

Статистически методи за управление на качеството



Указания за статистическите методи, които могат да се използват за управление на качеството са дадени в

ISO/TR 10017.

- Нагледни статистики
- Анализ на възможностите на процеси
- Статистически процесен контрол (SPC)
- Извадков контрол (AS)
- Проверка на хипотези
- Анализ на временни редове
- Анализ на измерванията
- Планиране на експеримента (DOE)
- Регресионен анализ
- Анализ на надеждността
- Моделиране

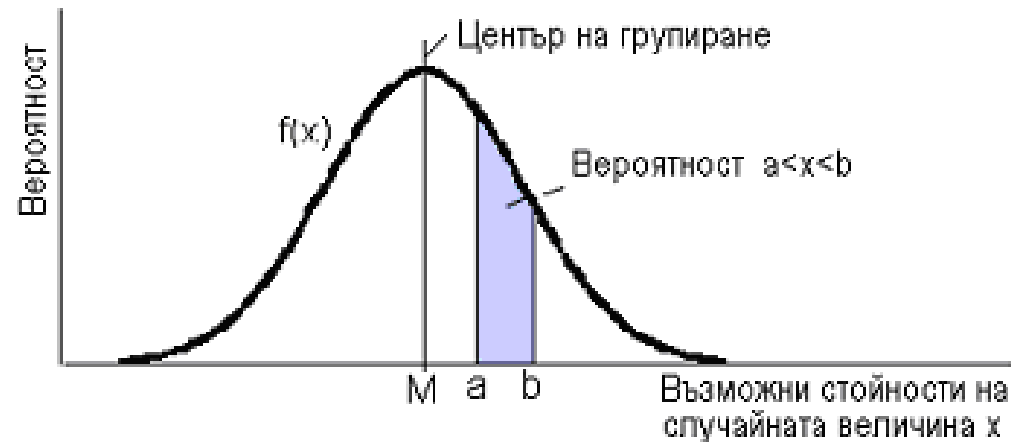
Нагледните статистики се основават на аналитични процедури, свързани с обработката и представянето на количествени данни. Използват се за количествена оценка на характеристиките на получените данни.

Типични оценки на получени чрез наблюдение данни се явяват положението на центъра на групиране на данните и тяхното разсейване.

За оценка на положението на центъра на групиране се използват **средната стойност и медианата**.

За оценка на разсейването се използват **средноквадратичната стойност и размаха**.

Важна характеристика е разпределението на данните (закон на разпределение)



■ Нагледни статистики

5/15

Средноаритметична стойност при брой на наблюденията n:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m x_{im} v_i$$

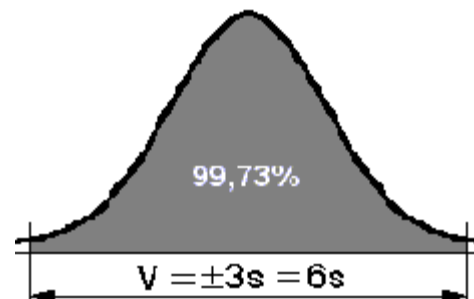
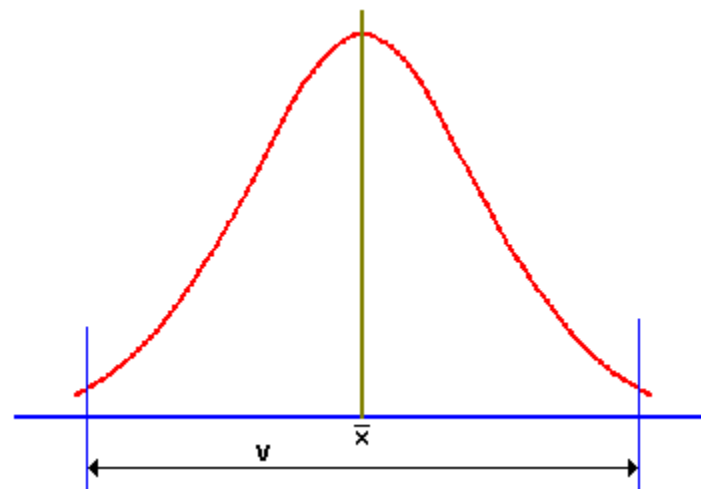
Медиана χ

Средноквадратично отклонение:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}$$

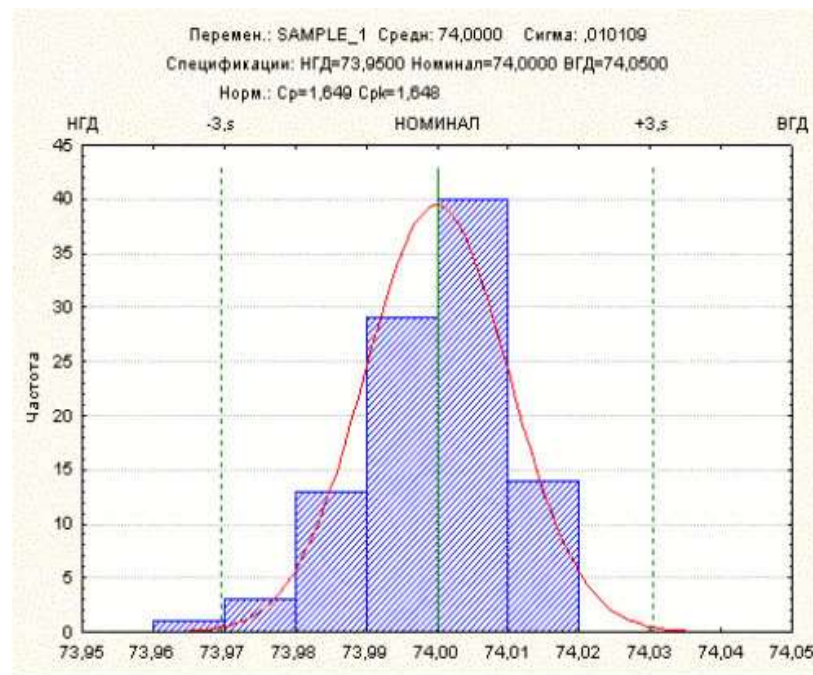
Размах:

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$



Информацията, представена с нагледни статистики може да бъде изобразена с помощта на различни графични методи.

Графичните методи позволяват да се разкрие специфичното поведение на данните, което трудно може да се забележи в данните, представени по друг начин.



- Нагледните статистики се използват за обобщаване и описване на група данни.
- Обикновено се прилагат в началния етап от анализа на количествени данни.
- Нагледните статистики предлагат ефективен и достатъчно прост начин за обобщаване и представяне на количествени данни.
- Лесни са за разбиране и използване.

Примери за използване могат да бъдат:

- обобщение на основните характеристики на параметри на продукцията (такива като средна стойност и разсеиване)
- описване на параметрите на процеси
- обобщаване на данни от рекламации на потребители

- **Проверката на хипотези** е статистическа процедура за проверка с определено ниво на доверие на обосноваността на издигната хипотеза относно една или няколко извадки.

