

# ПЛАН НА ЛЕКЦИЯТА

## Анализ на възможностите на процесите. Анализ на измервателна система

- Статистически методи за управление качеството на електронната продукция
- Анализ на възможностите на процеса
- Анализ на измервателни системи

# АНАЛИЗ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ НА ПРОЦЕСА

**Анализът на възможностите (АВ)** на процеса е изследване на присъщите изменчивост и разпределение на процеса, с цел да се установи способността да се произвежда продукт, който да отговаря на предписаната спецификация.

Когато данните са измерими променливи (на продукта или процеса) и процесът е в положение на статистически контрол, данните са разположени в обхвата  $6\sigma$  на разпределението на процеса. Възможностите на процеса могат да бъдат представени като индекси, които свързват реалната променливост на процеса с допустимостта позволена от спецификацията.

Индексите  $C_p$ ,  $C_{pu}$  (CPU),  $C_{pl}$  (CPL),  $k$  и  $C_{pk}$  представляват параметри на процеса и са тясно свързани с него. Те образуват пълна система от показатели за работата на процеса.

# АНАЛИЗ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ НА ПРОЦЕСА

Количественото представяне (квантификацията) на настройката на процеса и неговата вариация е основа за разбиране качеството на изделията в електронното производство. В много ситуации индексите за възможностите на процеса могат да се използват за изясняване на съотношението между параметрите на процеса  **$m$  (аритметична стойност)** и  **$s$  (стандартното отклонение на процеса)** и инженерните изисквания, които могат да включват едностранни и двустранни допуски със зададени стойности (номинали) или без тях. Получените в резултат индекси са **безразмерни** и създават понятен език за количествено характеризиране на процеса. Тези индекси показват съотношението между естествения допуск ( $6\sigma$ ), който се приема за контрол на качеството и инженерните допуски. **Предполага се, че данните от процеса са разпределени нормално, а самият процес е статистически управляем.**

Обикновено техническите условия задават някакъв диапазон от допустими стойности - например диапазон на ток  $74.0 \pm 0.02$  mA. Така долната граница на допуса (Lower Specification Limit – LSL) за даден процес е равна на  $74.0 - 0.02 = 73.98$ , а горната граница на допуса (Upper Specification Limit – USL) е равна на  $74.0 + 0.02 = 74.02$ . Разликата между тях се нарича обхват (размах) на допуса (specification range = USL-LSL).

# АНАЛИЗ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ НА ПРОЦЕСА

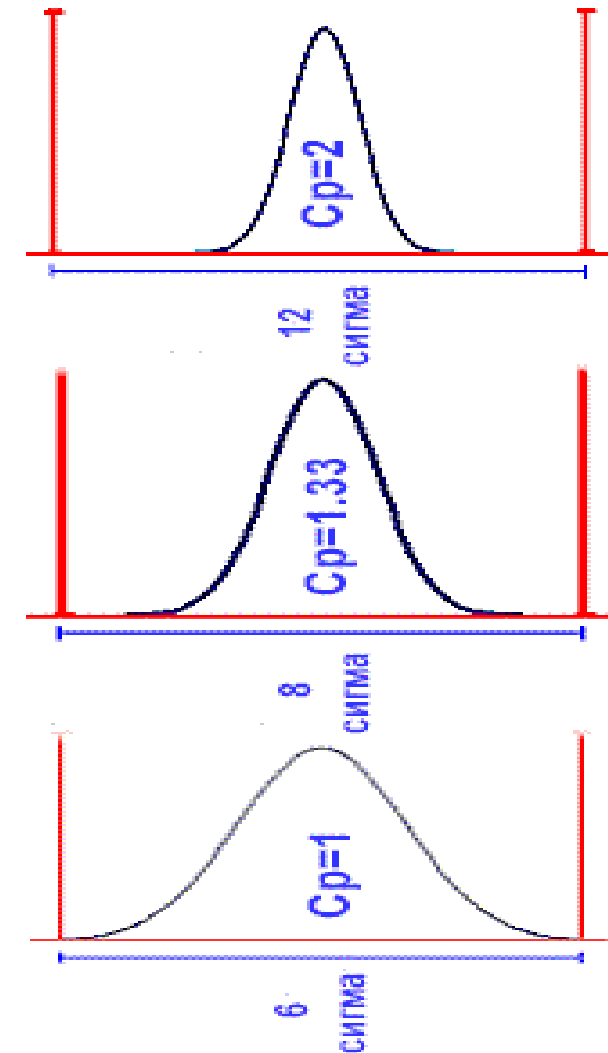
## 1. Индексът на стабилност ( $C_p$ )

