой метод — «s» или «σ» следует применять с учетом того, что «σ» метод является самым экономичным по объему выборки, но до его применения должно быть установлено значение σ.

Первоначально необходимо начать с «s» метода. По согласованию с уполномоченной стороной, если качество продукции остается удовлетворительным, стандартные правила допускают переключение на ослабленный контроль и использование меньшего объема выборки.

Затем следует решить вопрос о возможности перехода на «σ» метод, если изменчивость находится внутри контрольных границ и приемка партий продолжается. Объем выборки для «s» метода меньше и критерий приемки является более простым. С другой стороны, все еще необходимо вычислять стандартное отклонение выборки s для отчета и применять контрольные карты. Вычисление s может представляться сложным, но эта трудность больше кажущаяся, чем реальная при наличии калькулятора или компьютера.

Методы определения s и σ :

#### 3.1. Процедура определения s.

Оценка стандартного отклонения совокупности по выборке

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n-1}},$$

где  $x_j$  – значение характеристики качества j-й единицы продукции в выборке из  $n$  элементов  
 $\bar{x}$  – выборочное среднее

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j$$

Для того чтобы снизить ошибку округления, можно использовать следующую формулу:

$$s = \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n x_j^2 - (\sum_{j=1}^n x_j)^2}{n(n-1)}}$$

Если изменчивость относительно среднего мала ( $s$  очень мала по отношению  $\bar{x}$ )

$$s = \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n (x_j - a)^2 - (\sum_{j=1}^n (x_j - a))^2}{n(n-1)}},$$

где  $a$  – произвольная постоянная.

### 3.2. Процедура определения $\sigma$

Если в соответствии с контрольной картой оказывается, что значение  $s$  находится в зоне управляемости, то  $\sigma$  равно квадратному корню средневзвешенных значений  $s$ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (n_j - 1) s_j^2}{\sum_{j=1}^m (n_j - 1)}}$$

Где  $m$  – количество партий

$n_j$  – объем выборки на  $j$ -й партии

$s_j$  – выборочное среднее отклонение для  $j$ -й партии

Если объемы выборки для всех партий равны, то

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m s_j^2}{m}}$$

## 4. Защита предельного качества

### 4.1. РИСК ПОТРЕБИТЕЛЯ ПРИ ПРИЕМОЧНОМ КОНТРОЛЕ У ПОСТАВЩИКА

**качество риска потребителя (consumer's risk quality); QCR:** Уровень качества партии или процесса, который для установленного плана контроля соответствует заданному риску потребителя.

Полный риск потребителя.

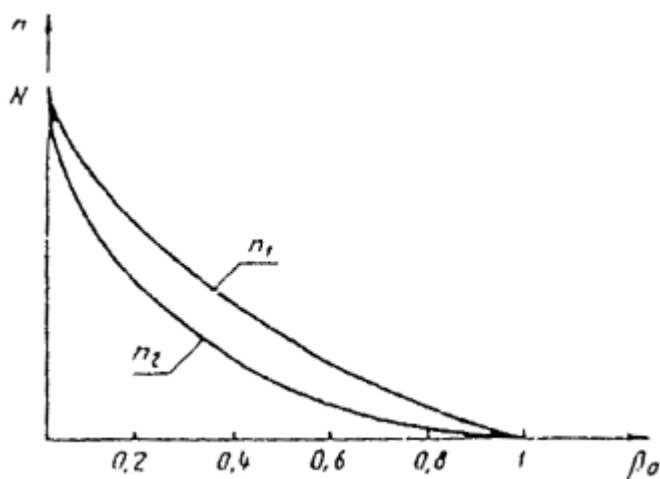
Понятие «риск потребителя при контроле поставщика»  $\beta$  имеет условный характер. Соответствующая величина характеризует максимальную вероятность принятия положительного решения по результатам контроля при условии, что качество совокупности, например партии продукции, не соответствует установленным требованиям. Однако сама вероятность поставки партии несоответствующего качества может быть весьма различной. Для поставщика с надежной репутацией, имеющего сертификаты авторитетных организаций на системы качества, эта вероятность невелика. Наоборот, для поставщика, не имеющего таких сертификатов, не владеющего методами управления качеством, неспособного обеспечить стабильность производственных процессов, велика вероятность поставки партии несоответствующего качества.

