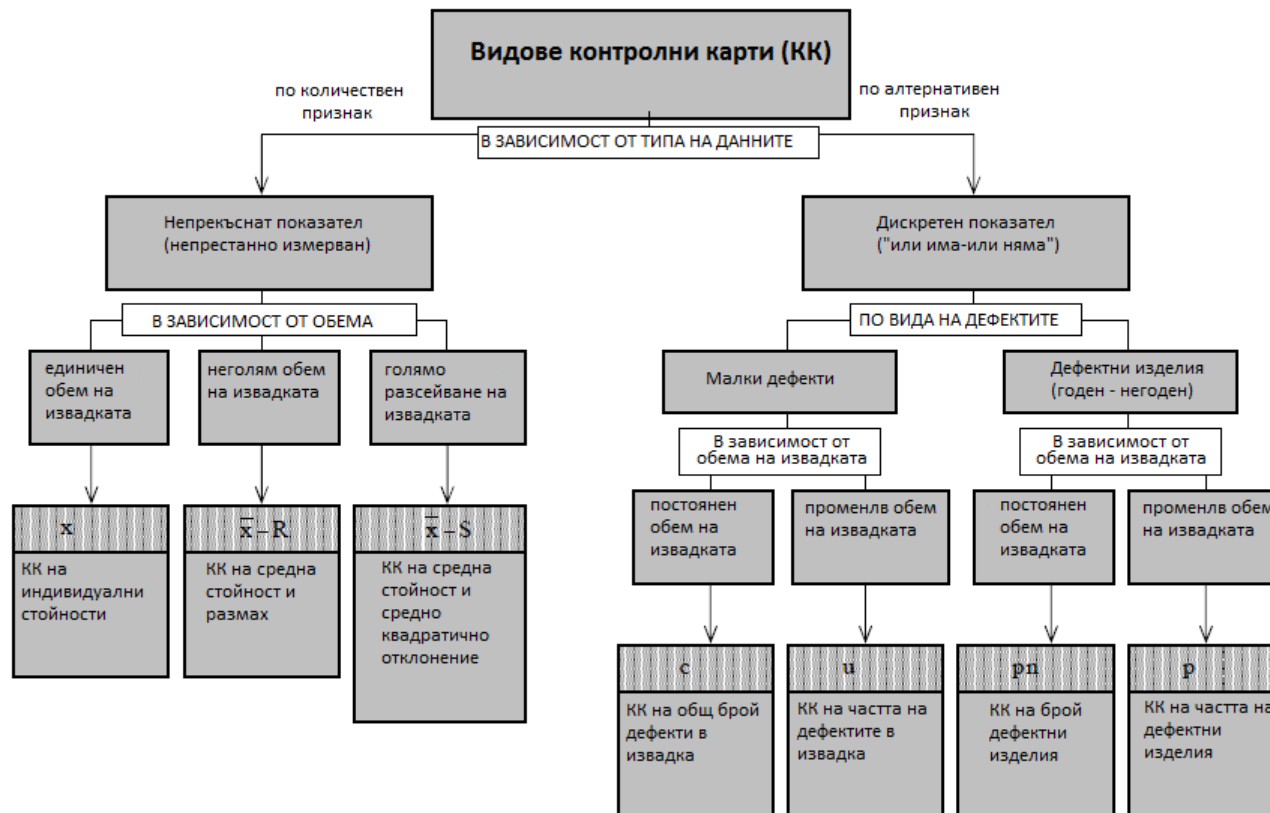


## ПРОЕКТИРАНЕ НА КОНТРОЛНИ КАРТИ (Control Chart) ЗА КОНТРОЛИРАНЕ НА АЛТЕРНАТИВНИ ПРИЗНАЦИ

На фиг.1 е показана класификация на най-често използваните контролни карти в електрониката.