Тази процедура може да бъде използвана за:

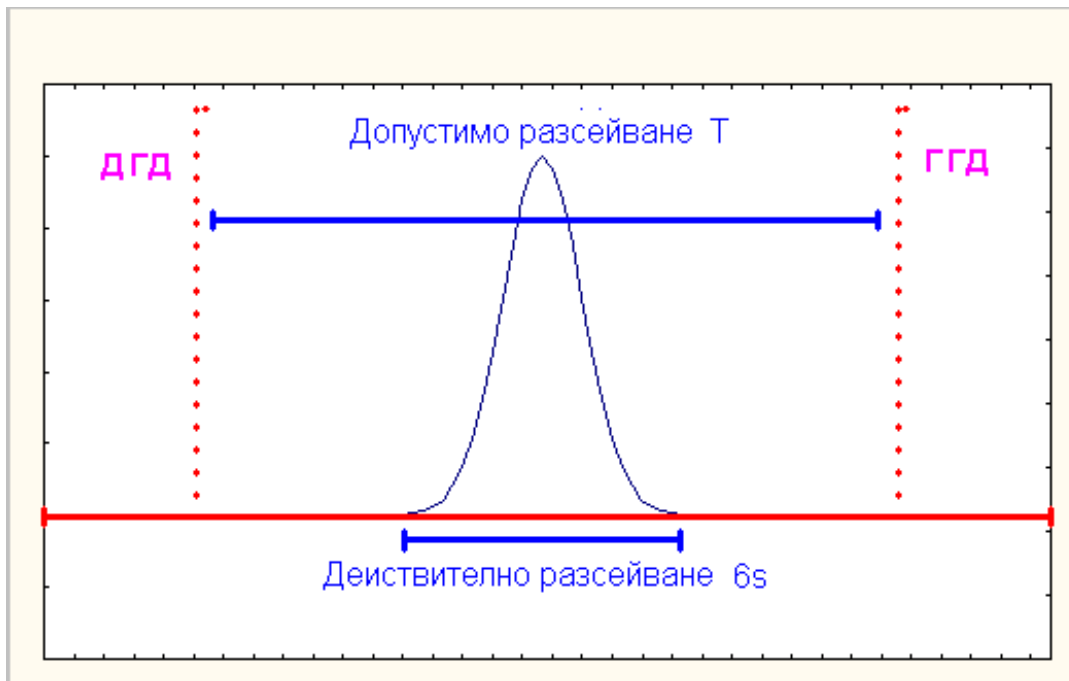
- проверка за съответствието на дадени параметри на качеството с нормираните им стойности, например за проверка на средната стойност или стандартното отклонение на разглеждана съвкупност дали съответства на зададената (нормираната) стойност;
- проверка на значимостта на разликите в две или няколко съвкупности (партиди), например за сравняване на средните стойности на съвкупности, или за проверка на това, че извадките са направени от една и съща съвкупност, както и за проверка имат ли две съвкупности близко разпределение;
- проверка действително ли екстремни стойности от наблюдения принадлежат към дадена извадка;
- проверка на вида на закона на разпределение.

- **Анализът на възможностите на процеса** се явява оценка на изменчивостта на процеса
- Възможностите на процеса могат да бъдат представени с индекси, свързващи разсейването на реалния процес с допустимото разсейване

■ Анализ на възможностите на процеса

11/15

Индекс на възможностите на процеса

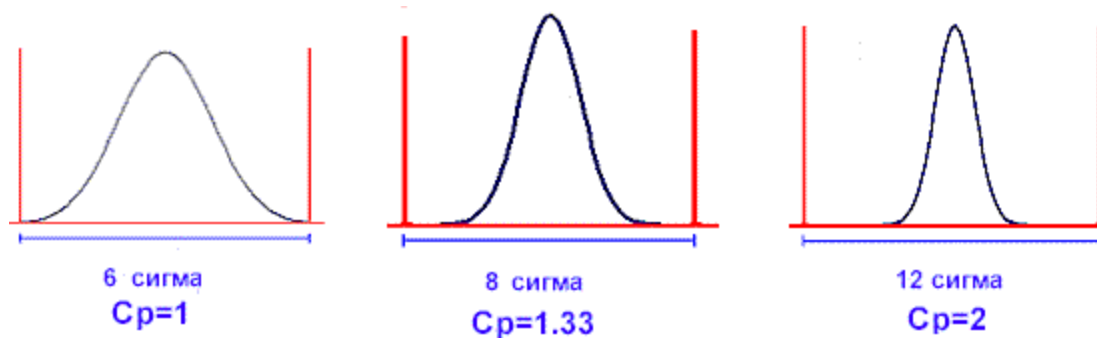
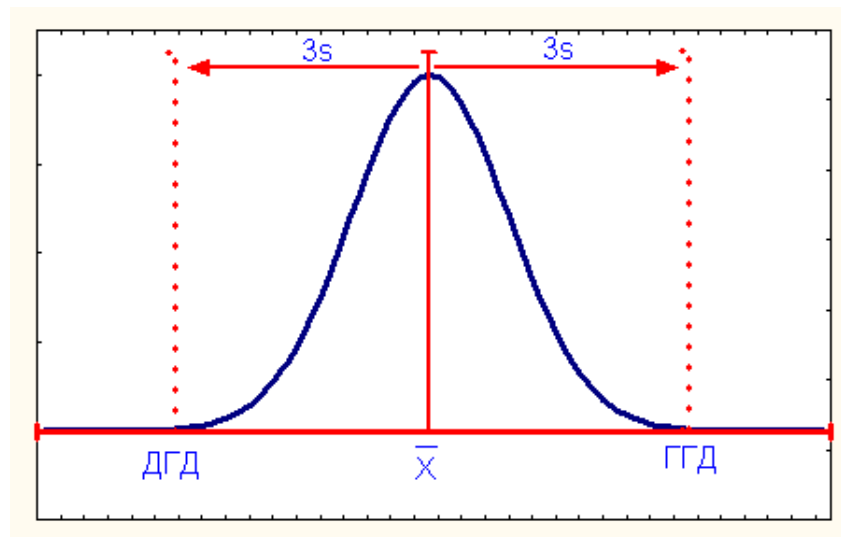


$$C_p > 1$$

$$C_p = \frac{\text{Допустимо разсейване на процеса}}{\text{Действително разсейване на процеса}} = \frac{T}{6s}$$

■ Анализ на възможностите на процеса

12/15



- Използването на $C_p=1,33$ дава известна гаранция, че в крайна сметка ще се осигури $C_p=1,0$, ако в процеса на производство възникнат допълнителни източници на разсейване.
- Минималната стойност $C_p=1,33$ обикновено се използва при текущо следене на процеса, както и при оценка на качеството на технологично оборудване

Индекс на работоспособност на процеса - C_{pk}

- Очевидно, че индекса C_p изразява потенциалната работоспособност на процеса, тъй като само разсейването на процеса се съпоставя с границите на допуска; положението центъра на групиране не се отчита. Може да се получи несъответстваща продукция и при големи стойности на C_p при разположение на средната стойност на процеса достатъчно близко до границата на допуска.
- Индексът C_{pk} използва и средната стойност на процеса и може да се разглежда като показател на неговата работоспособност.