$C_p = (USL - LSL) / (6\sigma) =$  действително разсейване / допустимо разсейване

Изразява частта на размаха на кривата на нормалното разпределение, попадаща в допустимите граници (при условие, че средните стойности на разпределението са номинални, т.е. че процесът е центриран). Стойността  $C_p = 1,0$  е избрана за демонстриране на връзката на  $C_p$  със стандартното  $6\sigma$  отклонение, използвано в контролните карти. Ако процесът е точно възпроизводим то:

$$UCL = \frac{USL}{\sqrt{n}} \quad LCL = \frac{USL}{\sqrt{n}}$$

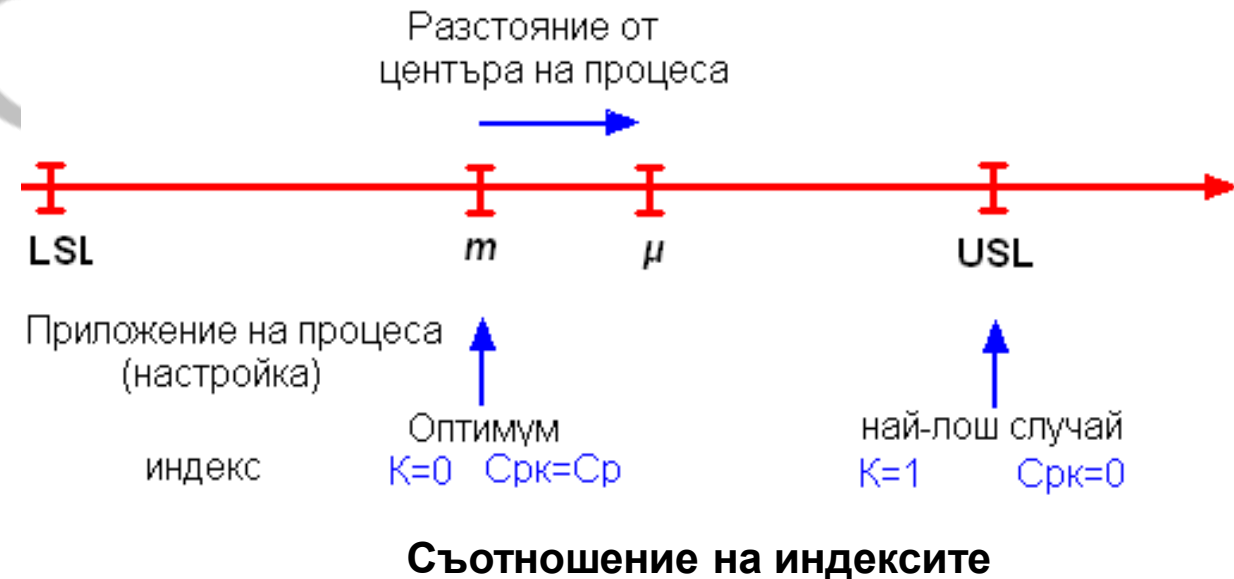
За да могат да се удовлетворят изискванията за качество е необходимо  $C_p > 1$ . Прието е процесът да се счита с добри възможности (стабилен) при  $C_p > 1,33$ . За високотехнологични изделия се е наложил показател  $C_p = 2.0$ . Високата стабилност на процеса обикновено води до по-ниска, а не до по-висока себестойност.