Потребителя интересует полный риск, который учитывает и вероятность поступления на контроль совокупности продукции несоответствующего качества и вероятность пропуска процедурой контроля такой продукции.

Связь объемов контроля со значением риска потребителя.

Защита потребителя через уменьшение нормативного значения условного риска  $\beta_0$  является дорогостоящим средством. На рисунке 1 и в таблице 1 представлены зависимости объемов контроля  $n$  от риска  $\beta_0$ . Из них видно, как быстро растут объемы контроля, а следовательно, затраты на контроль с уменьшением  $\beta_0$ .

В тех случаях, когда априорная вероятность получения партий продукции несоответствующего качества мала, например меньше  $10^{-1} \dots 10^{-2}$ , нет необходимости устанавливать малое значение  $\beta_0$ . Это приводит только к удорожанию контроля.



**Рисунок 1 - Зависимость объемов выборок для одноступенчатого (верхняя кривая  $n_1$ ) и двухступенчатого (нижняя кривая  $n_2$ ) контроля от риска потребителя при контроле поставщика  $\beta_0$  для объема партии  $N$ .**

Рекомендации по установлению нормативного значения риска потребителя при контроле поставщика.

Потребитель, изучив характер поставок партий продукции данным поставщиком, в том числе стабильность качества, учитывая результаты сертификации системы качества продукции поставщика и другие факторы, может оценить априорную вероятность поступления на СПК поставщика партии продукции, не соответствующей требованию к ее качеству:

$$P(q > q_0),$$

где  $P(q > q_0)$  - вероятность невыполнения требования к групповому показателю качества ( $q$  - например, уровень несоответствий);

$q_0$  - нормативное значение группового показателя качества;

$q$  - ожидаемое фактическое значение группового показателя качества.

Степени доверия потребителя.

Таблица 5 позволяет назначить  $\beta_0$ ,  $\beta_{oc}$  в зависимости от степеней доверия потребителя, которые определяются видом и количеством априорной информации о поставщике.

**Таблица 3- Степень доверия потребителя**

Степень доверия	Нормативное значение риска потребителя $\beta_0$
T1 - требование сплошного контроля продукции перед поставкой потребителю	0
T2 - отсутствие надежной информации о возможностях поставщика обеспечить требуемое качество или информация о низком качестве его поставок, отрицательные отзывы других потребителей	0,1
T3 - отсутствие сертификата на продукцию и систему обеспечения качества, отсутствие собственного опыта заказов у данного поставщика, отсутствие процедур статистического управления технологическими процессами, но	0,25



Степень доверия	Нормативное значение риска потребителя $\beta_0$
при учете косвенной положительной информации от других потребителей или обществ потребителей	
T4 - отсутствие у поставщика сертификата на систему обеспечения качества, но при наличии сертификата на продукцию и продолжительного периода поставок продукции удовлетворительного качества, положительная оценка системы качества самим потребителем, внедрение статистического управления технологическими процессами на отдельных этапах производства	0,5
T5 - наличие сертификата на систему обеспечения качества, применение поставщиком процедур статистического управления технологическими процессами, долговременные поставки высококачественной продукции и т. д.	0,75
T6 - наличие у поставщика сертификата на систему качества, применение поставщиком процедур статистического управления технологическими процессами, положительный опыт собственных заказов у данного поставщика и т. п.	0,9
T7 - наличие у поставщика сертификата на систему качества, сертификата на производство, безупречная репутация поставщика, применение поставщиком процедур статистического регулирования технологических процессов, длительный период поставки продукции без претензий и т. п.	1,0 (поставка готовой продукции без контроля поставщика)

Таблица 4 - Расширенная таблица степеней доверия

Степень доверия	Нормативное значение риска потребителя $\beta_0$
T1	0
T2	0,1
T3	0,25
T4	0,5
T5	0,6
T6	0,7
T7	0,8
T8	0,9
T9	0,95
T10	1,0

Характеристики, определяющие ту или иную степень доверия, устанавливаются потребителем в собственной нормативной документации. Расширенная таблица позволяет более точно оценивать доверие к поставщику.

Для данного плана выборочного контроля качество риска потребителя - это качество процесса, в соответствии с которым вероятность приемки партии равна 10 %.