Фиг. 1. Класификация на контролни карти по различни признаци

За контрол на параметрите на качеството на електронни изделия, които представляват дискретни (алтернативни) случайни величини, стойностите на които са качествени данни (годен-негоден, съответства-несъответства, дефектно-бездефектно изделие) се използват контролни карти за алтернативни признаци.

По правило анализът на процесите с КК се използва съвместно с хистограми и стратификацията (разслояването) на данните. На всеки признак на качеството трябва да съответства карта, обаче от икономически съображения карти се използват за контрол само на критични признаци на електронни компоненти и системи.

Контролираното състояние на даден електронен обект е състояние, когато процесът е стабилен, а средната му стойност и вариацията не се променят. Изходът от контролираното състояние се определя от контролната карта въз основа на следните **критерии** (фиг. 2):

1) Точка излиза извън контролните граници на КК.

2) Серия от точки - е проява на състояние, когато точките от КК неизменно се оказват заедно от едната страна на централната линия. Броят на такива точки се нарича дължина на сериата.

Серия от седем точки се счита за неслучайна.

Дори ако дължината на сериите е по-малка от шест точки, в някои случаи ситуацията трябва да бъде считана за неслучайна, например, когато:

а) най-малко 10 от 11 точки са от едната страна на централната линия;

б) поне 12 от 14 точки са от едната страна на централната линия;

в) най-малко 16 от 20 точки са от едната страна на централната линия.

3) Тенденция (дрейф, тренд). Ако точките образуват непрекъснато нарастваща или падаща крива, се казва, че има тенденция.

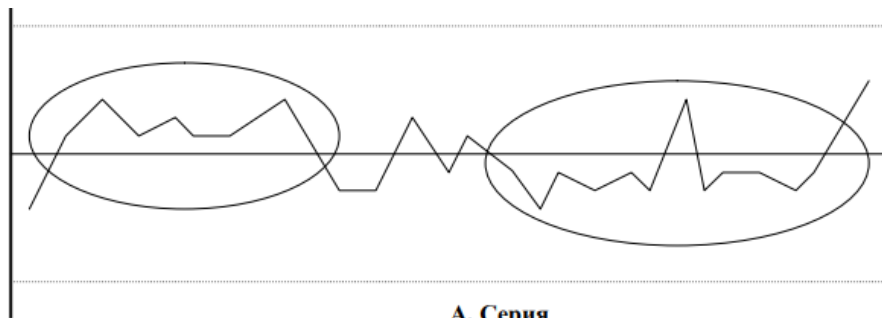
4) Приближение на границите на контролните "зони" (2-сигма и 3-сигма).

Разглеждат се точки, които се приближават до 3-сигма (UCL/LCL) контролните граници и ако 2 последователни или 2 от 3 последователни точки са извън 2-сигма линия, тогава този случай трябва да се счита за ненормален.

5) Приближаване до централната линия.

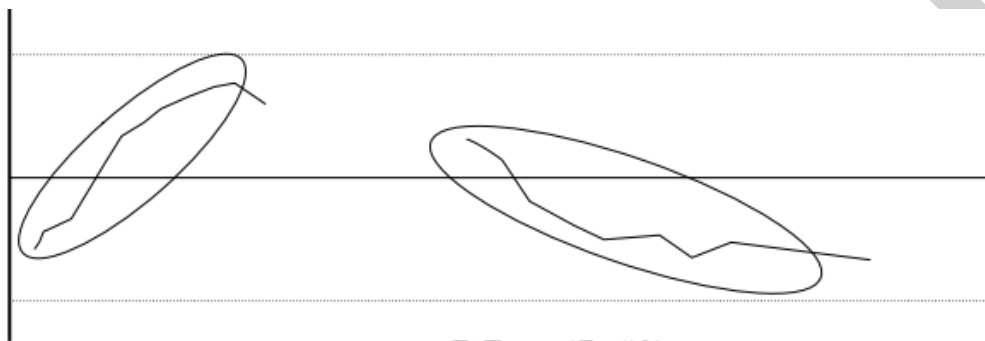
Когато повечето точки са концентрирани вътре между централната линия и 1-сигма линиите, това се дължи на неподходящия начин на разделяне на данните на подгрупи. Приближаването до централната линия изобщо не означава, че е постигнато контролирано състояние, напротив, това означава, че данните от различни разпределения

са смесени в подгрупи, което прави обхвата на контролните граници твърде широк. В този случай трябва да се промени начина, по който подгрупите са разделени.