# АНАЛИЗ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ НА ПРОЦЕСА

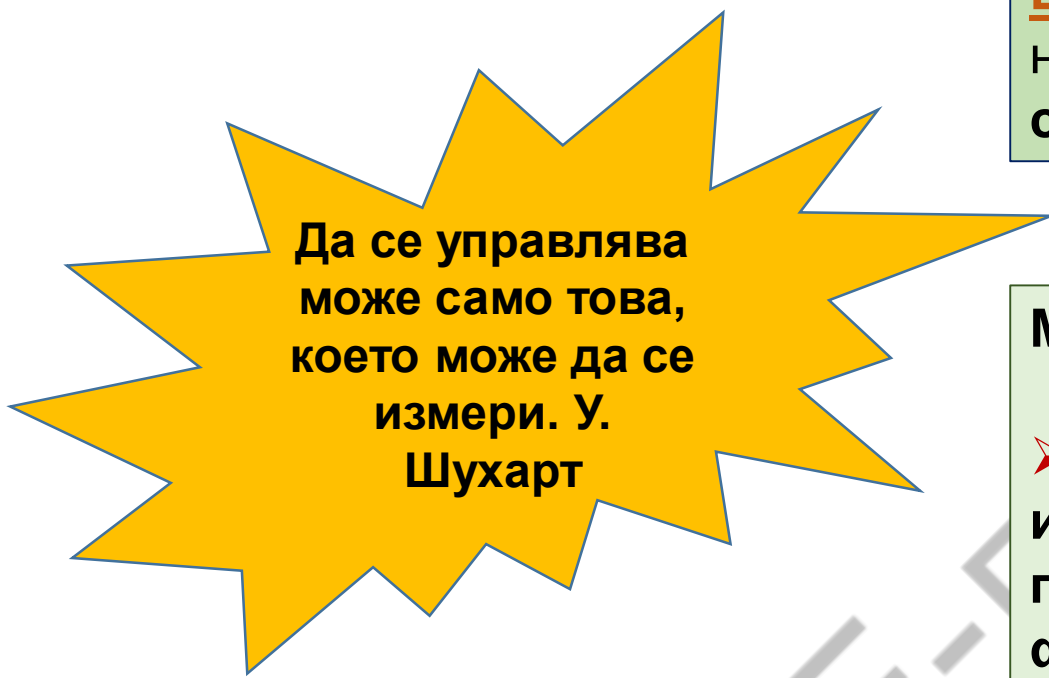
➤ Поправка на нецентрираността  $k = \text{abs}(m - \mu) / (1/2(USL - LSL))$   
където  $m = (USL + LSL) / 2$  е оптимума, средна точка

$C_p$  може да се коригира, като се внася поправката за нецентрираност посредством изчислението  $C_{pk} = (1 - k) * C_p$   
Ако процесът е идеално центриран, то  $k = 0$  и  $C_{pk} = C_p$ .  
Когато процесът се измества от номиналната стойност  $k$  се увеличава и  $C_{pk}$  става по-малко от  $C_p$ . Индексите  $C_{pl}$ ,  $C_{pu}$  и  $k$  показват колко близко до границите на допуса се е изместило средното и колко е далече от целевата стойност.



# АНАЛИЗ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИ СИСТЕМИ

(Measurement System Analyses- MSA)



Да се управлява  
може само това,  
което може да се  
измери. У.  
Шухарт

**Цел** – да се оцени годността на приложение на системата, като се оцени нейното **съответствие , точност и стабилност.**

**MSA е статистически метод, който:**

- се използва, по-лесно да се разберат източниците на вариация, които могат да повлияят на резултатите от функциониране на системата.
- се използва да се определи какъв дял внася вариацията на измервателния процес в общата изменчивост на процеса.

# АНАЛИЗ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИ СИСТЕМИ

Набор от операции, процедури, средства за измерване и друго оборудване, програмно осигуряване и персонал, чиято задача се състои числено да изразят измерваните характеристики.