Для «s» метода качество риска потребителя является решением относительно  $p$  уравнения

$$F_{n-1, \sqrt{n} K_p}(\sqrt{n} k) = 0,90$$

где  $n$  - объем выборки;  $k$  - контрольный норматив «s» метода;

$K_p$  - квантиль уровня  $(1 - p)$  нормированного нормального распределения;

$F_{n-1, \sqrt{n} K_p}(\cdot)$  - функция распределения нецентрального распределения Стьюдента с  $(n - 1)$  степенями свободы и параметром не центральности  $\sqrt{n} K_p$ .

Значения качества риска потребителя для планов «s» метода приведены в таблицах стандарта.

**Таблица 5 - Качество риска потребителя (в процентах) для нормального контроля, «s» метод**

Класс объема выборки		Предел приемлемого качества (% несоответствующих единиц продукции)															
		0,01	0,015	0,025	0,04	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	52,9	56,0	63,1
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	41,3	44,2	56,6
D	6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	31,0	35,3	50,5
E	9	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	24,2	28,6	45,5
F	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	19,2	24,3	41,6
G	18	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	7,15	8,51	10,4	12,8	16,4	21,3	28,6	35,7
H	25	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	4,33	5,27	6,58	8,23	10,8	14,2	19,2	24,0	30,7
J	35	↓	↓	↓	↓	↓	↓	2,53	3,15	4,02	5,12	6,82	9,11	12,5	15,7	20,2	25,9
K	50	↓	↓	↓	↓	↓	1,46	1,86	2,42	3,13	4,25	5,78	8,05	10,3	13,3	17,1	23,5
L	70	↓	↓	↓	↓	0,836	1,08	1,43	1,88	2,59	3,58	5,05	6,49	8,49	11,0	15,2	↑
M	95	↓	↓	↓	0,490	0,640	0,860	1,14	1,60	2,24	3,20	4,14	5,45	7,11	9,86	↑	↑
N	125	↓	↓	0,289	0,382	0,519	0,699	0,988	1,39	2,01	2,61	3,46	4,54	6,34	↑	↑	↑
P	160	↓	0,172	0,229	0,314	0,425	0,606	0,862	1,25	1,64	2,18	2,87	4,03	↑	↑	↑	↑
Q	200	0,105	0,141	0,195	0,265	0,381	0,545	0,797	1,05	1,40	1,86	2,61	↑	↑	↑	↑	↑
R	250	0,0849	0,118	0,161	0,234	0,336	0,495	0,653	0,876	1,16	1,65	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Примечание — Качество риска потребителя — доля несоответствующих единиц продукции процесса, для которой в среднем 10 % партий будет принято.

Для «σ» метода качество риска потребителя определяют по формуле

$$\Phi\left(\frac{1,2816/\sqrt{n}}{k}\right),$$

где  $n$  - объем выборки;

$k$  - контрольный норматив «σ» метода;

$\Phi(\cdot)$  - функция распределения нормированного нормального распределения.

Значения качества риска потребителя для планов «σ» метода приведены в таблицах стандарта.

**Таблица 6 - Качество риска потребителя (в процентах) для нормального контроля, «σ» метод**

Код объема выборки	Объем выборки	Предел приемлемого качества (% несоответствующих единиц продукции)															
		0,01	0,015	0,025	0,04	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
B	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	61,3	66,6	73,7
C	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	40,1	46,0	53,9
D	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	25,6	30,6	37,3	45,3
E	6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	14,6	18,2	23,2	29,3
F	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	11,0	14,4	18,6	25,2
G	10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	5,21	6,79	9,07	12,0	16,5	22,6	31,3	39,4
H	12	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	3,19	4,22	5,72	7,64	10,7	14,9	20,9	26,7	34,4
J	15	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,88	2,51	3,45	4,67	6,63	9,36	13,4	17,3	22,6	29,2
K	18	↓	↓	↓	↓	↓	1,15	1,55	2,14	2,93	4,21	6,00	8,69	11,3	15,0	19,5	26,9
L	21	↓	↓	↓	↓	0,698	0,945	1,32	1,81	2,63	3,77	5,52	7,25	9,64	12,7	17,6	↑
M	25	↓	↓	↓	0,422	0,576	0,809	1,12	1,63	2,36	3,49	4,60	6,17	8,17	11,5	↑	↑
N	32	↓	↓	0,244	0,336	0,475	0,662	0,973	1,42	2,11	2,81	3,80	5,06	7,17	↑	↑	↑
P	40	↓	0,143	0,197	0,279	0,391	0,580	0,851	1,28	1,71	2,32	3,11	4,43	↑	↑	↑	↑
Q	50	0,0851	0,118	0,169	0,237	0,353	0,522	0,787	1,06	1,44	1,94	2,79	↑	↑	↑	↑	↑
R	65	0,0687	0,0984	0,139	0,208	0,309	0,467	0,631	0,866	1,17	1,69	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Примечание – Качество риска потребителя – доля несоответствующих единиц продукции процесса, для которой в среднем 10 % партий будет принято.