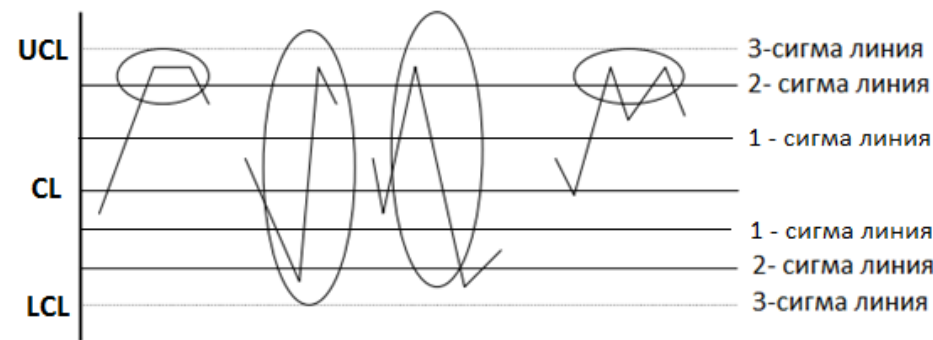
**А. Серия**

**а) Ляво - серия с дължина от 7 точки. Дясно - 10 от 11 последователни точки са от едната страна на CL**



**Б. Тренд (Дрейф)**

**б) Ляво - 7 последователно нарастващи точки. Дясно – стръмно спадащ тренд**



с) Приближаване към контролни граници

Фиг.2. Различни случаи, показващи че има прблеми с процеса и той не е статистически управляем

### Контролни карти за дефектни изделия

1. В  $p$  – КК се изчислява частта на дефектни изделия в извадката. Тя се използва, когато обемът на извадките е променлив.

$p$  – КК (CC) - В карти от този тип се чертае графика за процента на откритите дефектни изделия ( при преброяване в партида, за ден, за машина и т.н.). Графиката е изградена по същия начин, както в случая с  $\bar{x}$ -картата. Но контролните граници за тази карта се основават на биномното разпределение (за части), а не на разпределението на редки събития. Следователно,  $P$ -картата се използва най-често, когато появата на дефект не може да се счита за рядко събитие (ако например се очаква дефекти да присъстват в повече от 5% от общия брой произведени електронни изделия).

Използва се само за извадки с постоянен обем

$$CL = \bar{p}$$

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n} \cdot 100\%$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n} \cdot 100\%$$

$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n \cdot m} \cdot 100\%$  където  $m$  – брой извадки, а  $n$  – брой наблюдения в извадка (обем на извадката),  $p_i$  – брой на несъответстващите изделия за извадка,  $i$  – пореден номер на извадката

Да се построи р-КК и да се оцени дали процесът е статистически управляем, като се използват данните от Табл.1.