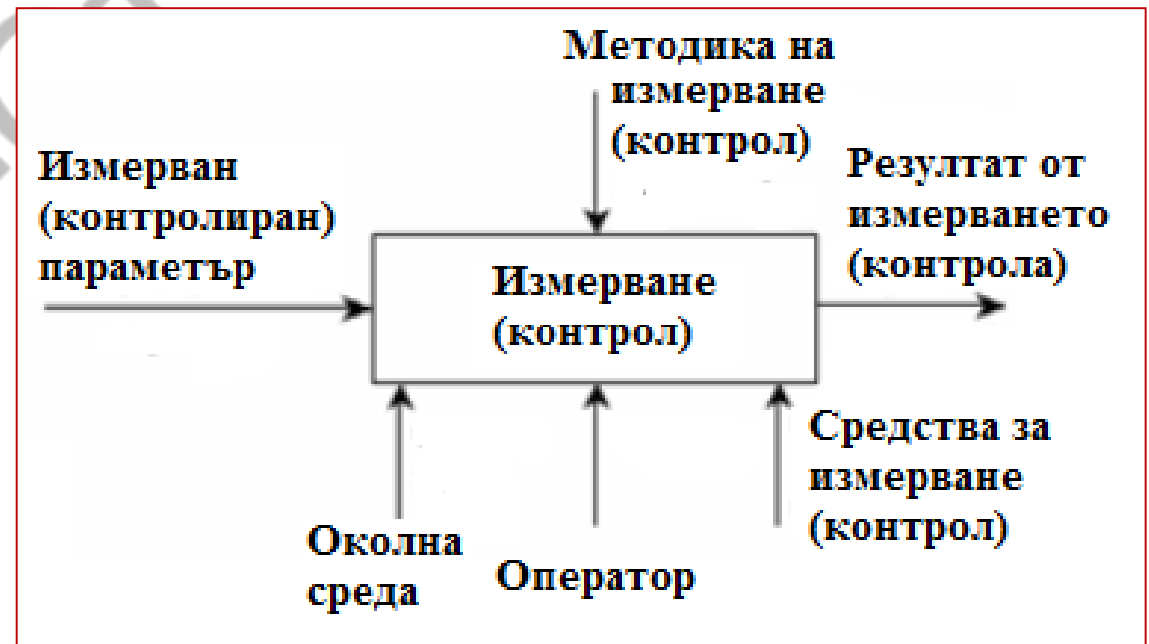


Цялостен ПРОЦЕС, за получаване на данни от измервания.



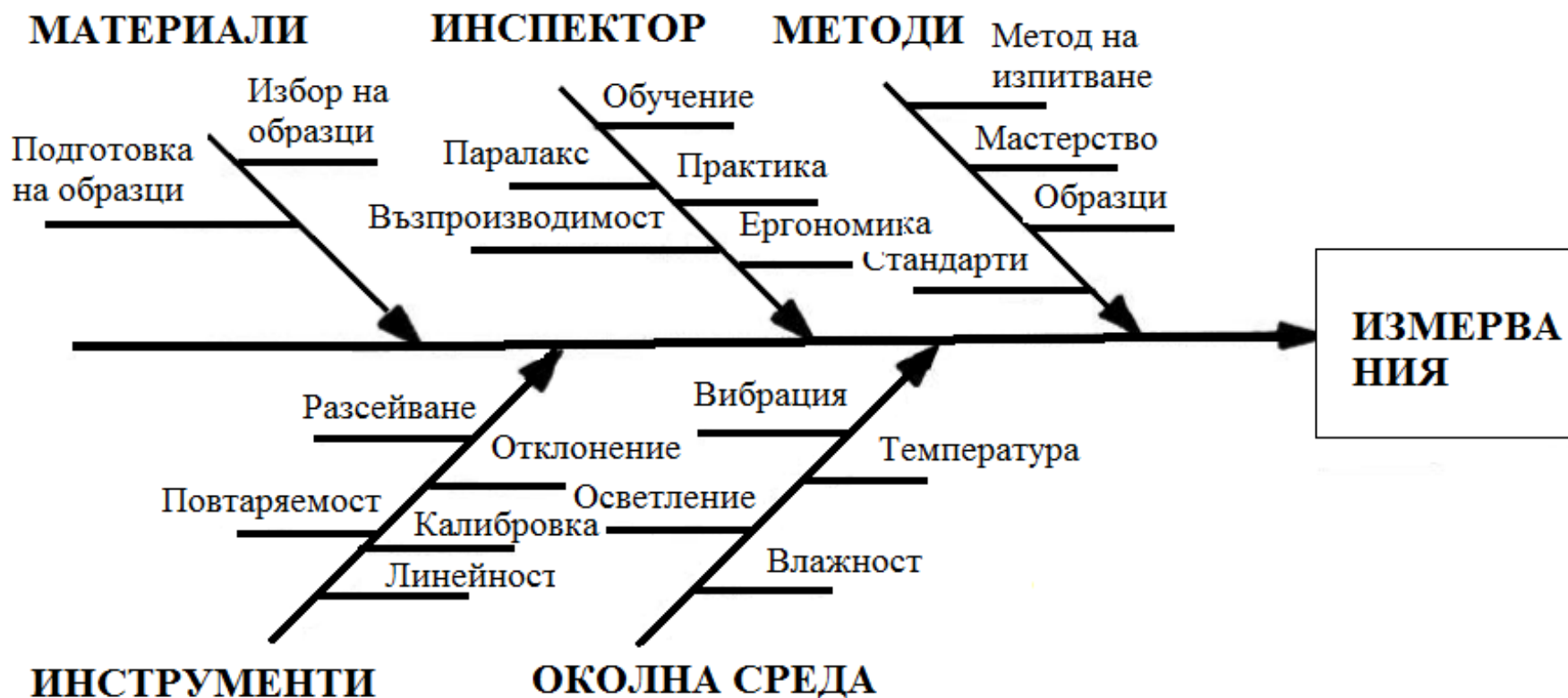
Елементи на Измервателна система:

- уред;
- сътрудник/оператор;
- стандарт / еталон;
- условия на околната среда
- процедура на измерване
- измерван обект



Измервателен (контролен) процес

# АНАЛИЗ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИ СИСТЕМИ



Променливи в измервателната система



# АНАЛИЗ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИ СИСТЕМИ

Методика за анализ на измервателни и контролни процеси, реализираща процедурата MSA

- ❖ Необходимо е да се изпълнят следните условия:
  - осигуряване адекватност на разрешаващата способност и чувствителност на средствата за измерване;
  - измервателният процес трябва да бъде в статистически управляемо състояние;
  - за контрола на електронната продукция, изменчивостта на измервателния процес трябва да бъде малка в сравнение с границите на допуските;
  - за управление на производствения процес, изменчивостта на измервателния процес трябва да бъде малка в сравнение с тази на производствения процес.

# АНАЛИЗ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИ СИСТЕМИ

Методика за анализ на измервателни и контролни процеси, реализираща процедурата MSA

❖ Основни статистически характеристики на измервателни контролни процеси:

**1. СТАБИЛНОСТ** - състояние, при което са отстранени всички причини за изменчивост, т.е. наблюдаваната изменчивост може да се обясни с постоянна система от обикновени причини



# АНАЛИЗ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИ СИСТЕМИ

Методика за анализ на измервателни и контролни процеси, реализираща процедурата MSA

❖ Основни статистически характеристики на измервателни контролни процеси:

**1. СТАБИЛНОСТ** - състояние, при което са отстранени всички причини за изменчивост, т.е. наблюдаваната изменчивост може да се обясни с постоянна система от обикновени причини.



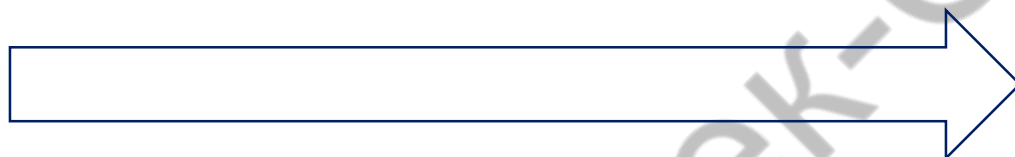
Оценяване на  
стабилността се  
извършва с  
Контролни Карти



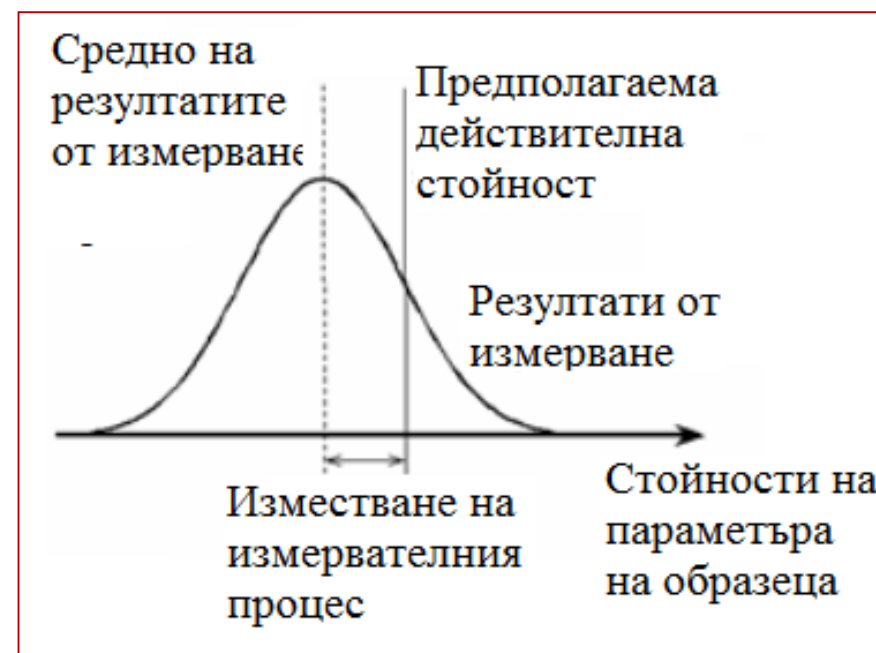
# АНАЛИЗ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИ СИСТЕМИ

Методика за анализ на измервателни и контролни процеси, реализираща процедурата MSA

- ❖ Основни статистически характеристики на измервателни контролни процеси:  
**2. ИЗМЕСТВАНЕ** – систематическа грешка, в резултатите от измерването, дължаща се на измервателния процес



При оценяване на изместването на измервателните и контролните процеси се използва t-критерий на Стюдънт за проверка на хипотези за значимо различие от нули.