## 4.2. Риск производителя

**риск изготовителя (producer's risk); PR:** Вероятность отклонения партии с уровнем качества, являющимся в соответствии с планом контроля приемлемым.

**Риск изготовителя** - это вероятность неприемки партии, когда доля несоответствующих единиц продукции процесса равна  $AQL$ , т.е. единица минус вероятность приемки партии, когда доля несоответствующих единиц продукции процесса равна  $AQL$ .

Для «s» метода риск изготовителя равен

$$F_{n-1, \sqrt{n}K_p}(\sqrt{n}k) = 0,90$$

где  $n$  - объем выборки;

$p$  -  $AQL$ , выраженный через долю несоответствующих единиц продукции;

$k$  - контрольный норматив «s» метода;

$K_p$  - квантиль уровня  $(1 - p)$  нормированного нормального распределения

$F_{n-1, \sqrt{n}K_p}(\cdot)$  - функция распределения нецентрального - распределения с  $(n - 1)$  степенями свободы и параметром нецентральности  $\sqrt{n}K_p$ .

Значения риска изготовителя для планов «s» метода приведены в таблицах стандарта.

Для «σ» метода риск изготовителя равен

$$\Phi(\sqrt{n}(k - K_p))$$

где  $n$  - объем выборки;

$p$  -  $AQL$ , выраженный через долю несоответствующих единиц продукции;

$k$  - контрольный норматив «σ» метода,

$K_p$  - квантиль уровня  $(1 - p)$  нормированного нормального распределения;

$\Phi(\cdot)$  - функция нормированного нормального распределения.

Значения риска изготовителя для планов «σ» метода приведены в таблицах стандарта.

**Таблица 7 - Риск изготовителя (в процентах) для нормального контроля, «s» метод**

Код объема выборки	Объем выборки	Предел приемлемого качества (% несоответствующих единиц продукции)															
		0,01	0,015	0,025	0,04	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	10,9	12,8	9,7
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	9,7	11,4	8,7
D	6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	8,1	9,6	9,7	9,3	5,3
E	9	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	7,4	7,6	8,1	7,8	5,8	2,7
F	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	7,0	7,4	6,7	7,3	5,7	3,9	1,3
G	18	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	6,1	7,0	6,6	6,0	5,4	3,9	2,1	1,6
H	25	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	5,3	6,0	6,3	6,1	4,4	3,8	2,3	2,6	1,9
J	35	↓	↓	↓	↓	↓	↓	4,3	5,2	5,3	5,9	4,7	3,1	2,3	2,7	3,2	3,2
K	50	↓	↓	↓	↓	↓	3,7	3,6	4,1	4,4	4,0	3,0	1,5	2,3	2,7	4,0	2,4
L	70	↓	↓	↓	↓	3,2	3,4	3,0	3,7	3,2	2,9	1,7	1,7	2,6	3,9	4,0	↑
M	95	↓	↓	↓	2,3	2,9	2,7	2,5	2,5	2,2	1,6	2,0	1,9	3,6	3,6	↑	↑
N	125	↓	↓	1,8	2,2	2,5	2,5	1,7	1,8	1,3	2,1	2,5	2,8	3,7	↑	↑	↑
P	160	↓	1,3	1,8	2,0	2,5	1,9	1,3	1,1	1,8	3,0	4,1	3,0	↑	↑	↑	↑
Q	200	1,2	1,2	1,5	1,8	1,7	1,3	0,7	1,5	2,3	4,4	4,0	↑	↑	↑	↑	↑
R	250	1,2	1,0	1,5	1,4	1,4	0,9	1,1	2,2	3,9	5,2	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Примечание — Риск изготовителя — это вероятность неприемки партии, когда доля несоответствующих единиц продукции процесса равна AQL.