**ТАЗИ КОНТРОЛНА КАРТА (Табл.1) СЕ ПРОЕКТИРА ОТ СТУДЕНТИ ОТ ГРУПА 45.**

**Табл.1:** Априорни данни за електронни модули

Номер на извадката	Обем на извадката, $n$	Брой несъответстващи изделия, $p_i$	Част на несъответстващите изделия в извадка, $p'_i$
1	20	2	0,1
2	20	0	0
3	20	0	0
4	20	1	0,05
5	20	0	0
6	20	0	0
7	20	0	0
8	20	0	0
9	20	2	0,1
10	20	0	0

**2. В пр – КК се изчисляват броя на дефектните изделия в извадката. Тя се използва, когато обемът на извадката е постоянен.**

**np – КК - В контролните карти от този тип се построява графика за броя на дефектите (в партида, на ден, на машина), както в случая на С-картата. Контролните граници на тази карта обаче се изчисляват въз основа на биномното разпределение, а не на разпределението на редки събития на Поасон. Следователно този тип карти трябва да се използват, когато откриването на дефект не е рядко събитие (например, когато дефект може да бъде открит в повече от 5% от тестваните елементи). Тази карта може да се използва, например, когато се контролира броя на електронни изделия с малко дефекти.**

Може да се използва както за извадки с постоянен обем, така и за извадки с различен обем

$$CL = n\bar{p}$$

$$UCL = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$LCL = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$n\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n np'_i}{n}$  където  $n$  – брой наблюдения в извадка (обем на извадката),  $p'_i$  – част на несъответстващите изделия в извадка,  $i$  – пореден номер на извадката

Да се построи np-КК и да се оцени дали процесът е статистически управляем като се използват данните от Табл.1  
**ТАЗИ КОНТРОЛНА КАРТА (Табл.1) СЕ ПРОЕКТИРА ОТ СТУДЕНТИ ОТ ГРУПА 46**

## II. Контролни карти за дефекти в изделие

### 3. В u – КК се работи с брой на дефектите на едно изделие в извадката

Данни за u-КК – В този тип карта се нанася относителната честота на дефектите, т.е. съотношението на броя на откритите дефекти към  $n$  - броя на тестваните елементи (тук  $n$  означава, например обема на партида продукти). За разлика от С-картата, този тип карта не изисква постоянство в броя на изделията, които трябва

да бъдат тествани (в извадката), така че може да се използва при анализ на много различни по обем извадки.

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$CL = \frac{\text{Общ брой дефекти}}{\text{Общ брой инспектирани}} = \frac{715}{1780} = 0,4017$$

$u_i = \frac{x_i}{n_i}$  са точките в контролната карта

$n_i$  е броя на тестваните изделия в  $i$ -извадка

**Таблица 2.** Данни за електронни изделия

Извадка №	Тествани изделия ( $n_i$ )	Брой на дефекти ( $x_i$ )	$x_i/n_i$	UCL	LCL
1	42	10	0.238	0.6951	0.1083
2	87	32			
3	53	10			
4	70	14			
5	101	37			
6	91	29			
7	36	11			
8	83	38			
9	64	23			

10	53	12			
11	83	46			
12	93	54			
13	78	21			
14	41	15			
15	84	45			
16	78	35			
17	91	51			
18	69	25			
19	36	13			
20	48	9			
21	98	46			
22	80	39			
23	74	44			
24	60	27			
25	87	29			

**ТАЗИ КОНТРОЛНА КАРТА (Табл. 2) СЕ ПРОЕКТИРА ОТ СТУДЕНТИ ОТ ГРУПА 47.**



#### 4. В с – КК се отчитат броя на дефектите в извадка

**Данни за с-СС (КК)** - В тези контролни карти се строи графика на броя на дефектите (в партида, на ден, от едно оборудване и т.н.). При използване на този тип карти се приема, че дефектите на контролираните характеристики на изделията се срещат относително рядко, поради което контролните граници за този тип карти се изчисляват въз основа на свойствата на разпределението на Пуасон (разпределение на редки събития).