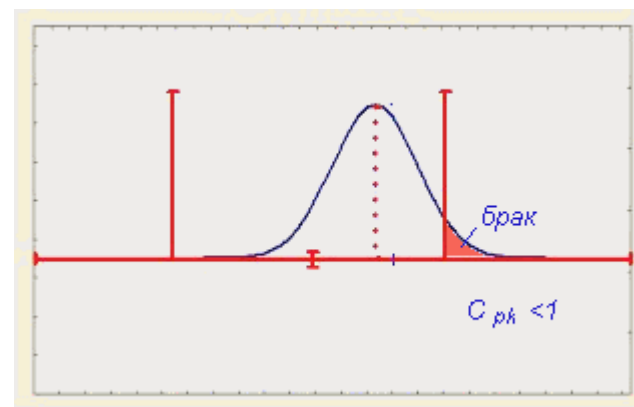
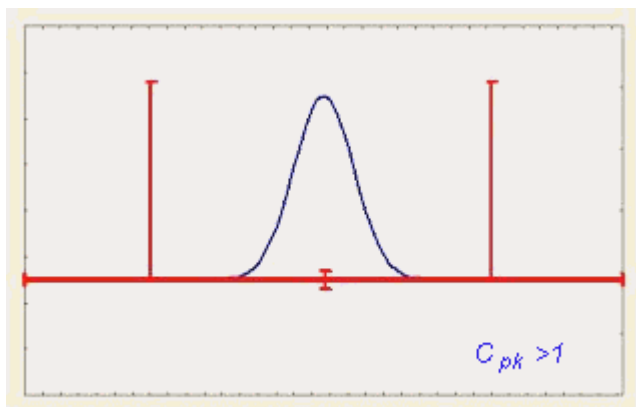
$$C_{pk1} = \frac{ГГД - \bar{X}}{3s} \quad C_{pk2} = \frac{\bar{X} - ДГД}{3s}$$

$$C_{pk} = C_{pk1} \quad \text{ако } C_{pk1} < C_{pk2}$$

$$C_{pk} = C_{pk2} \quad \text{ако } C_{pk2} < C_{pk1}$$

■ Анализ на възможностите на процеса

15/15



- *Анализът на възможностите на процеса* е изследване на изменчивостта на процеса с цел оценка на неговата способност за изработване на продукция с разсейване в рамките на допустимото.
- Използва се за определяне на способността на процеса да произвежда продукция, съответстваща на установените изисквания и за оценка на очаквания процент несъответстваща продукция.

Извадковият контрол е статистически метод за получаване на информация за характеристиките на съвкупности (партиди) чрез наблюдение на извадки от тези съвкупности.

Извадковият контрол може да бъде:

- Статистически приемателен контрол
- Извадково изследване

- *Приемателният статистически контрол* на качеството се прилага за окачествяване на готова продукция с цел проверка за спазването на изискванията за качество, но може да се използва и за оформянето на изводи относно необходимостта от вземане на мерки за подобряване на качеството.
- Позволява да се правят изводи за качеството на цели партии при проверяване само на малка част (извадка) от партидите.
- Заменя 100%-товия контрол, който е скъп и несъвършен и с увеличаване на обема на продукцията става трудно приложим.

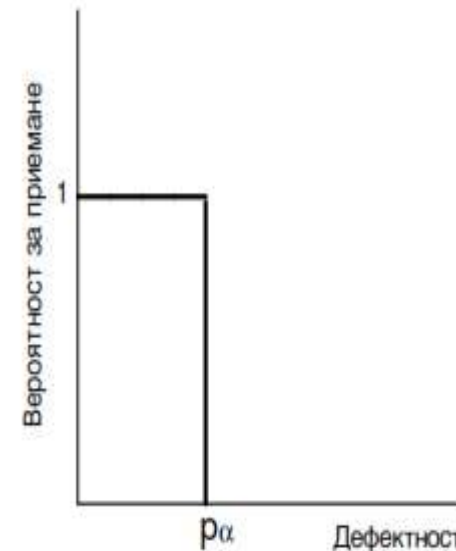
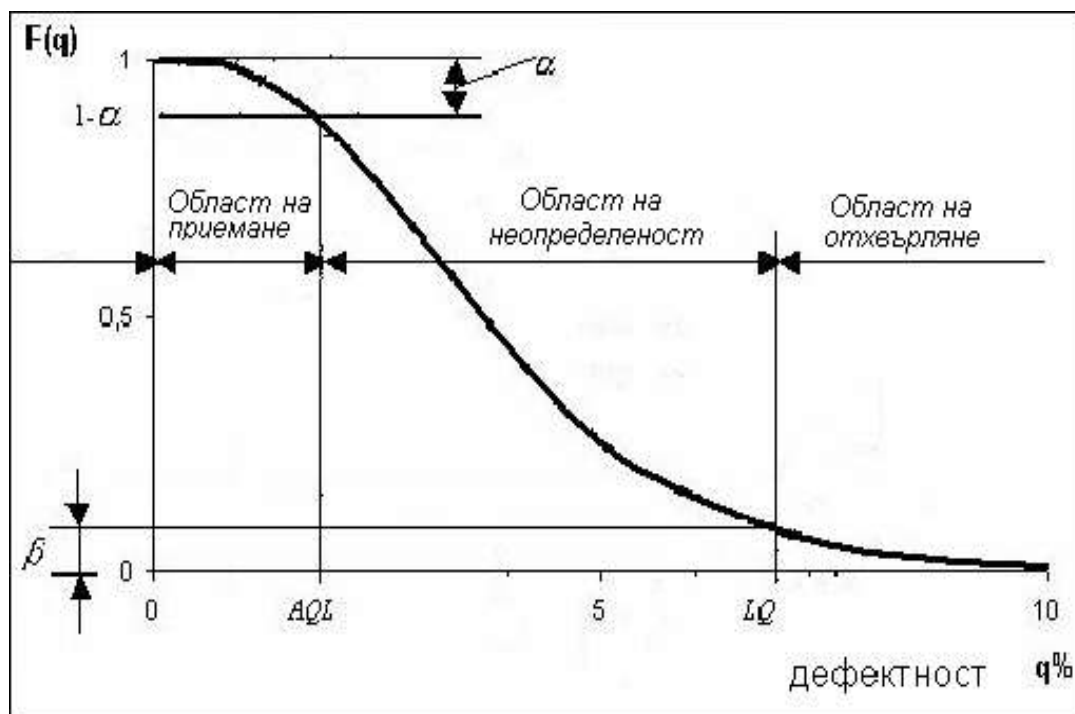
Приемателният статистически контрол може да се прилага при:

- входящия контрол
 - производствения контрол
 - изходящия контрол
-
- Извадката трябва да бъде непреднамерана (репрезентативна), т.е. всяко едно от намиращите се в партидата изделия трябва да има еднакъв шанс да попадне в наблюдаваната извадка
 - Признаците по които се проверяват изделията могат да бъдат отнесени към две основни категории:
 - качествени (алтернативни)
 - количествени

- Приемателният статистически контрол защитава предимно интересите на потребителя, но трябва да се вземат предвид и интересите на производителя. Производителят е заинтересован всички партии, отговарящи на изискванията по качеството да бъдат приети, а потребителят - всички партии, не отговарящи на качествените изисквания, да бъдат отхвърлени (да не бъдат приети).

Практически това е невъзможно и се налага предвиждането на съответни рискове както за производителя, така и за потребителя.