Таблица 8 - Риск изготовителя (в процентах) для нормального контроля, «с» метод

Код объема выборки	Объем выбор- ки	Предел приемлемого качества (% несоответствующих единиц продукции)															
		0,01	0,015	0,025	0,04	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
B	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	5,5	7,1	7,7
C	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	4,7	5,8	6,6
D	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	4,0	5,2	5,8
E	6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	3,3	3,5	4,2	4,7	4,4	3,2
F	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	3,0	3,4	3,2	4,1	3,7	3,5	2,1
G	10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	2,5	3,2	3,2	3,1	3,3	3,0	2,5	2,8
H	12	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	2,2	2,7	3,2	3,4	2,7	2,9	2,4	3,5	3,9
J	15	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,5	2,2	2,6	3,3	2,8	2,2	2,2	3,2	4,7	5,9
K	18	↓	↓	↓	↓	↓	1,5	1,5	2,1	2,6	2,7	2,3	1,6	2,8	4,1	6,8	6,2
L	21	↓	↓	↓	↓	1,4	1,7	1,6	2,4	2,3	2,5	2,0	2,4	4,2	6,6	8,2	↑
M	25	↓	↓	↓	1,0	1,5	1,6	1,6	1,9	2,0	1,9	2,7	3,1	6,1	7,2	↑	↑
N	32	↓	↓	0,6	0,9	1,3	1,4	1,1	1,4	1,3	2,5	3,3	4,3	6,3	↑	↑	↑
P	40	↓	0,3	0,6	0,8	1,3	1,1	0,8	0,9	1,8	3,3	5,1	4,7	↑	↑	↑	↑
Q	50	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	0,7	0,4	1,2	2,2	4,7	5,0	↑	↑	↑	↑	↑
R	65	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	1,5	3,4	5,1	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Примечание — Риск изготовителя — это вероятность неприемки партии, когда доля несоответствующих единиц продукции процесса равна AQL.

## 5. Выбор плана контроля.

При формировании плана контроля различают стандартный и специальный планы.

### Стандартные планы

Стандартная процедура может быть применена только при непрерывном производстве.

Эта стандартная процедура, использующая уровень контроля II и начинающаяся с «с» метода, для заданного объема партии позволяет определить объем выборки и таким образом выбрать план выборочного контроля. Но все это справедливо при условии, что сначала определяют AQL, затем - объем выборки и лишь потом - предельное качество (10% вероятность приемки).

В системе применены правила переключения. Эти правила позволяют увеличивать жесткость контроля и прекращать контроль, если качество процесса сохраняется на уровне AQL.

### Специальные планы

Если стандартные планы являются неприемлемыми, необходимо разработать специальный план. Затем следует решить, какая комбинация AQL, предельного качества и объема выборки является наиболее подходящей, учитывая, что эти величины являются зависимыми (выбор двух из них определяет значение третьей).

Этот выбор не является полностью свободным. То, что объем выборки является обязательно целым числом, налагает некоторые ограничения.

До начала контроля по количественному признаку необходимо проверить является ли непрерывным производство и можно ли считать нормальным распределение характеристики качества.

## 5.1 Стандартная процедура для «с» метода

### Процедура определения плана:

1. в соответствии с уровнем контроля (обычно это уровень II) и объемом партии определяют код объема выборки;

2. для единственного предела поля допуска в соответствии с кодом и  $AQL$  определяют объем выборки  $n$  и контрольный норматив  $k$ . Для объединенного контроля с двумя пределами поля допуска и с объемом выборки не менее пяти находят соответствующую кривую приемки;
3. отбирают случайную выборку объема  $n$ , измеряют характеристику  $x$  для каждой единицы продукции, а затем вычисляют выборочное значение  $\bar{x}$  и выборочное стандартное отклонение  $s$ . Если  $\bar{x}$  лежит вне предела поля допуска, партия может быть признана несоответствующей даже без вычисления  $s$ . Однако вычисление  $s$  необходимо для отчета.