Инспектирани са 25 на брой последователни пластини с ГИС на памети. Всяка полупроводникова пластина съдържа по 100 чипа. Тук полупроводниковата пластина е инспектираната единица (извадката). Броят на констатираните дефекти са дадени в Таблица 3 Да се построи и анализира с-КК

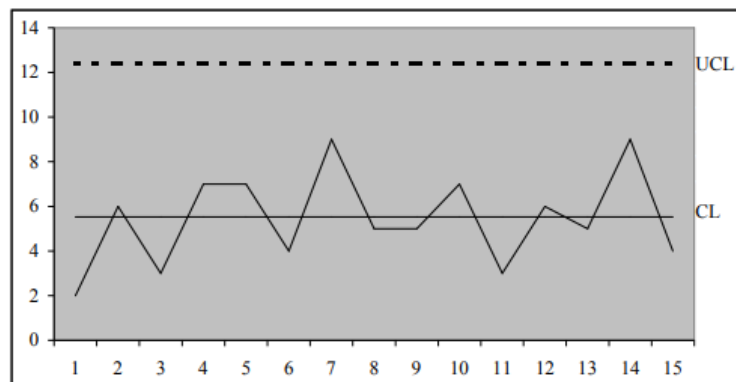
Таблица 3

№ на пластина	Брой дефектни чипове	№ на пластина	Брой дефектни чипове
1	16	14	16
2	14	15	15
3	28	16	13
4	16	17	14
5	12	18	16
6	20	19	11
7	10	20	20
8	12	21	11
9	10	22	19
10	17	23	16
11	19	24	31
12	17	25	13
13	14	Общо дефекти	.....

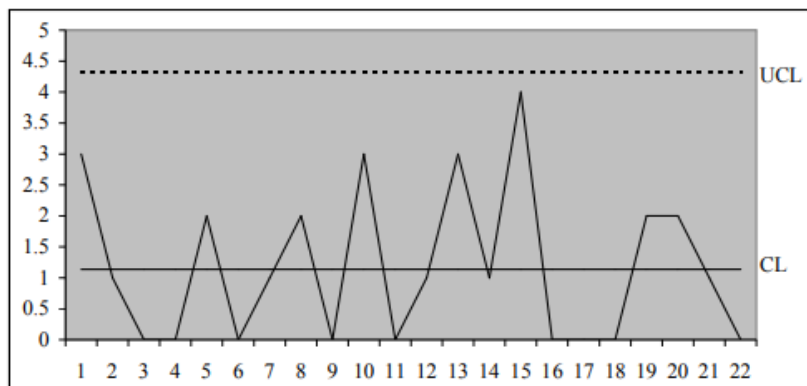
$$CL_c = \bar{c} = \frac{\text{общ брой на дефекти}}{\text{общ брой на извадките}}$$
$$UCL_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$
$$LCL_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

На фиг. 3 са дадени примери за проектирани контролни карти

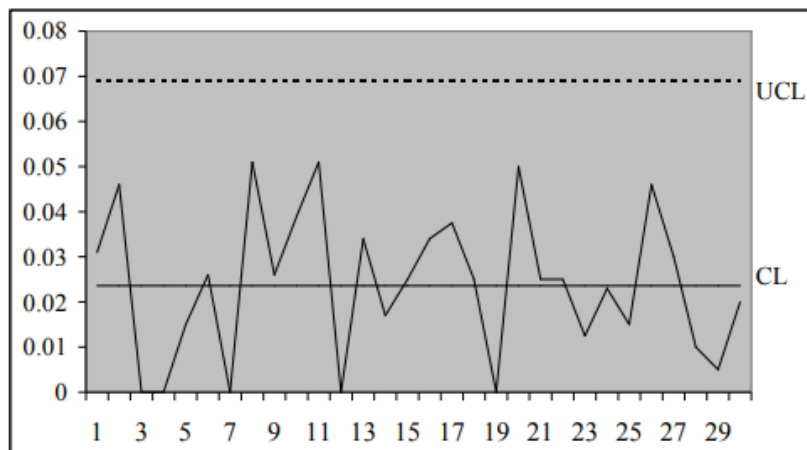
Пример за np-КК



Пример за c-КК



Пример за u- КК



Фиг. 3. Примери за КК за алтернативни признаци