Оперативна характеристика



Идеална оперативна характеристика

AQL – приемателно равнище на дефектност

LQ – отхвърлящо равнище на дефектност

α - риск на производителя

β - риск на потребителя

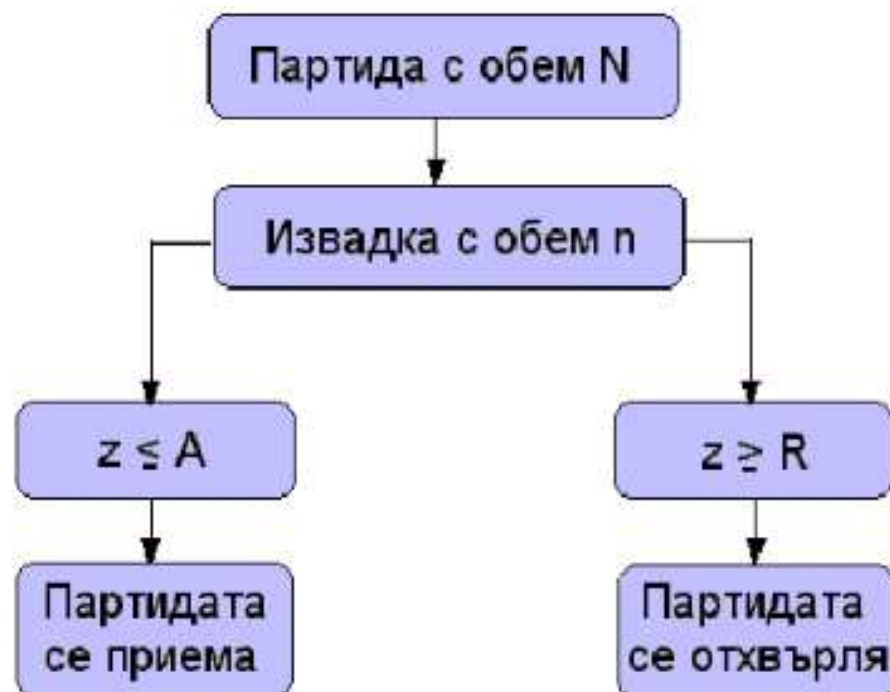
Статистически приемателен контрол по алтернативен признак

22/15

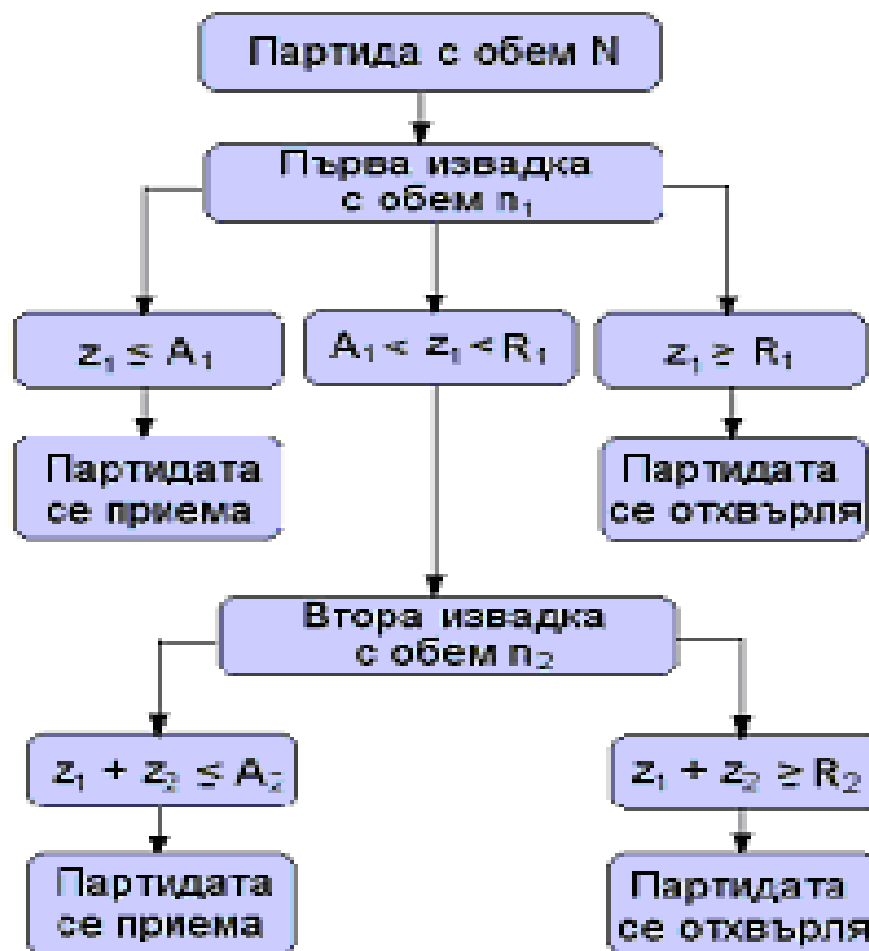
- Статистическият извадков план за контрол представлява правило, с което въз основа на статистическо изследване се прави извод за качеството и се взема решение за приемане или отхвърляне на партидата.
- Планът трябва да предпазва производителя от отхвърляне на качествена партида и да предпазва потребителя от приемане на некачествена партида т.е. рисковете на производителя и на потребителя трябва да бъдат малки.
- Извадковите планове за контрол могат да бъдат:
 - едностепенен
 - двустепенен
 - многостепенен
 - последователен

Те се основават на две регламентирани числа - *приемателно число A* и *отхвърлящо число R*, които се сравняват с броя дефектни изделия z , открити в извадките с обем n .