#### **Критерии приемки односторонних пределов поля допуска**

Если заданы односторонние пределы поля допуска, вычисляют статистику качества:

$$Q_U = \frac{U - \bar{x}}{s}$$

$$Q_L = \frac{\bar{x} - L}{s}$$

Затем сравнивают статистику качества ( $Q_U$  или  $Q_L$ ) с контрольным нормативом  $k$ , для нормального, усиленного или ослабленного контроля соответственно. Если статистика качества больше контрольного норматива или равна ему, партию принимают. В противном случае партию отклоняют.

Таким образом, если задан только верхний предел поля допуска  $U$  партию принимают, если  $Q_U \geq k$ , и отклоняют, если  $Q_U < k$ . Если задан только нижний предел поля допуска  $L$ , партию принимают, если  $Q_L \geq k$ , и отклоняют, если  $Q_L < k$ .

#### **Графический метод для единственного предела поля допуска**

При использовании графического метода строят на миллиметровой бумаге прямую  $\bar{x} = U - ks$  (для верхнего предела),  $\bar{x} = L + ks$  (для нижнего предела), соответственно с  $\bar{x}$  в качестве вертикальной оси и  $s$  в качестве горизонтальной оси. При контроле с верхним пределом поля допуска зоной приемки является область ниже линии. В случае нижнего предела поля допуска зоной приемки является область выше линии. На график наносят точку  $(s, \bar{x})$ . Если эта точка находится в зоне приемки, партию принимают; в противном случае партию отклоняют.

## **5.2. Стандартная процедура для «σ» метода**

#### **Определение плана, отбор выборки и предварительные вычисления**

1. «σ» метод предназначен для использования только в том случае, когда есть основание считать стандартное отклонение  $\sigma$  процесса постоянным с известным значением.
2. определяют код объема выборки
3. в зависимости от жесткости контроля в соответствии с кодом объема выборки и указанным  $AQL$  определяют объем выборки  $n$  и контрольный норматив  $k$ .
4. отбирают случайную выборку этого размера, измеряют контролируемую характеристику  $x$  для всех единиц продукции выборки и вычисляют выборочное среднее  $\bar{x}$ . Стандартное отклонение выборки  $s$  также необходимо вычислять, но только для проверки длительной стабильности стандартного отклонения процесса.

#### **Критерии приемки в случае единственного предела поля допуска**

Критерий приемки может быть найден в соответствии с процедурой, приведенной для «s» метода. Сначала необходимо заменить  $s$ , полученное по отдельным выборкам, на предполагаемое известное значение стандартного отклонения процесса  $\sigma$  и затем сравнить расчетное значение  $Q$  со значением контрольного норматива  $k$ .

При этом критерий приемки

$$Q_U \geq k \quad [Q_U = (U - \bar{x})/\sigma]$$

в случае, когда задан только верхний предел поля допуска, может быть записан как  $\bar{x} = U - k\sigma$ . Так как значения  $U$ ,  $k$  и  $\sigma$  известны заранее, приемочное значение  $\bar{x}_U$  [ $\bar{x}_U = U - k\sigma$ ] должно быть определено до начала контроля.

Для верхнего предела поля допуска партию принимают, если  $\bar{x} \leq \bar{x}_U$  [ $\bar{x}_U = U - k\sigma$ ], и отклоняют, если  $\bar{x} > \bar{x}_U$  [ $\bar{x}_U = U - k\sigma$ ].

Аналогично для нижнего предела поля допуска партию принимают, если  $\bar{x} > \bar{x}_L$  [ $\bar{x}_L = L + k\sigma$ ], и отклоняют, если  $\bar{x} \leq \bar{x}_L$  [ $\bar{x}_L = L + k\sigma$ ].

### 5.3. Переключения между «s» и «σ» методами

#### Оценка стандартного отклонения процесса

Необходимо периодически вычислять значение  $s$  как оценку стандартного отклонения процесса  $\sigma$  и в «s», и в «σ» методах. Значение  $\sigma$  должно быть повторно оценено в интервалах из пяти партий, если уполномоченная сторона не определяет другой интервал. Оценка должна быть основана на предшествующих 10 партиях, если уполномоченная сторона не определяет другое количество партий для оценки.