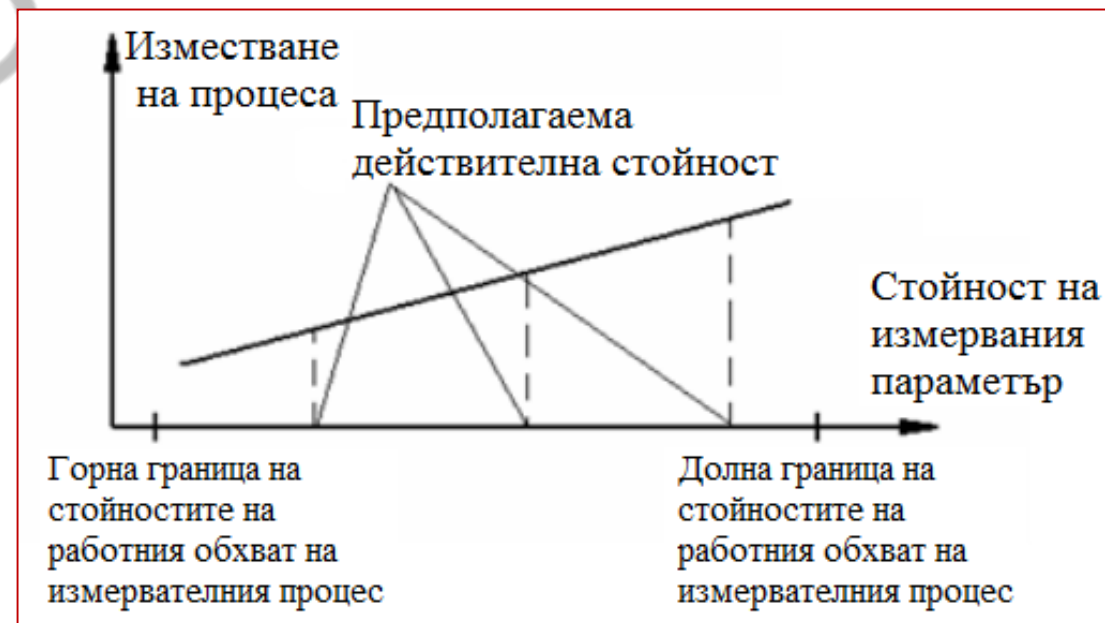


# АНАЛИЗ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИ СИСТЕМИ

Методика за анализ на измервателни и контролни процеси, реализираща процедурата MSA

- ❖ Основни статистически характеристики на измервателни контролни процеси:  
**3. ЛИНЕЙНОСТ НА ИЗМЕСТВАНЕ** – изменение на изместването на измервателния процес в диапазона от стойности на измервания параметър

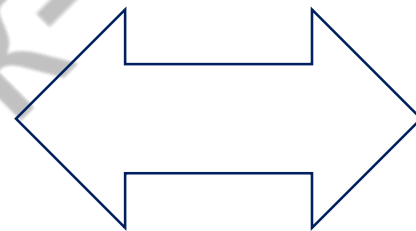
Оценява се с използване на корелационен анализ за определяне зависимостта между изместването и предполагаемата действителна стойност на измервания параметър. Като мярка за линейност се използва коефициента на корелация.



# АНАЛИЗ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИ СИСТЕМИ

Методика за анализ на измервателни и контролни процеси, реализираща процедурата MSA

- ❖ Основни статистически характеристики на измервателни контролни процеси:
  4. **СХОДИМОСТ** – степен на близост на резултатите от измерването на един и същ измерван параметър, при неизменни условия на измерване
  5. **ВЪЗПРОИЗВОДИМОСТ** – степен на близост на резултатите от измерването на един и същ параметър, получени при изменени условия на измерване



Оценяват се с прилагане на еднофакторен дисперсионен анализ



# АНАЛИЗ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИ СИСТЕМИ

Методика за анализ на измервателни и контролни процеси, реализираща процедурата MSA

Представен е анализ на една част, която е измервана 25 дни по 1 път на ден в случаен порядък., като са използвани 3 опита. Вижда се, че няма влияние на особени причини върху двете КК. От R- КК се съди, че разрешаващата способност на MS е приемлива, тъй като се наблюдават 7 категории данни по размах и те не са нулеви. Следователно може да се премине към следващата стъпка - определяне на изместването.