Едностепенен план



Двустепенен план

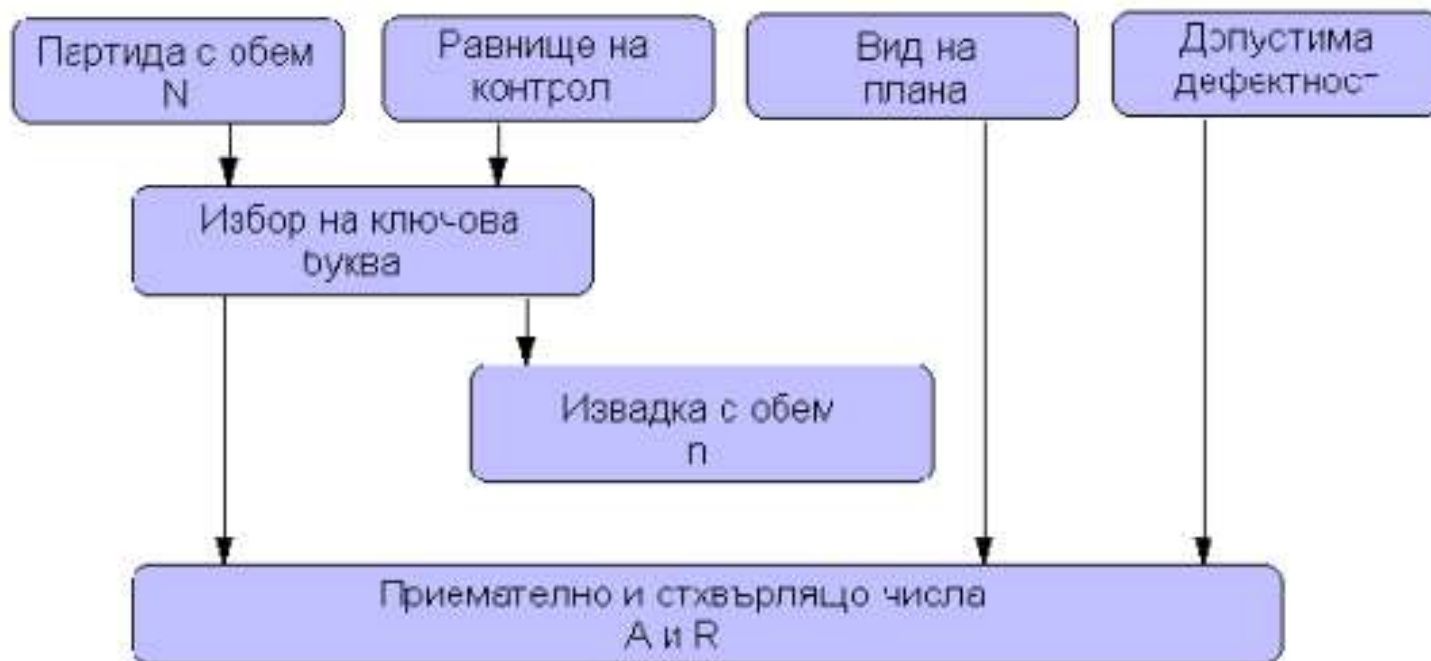


$$g = \frac{\lg \frac{1-p_{\alpha}}{1-p_{\beta}}}{\lg \frac{p_{\beta}(1-p_{\alpha})}{p_{\alpha}(1-p_{\beta})}}$$

$$h_A = \frac{\lg \frac{1-\alpha}{\beta}}{\lg \frac{p_{\beta}(1-p_{\alpha})}{p_{\alpha}(1-p_{\beta})}}$$

$$h_R = \frac{\lg \frac{1-\beta}{\alpha}}{\lg \frac{p_{\beta}(1-p_{\alpha})}{p_{\alpha}(1-p_{\beta})}}$$

Последователен извадков план



Ред за определяне на приемателно и отхвърлящо число
A и R

↓

Обем на партидата	специални разнища на прозърка				общи равнища на прозърка		
	s1	s2	s3	s4	I	II	III
91 - 150	B	B	C	D	D	F	G
151 - 280	B	C	D	E	E	G	H
281 - 500	B	C	D	E	E	H	J
501 - 1200	C	C	E	F	G	J	H

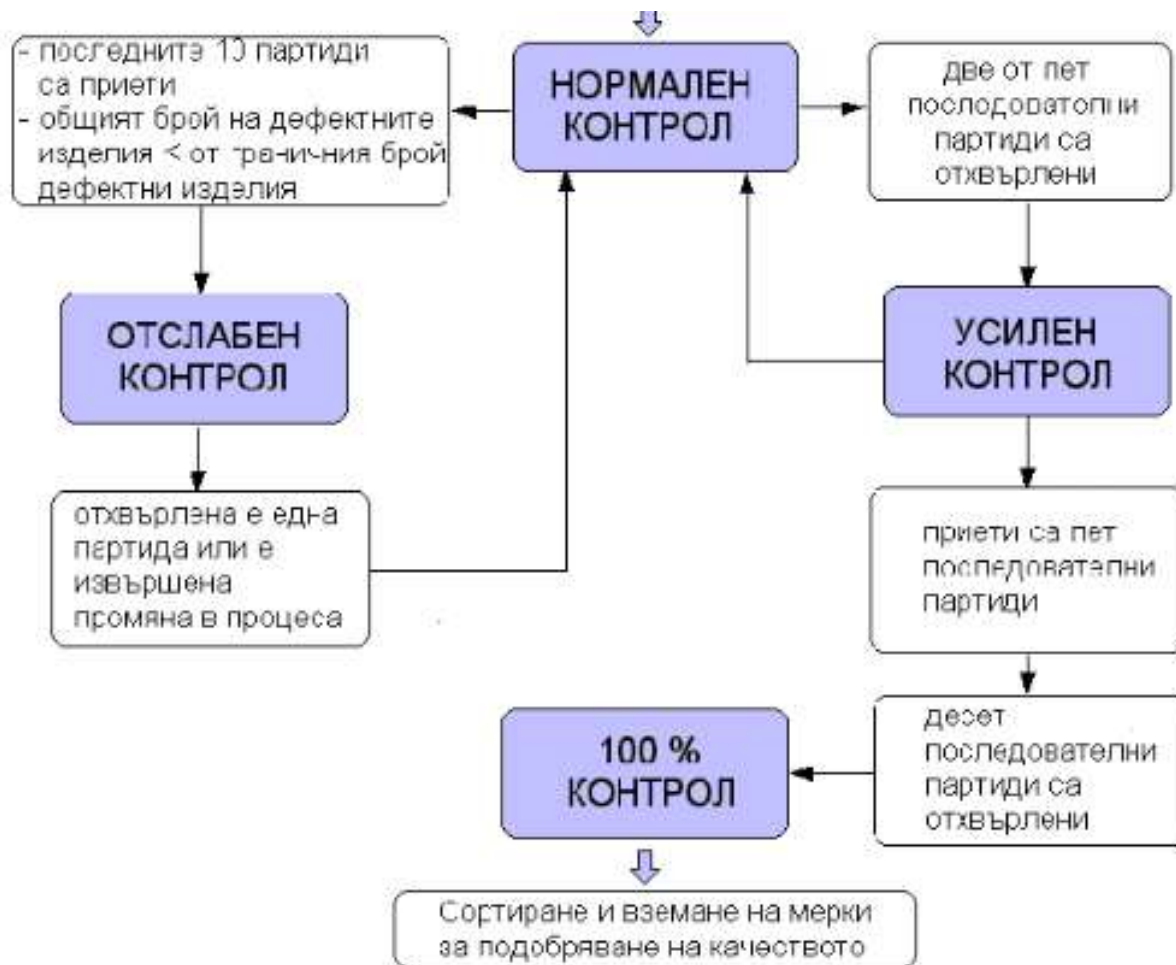
Едностепенен план - нормален контрол

Ключова буква	Обем на извадката	приемателно равнище на дефектност AQL													
		0,04		0,065		1		1,5		2,5		4		6,5	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
G	32	0	1	0	1	1	2	1	2	2	3	3	4	5	6
H	50	0	1	1	2	1	2	2	3	3	4	5	6	6	7
J	80	1	2	1	2	2	3	3	4	5	6	6	7	7	8

Определяне на приемателно и отхвърлящо число A и R от стандарти БДС 4315-81, ISO 2859, ISO 8422