#### Состояние статистической управляемости

Вычисляют верхнюю границу контроля для каждой из этих 10 партий или другого количества партий, определенного уполномоченной стороной по формуле

$$c_u \sigma,$$

где  $c_u$  - коэффициент, зависящий от объема выборки  $n$ .

Если ни одно из стандартных отклонений выборки  $s_j$  не превышает соответствующую границу контроля, то можно считать, что процесс находится в состоянии статистической управляемости. В противном случае полагают, что процесс не находится в состоянии статистической управляемости.

1. Если объемы выборок всех партий равны, то значение  $c_u \sigma$  является общим для всех партий.

2. Если объем выборки для каждой партии свой, нет необходимости вычислять  $c_u \sigma$  для тех партий, у которых стандартное отклонение выборки  $s$  меньше или равно  $\sigma$ .

#### Переключение с «s» метода на «σ» метод

Если процесс находится в состоянии статистической управляемости и применяют «s» метод, то может быть назначен «σ» метод с использованием последнего значения  $s$  для  $\sigma$ .

#### Переключение с «σ» метода на «s» метод

Рекомендуется сохранять контрольную карту для  $s$  даже при выполнении «σ» метода. Как только процесс выходит из состояния статистической управляемости, контроль должен быть переключен на «s» метод.

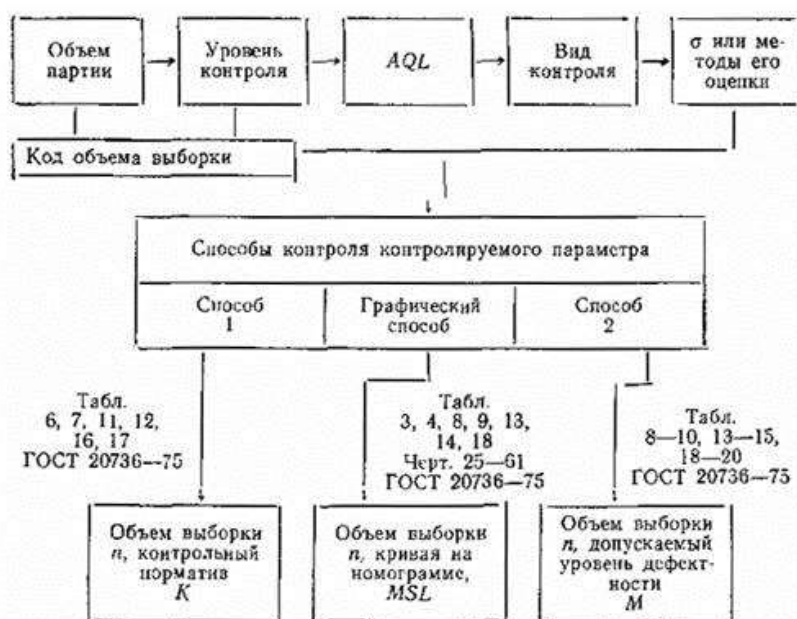


Рисунок 2 - Схема контроля по количественному признаку

## Список литературы

1. ГОСТ 18321-73 Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции. Дата актуализации текста 06.04.2015. – М: Стандартинформ, 2008
2. ГОСТ Р 50779.30-95 Статистические методы. Приемочный контроль качества. Общие требования. Введен 01.07.1996. Дата актуализации 06.04.2015 – М: Стандартинформ, 2009
3. ГОСТ Р ИСО 28640 -2012 Статистические методы. Генерация случайных чисел. Введен впервые. Дата введения 01.12.2013 – М: Стандартинформ, 2014
4. ГОСТ Р ИСО 3951-1-2015 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля и карты контроля по количественному признаку. Часть 1. Требования к одноступенчатым планам на основе предела приемлемого качества для контроля последовательных партий по единственной характеристике и единственному AQL– М: Стандартинформ, 2015.
5. ГОСТ Р ИСО 3951-2-2009 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля и карты контроля по количественному признаку. Часть 2. Общие требования к одноступенчатым планам на основе AQL при контроле последовательных партий по независимым характеристикам качества. – М: Стандартинформ, 2011.
6. ГОСТ Р ИСО 3951-3-2009 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля и карты контроля по количественному признаку. Часть 1. Двухступенчатые схемы на основе AQL для контроля последовательных партий. – М: Стандартинформ, 2011
7. ГОСТ Р ИСО 3951-4-2013 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по количественному признаку. Часть 4. Процедуры оценки заявленного уровня качества. – М: Стандартинформ, 2014.
8. ГОСТ Р ИСО 3951-5-2013 Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по количественному признаку. Часть 5. Последовательные планы на основе AQL для известного стандартного отклонения. – М: Стандартинформ, 2014.
9. ГОСТ Р ИСО/ТО 8550-1-2007 Статистические методы. Руководство по выбору и применению систем статистического приемочного контроля дискретных единиц продукции в партиях. Часть 1. Общие требования – М: Стандартинформ, 2008
10. РД 50-605-86 Методические указания по применению стандартов на статистический приемочный контроль

## Контрольные вопросы.

1. К каким объектам можно применить план выборочного контроля?
2. В чем специфика контроля по количественному признаку?
3. Что понимают под статистическим приемочным контролем по количественному признаку?
4. Критерии выбора контроля по количественному признаку.
5. Какие показатели используются для выбора плана контроля?
6. Кем может проводиться статистическим приемочным контролем по количественному признаку?
7. Дайте определение термину «предел поля допуска».
8. Что такое AQL?
9. Что такое Контрольный норматив?
10. Что такое LQ?
11. Дайте определение «Статистика качества».
12. В чем отличие предельного качества от предела приемлемого качества?
13. Какие значения может принимать AQL?
14. В отличие между «s» методом и «σ» методом?
15. В чем заключается процедура определения  $s$ ?
16. Особенности процедуры определения  $\sigma$ .
17. Как вы понимаете термин «риск потребителя»?
18. Что такое риск поставщика?
19. Принципы по установлению нормативного значения риска потребителя при контроле поставщика.
20. Для чего используется «Степень доверия»?
21. Приведите формулу определения риска потребителя для  $\sigma$  метода.
22. Как рассчитывается риск потребителя для  $s$  метода?
23. Что такое план выборочного контроля?
24. Какие планы используются при формировании плана контроля по количественному признаку?
25. Когда применяются стандартные планы?
26. Стандартная процедура для «s» метода.
27. Стандартная процедура для «σ» метода.
28. Правило переключения между «s» и «σ» методом.
29. Приведите схему контроля по количественному признаку.



## Приложение А

### Таблицы для определения объемов выборки

Для определения объемов выборки используют таблицы А.1 и А.2.

Т а б л и ц а А.1 — Коды объема выборки и уровни контроля

Объем партии	Специальные уровни контроля				Общие уровни контроля		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 — 8	B	B	B	B	B	B	B
9 — 15	B	B	B	B	B	B	C
16 — 25	B	B	B	B	B	C	D
26 — 50	B	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	F	G	H
281 — 500	B	C	D	E	F	H	J
501 — 200	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
Более 500000	D	E	H	K	N	Q	R

П р и м е ч а н и е — Коды объема выборки и уровни контроля в настоящем стандарте соответствуют приведенным в ИСО 2859-1.

Т а б л и ц а А.2 — Объемы выборки для кода объема выборки и метода контроля

Код объема выборки	«з» метод		«к» метод		Эквивалентный объем выборки по ИСО 2859-1 для контроля по альтернативному признаку	
	Нормальный и усиленный контроль	Ослабленный контроль	Нормальный и усиленный контроль	Ослабленный контроль	Нормальный и усиленный контроль	Ослабленный контроль
B	3	3	2	2	3	2
C	4	3	3	2	5	2
D	6	3	4	2	8	3
E	9	4	6	3	13	5
F	13	6	8	4	20	8
G	18	9	10	6	32	13
H	25	13	12	8	50	20
J	35	18	15	10	80	32
K	50	25	18	12	125	50
L	70	35	21	15	200	80
M	95	50	25	18	315	125
N	125	70	32	21	500	200
P	160	95	40	25	800	315
Q	200	125	50	32	1250	500
R	250	160	65	40	2000	800

П р и м е ч а н и е — Коды объема выборки и уровни контроля в настоящем стандарте соответствуют приведенным в ИСО 2859-1.