■ Статистически приемателен контрол

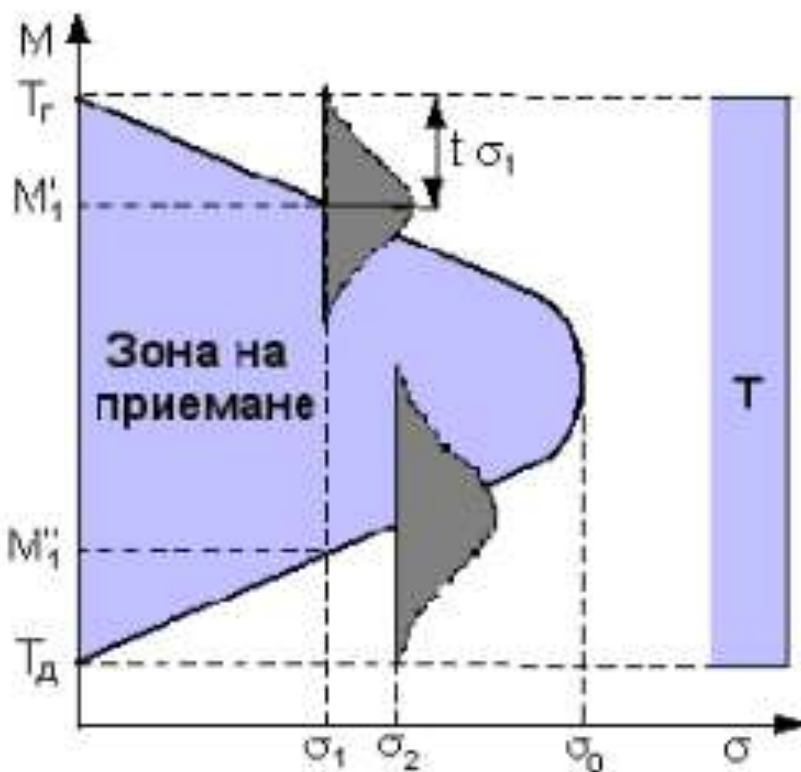
28/15



Вид на контрола

Статистически приемателен контрол по количествен признак

29/15



Контролът по количествен признак се основава на статистическите характеристики на извадката – мат.очакване M или средната стойност и ср.кв.отклонение (σ , s) или размаха R

Статистически приемателен контрол по количествен признак

30/15

Извадковите планове за приемателен статистически контрол по количествен признак са регламентирани в БДС 11052-82, ISO 3951, ISO 8423.

Последователността на действията при провеждане на приемателен статистически контрол по количествен признак е следната :

- проверява се признака за нормално разпределение;
- задава (договорира) се приемателно равнище на дефектност AQL;
- избира се равнище (ниво) на контрола (I, II, III, s_3 , s_4);
- от таблица в зависимост от обема на партидата и избраното равнище на контрол се определя ключова буква (табл. на приложението);
- избира се метод (σ, s или R-метод)
- чрез ключова буква от таблици за съответния метод (σ, s, R) се определя обема на извадката и максималното допустимо равнище на дефектност M_s , M_R , M_σ ;
- прави се извадка и се проверява;



Статистически приемателен контрол по количествен признак

31/15

- пресмятат се \bar{X} и s (или \bar{R});
- пресмятат се качествените индекси Q_r и Q_d :

$$Q_r = \frac{T_r - \bar{X}}{\sigma}, \quad Q_d = \frac{\bar{X} - T_d}{\sigma} \quad \text{- при } \sigma\text{-метод.}$$

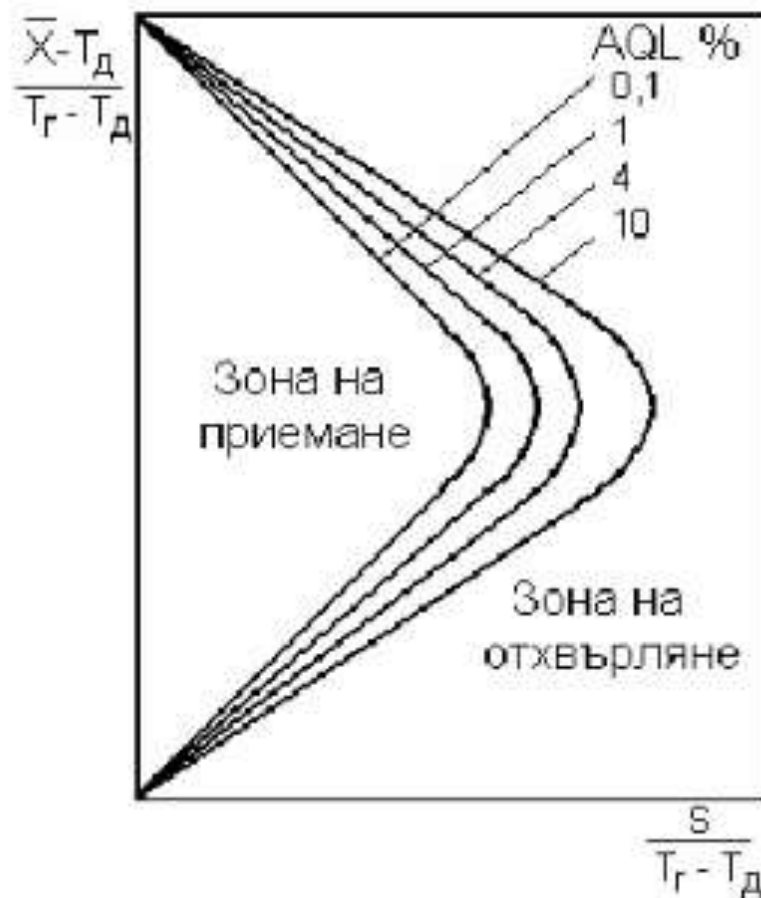
$$Q_r = \frac{T_r - \bar{X}}{s}, \quad Q_d = \frac{\bar{X} - T_d}{s} \quad \text{- при } s\text{-метод.}$$

$$Q_r = \frac{T_r - \bar{X}}{R}, \quad Q_d = \frac{\bar{X} - T_d}{R} \quad \text{- при } R\text{-метод.}$$

- определят се по таблици оценките p_r и p_d на максималното възможно равнище на дефектност на партидата в зависимост от стойността на получените качествени индекси и обема на извадката;
- партидата се приема ако е изпълнено условието $p_r + p_d \leq M_s$. Ако това условие не е изпълнено или поне един от двата качествени индекса Q_r и Q_d е отрицателен, партидата се отхвърля (не се приема).

Статистически приемателен контрол по количествен признак

32/15



Графичен метод

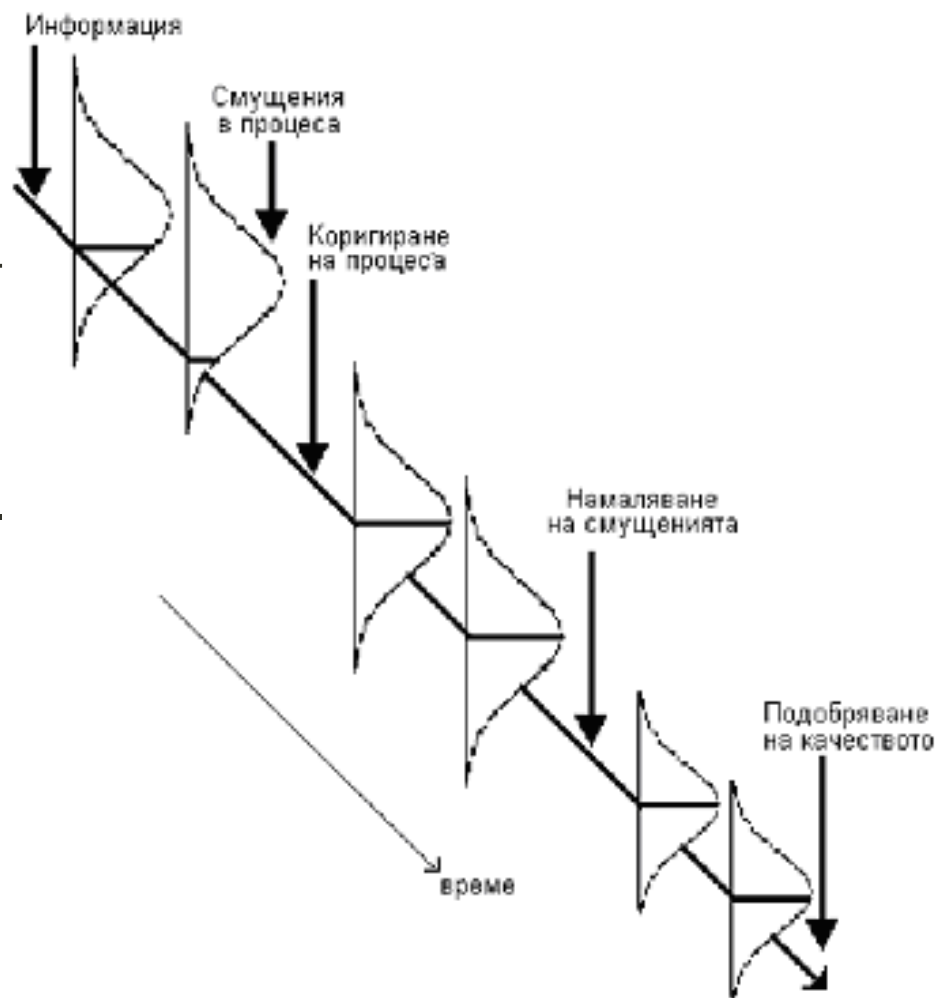


- *Извадковото изследване* се използва за събиране на информация или за оценка на една или повече характеристики на съвкупности чрез наблюдение на извадки от тези съвкупности
- Информацията за извадково изследване може да се намира и чрез анкети по определен въпрос – например за изследване на пазара, за оценка на потенциалните потребители на определен продукт или услуга, провеждане на одит за оценка на съответствието на документацията с установени процедури и др.

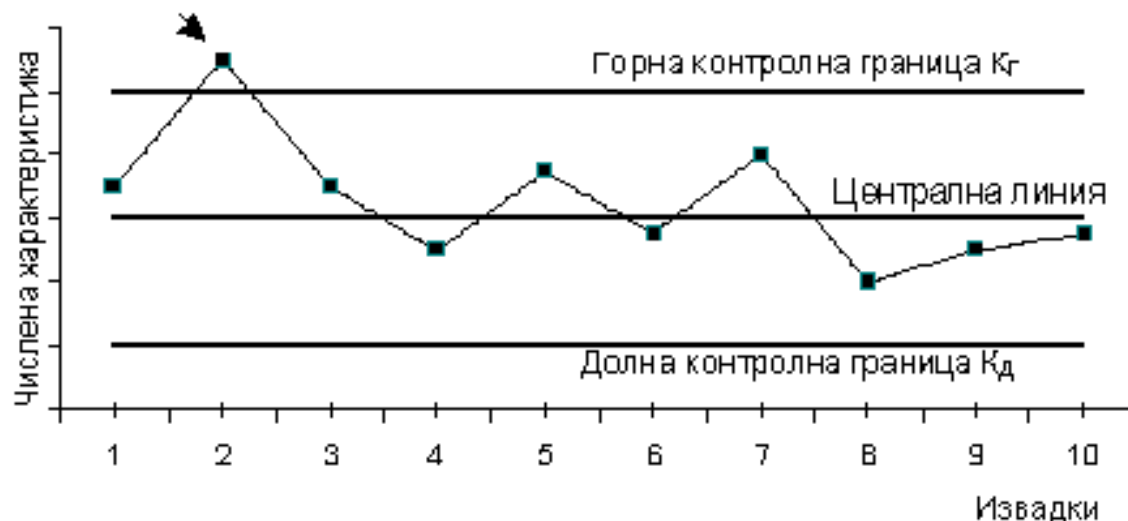
Статистически процесен контрол (SPC - Statistical Process Control)

- Прилага по време на протичане на технологичния процес с цел :
 - проследяване
 - анализиране
 - регулиране
- Използването на SPC позволява :
 - своевременно да се сигнализира при необходимост от коригиране на параметрите на процеса
 - намаляване на брака
 - подържане на качеството на зададено равнище, както и за неговото повишаване чрез усъвършенстване на технологичния процес

- При SPC контрола през определени интервали от време се правят извадки, които се подлагат на контрол, данните се обработват и анализират. При необходимост се предприемат коригиращи действия.



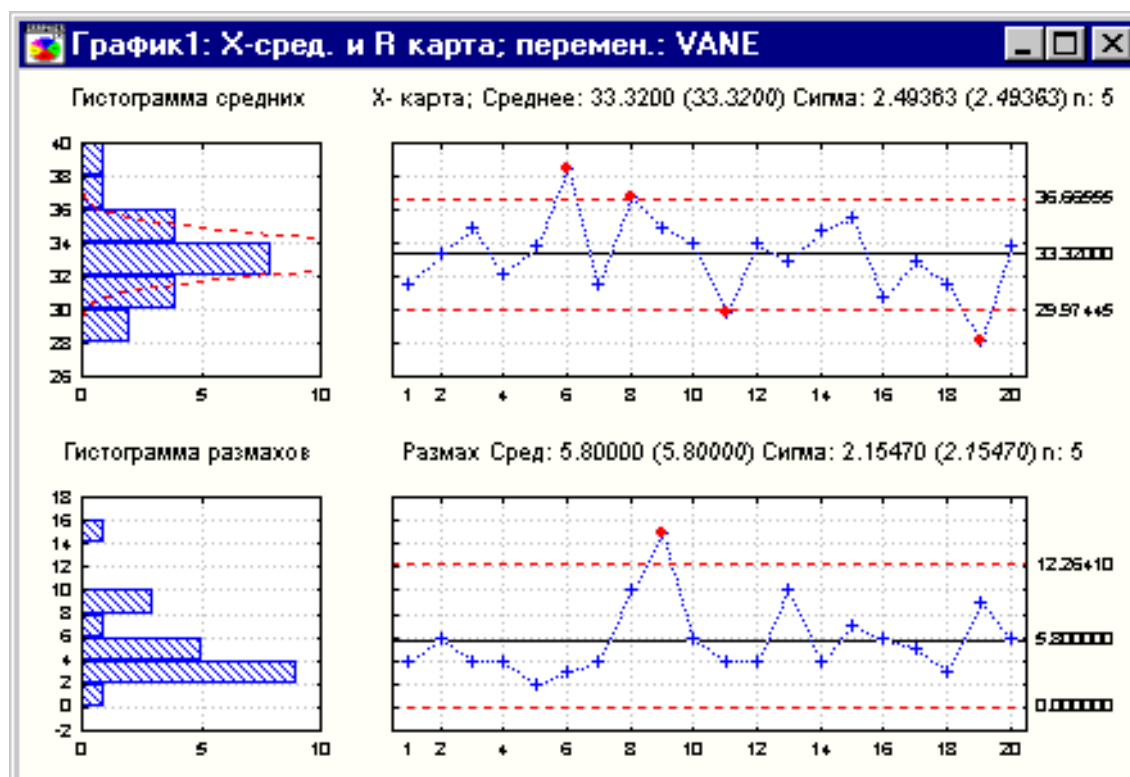
- Основно средство за непрекъсната оценка на състоянието на процеса с цел неговото регулиране са *контролните карти*. Те представляват графичен метод, чрез който се следи ходът на технологичния процес и позволяват своевременно да се откриват отклоненията от нормалните характеристики на процеса и тенденциите към такива състояния



■ SPC контрол по количествен признак

37/15

Получаването на стойности на използваната числена характеристика извън контролните граници K_g и K_d е сигнал за смущения в процеса, което налага разкриване и отстраняване на причините за тези смущения. След това се правят нови извадки, контролните граници се преизчисляват и цикълът се повтаря



Контролни карти за количествени признаци

Картите за статистическо регулиране на качеството по количествен признак се използват когато контролираните параметри са измерими величини с нормално разпределение и технологичните процеси са стабилни. Те представляват комбинация от две контролни карти, като комбинирането се извършва така, че едната от картите да характеризира положението (настройката), а другата разсейването на процеса. В зависимост от използваните числени характеристики на разпределението тези карти могат да бъдат (БДС 11319-90 Статистическо регулиране на качеството. Контролни карти):

- \bar{X}/s - карта (карта за средноаритметичната стойност и средноквадратичното отклонение;
- \bar{X}/R - карта (карта за средноаритметичната стойност и размаха);
- \tilde{X}/R - карта (карта за медианата и размаха);
- карта на практическите граници;
- $x_i/|x_i - x_{i-1}|$ - карта (карта за индивидуалните стойности и абсолютните стойности на последователните разлики).

Контролните карти се явяват основен инструмент за управление на процесите. Те нагледно отразяват развитието на процеса и показват дали той се намира под статистически контрол, т.е. е овладян, или е извън контрол.

Контролни карти за качествени признаци

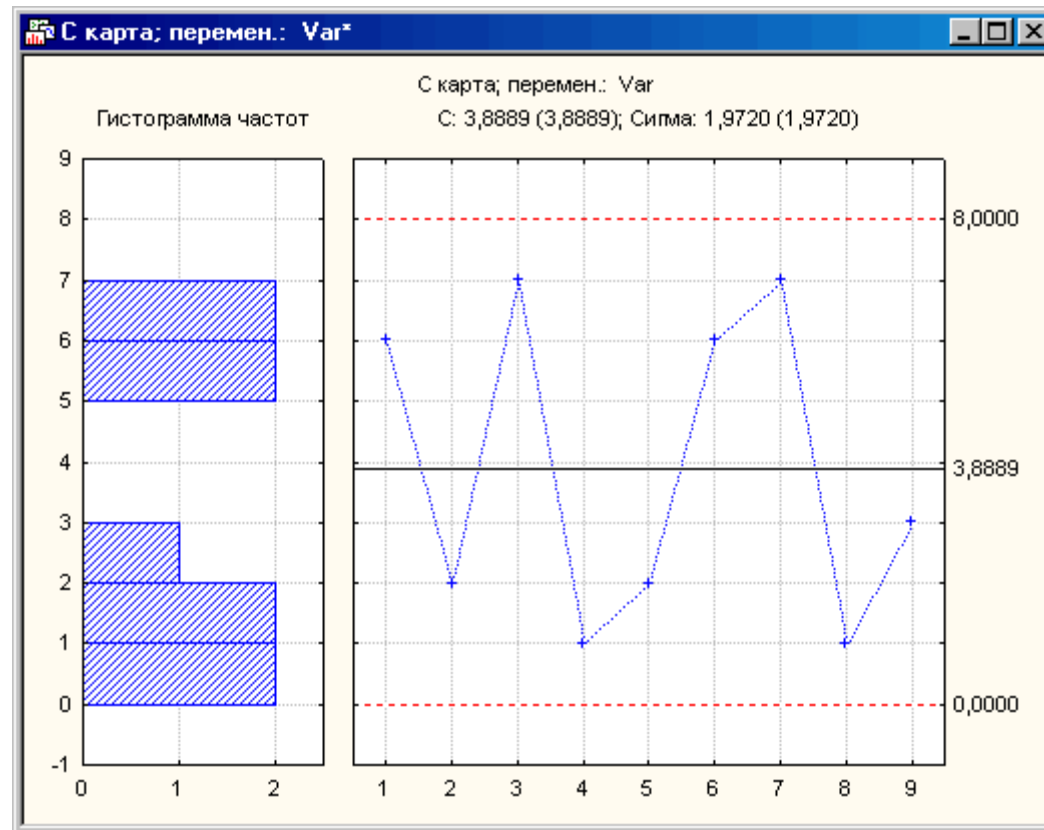
Когато стойността на контролирания параметър не може да бъде измерена, а само качествено оценена чрез алтернативите "годен" или "брак" (наличие или отсъствие на дефекти) за статистически контрол и управление на процесите се използват контролни карти за качествен (алтернативен) признак. Целта на прилагането на такъв контрол не е за установяване на наличието на "брак" и неговото количество, а за своевременно сигнализиране за влошаване на качеството. Резултатите от контрола непрекъснато се анализират и се използват за осъществяване на обратна връзка - предприемане на съответни коригиращи въздействия върху процеса при възникнала необходимост от това.

Контролните карти за качествени признаци биват четири вида (БДС11319-90):

- контролна карта за относителния брой на дефектните изделия (р - карта);
- контролна карта за броя на дефектните изделия (np - карта);
- контролна карта за броя на дефектите (с- карта);
- контролна карта за относителния брой на дефектите (u - карта).

■ SPC контрол по качествен (алтернативен) признак

40/15



- Анализът на измерванията се използва за проверка с определено ниво на доверие на пригодността на измервателни системи да удовлетворят изискванията. Той включва количествено определяне на изменчивостта, породена от различни източници – такива като оператор, средство за измерване, условия и др.
- Анализът на измерванията осигурява ефективен начин за избор на измервателни средства или за вземане на решения за възможността за използване на дадено измервателно средства за оценка на контролирания параметър

Примери за използване:

- Изразяване на неопределеността от измерване
- Избор на нови измервателни средства
- Определяне на характеристиките на методите и средствата за измерване и контрол

- *Анализът на временни редове* представлява набор от методи за изучаване на последователни във времето групи наблюдения
- Тези методи включват:
 - графично изобразяване на временния ред
 - разкриване на тенденции
 - разкриване на цикличност и откриване на факторите, които могат да повторят своето влияние в бъдеще
 - използване на статистически инструменти за прогнозиране на бъдещи наблюдения

- Анализът на временни редове се използва за изучаване на поведението на процеса във времето, например:
 - изменение на изискванията на потребителите
 - изменения на несъответствията във времето
 - изменения в производителността

- Прилагането на анализ на временни редове позволява да се правят прогнози за: възможните откази, необходимото количество резервни части, потребителските поръчки, необходимите материали и т.н.

■ Анализ на временни редове

45/15

