ВТУ “Т. Каблешков”

# ПОКАЗАТЕЛИ ЗА БЕЗОТКАЗНОСТ НА НЕВЪЗСТАНОВЯЕМИ ИЗДЕЛИЯ

доц. Атмаджова

Безотказност на невъзстановяваните обекти се изследва с непрекъснататата сл.величина – отработка до поява на отказ (най-често е времето за безотказна работа **T** на обекта)

**Основни показатели за оценка:**

-вероятност за безотказна работа в интервала **(0, t)** – **P(t);**

-вероятност за поява на отказ – **Q(t)**;

-плътност на вероятността за отказ **f(t)**;

-интензивност на отказите **λ(t)** и

-средна отработка до отказ (средно време за безотказна работа) $\overline{T}_0$

**Модел на експлоатация (изследване):**

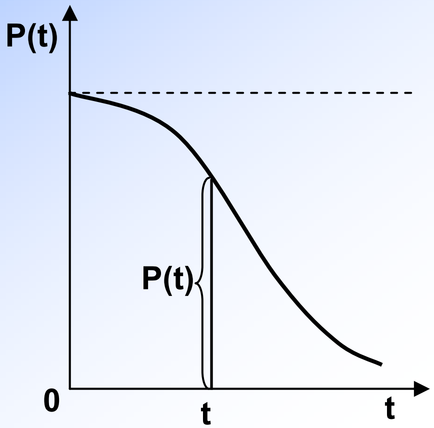
Наблюдават се **N** еднотипни невъзстановявани обекти за времето в работа при определени условия до получаването на отказ, като отказалите не се заменят с нови.

**Вероятност за безотказна работа P(t)**

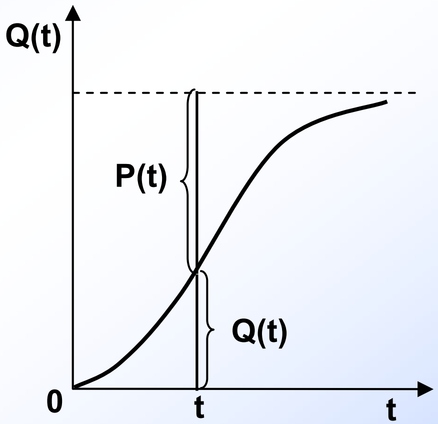
Изразява, че в границите на интервала **(0, t)** няма да възникне отказ.

**P(t) = P(T > t)**

(**T** – сл.време на работа на изд. до поява на отказ; **t** – времето за което се определя **P(t)**)




Вероятност за безотказна работа **P(t)**




Вероятност за отказ – **Q(t)**

$$\hat{P}(t) = \frac{N - n(t)}{N}$$

**Вероятност за поява на отказ – Q(t)**

(ще се реализира събитието **T<t**)

**$Q(t) = P(T < t) = F(t) = 1- P(t)$**

**$P(t) + Q(t) = 1$**

$$\hat{Q}(t) = \frac{n(t)}{N}$$

**Плътност на вероятност за отказ – f(t)**

$$f(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{dP(t)}{dt}$$

**-** диференциален закон на разпределение на сл.вел. **T.**

Следствия:

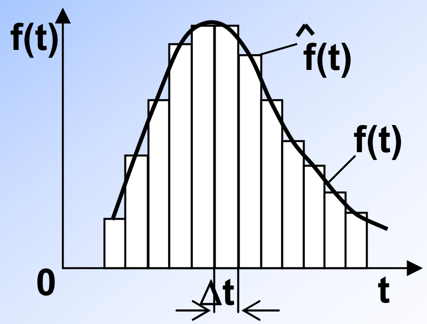
$$\int_0^\infty f(t)dt = 1 \qquad Q(t) = \int_0^t f(u)du \qquad P(t) = \int_t^\infty f(u)du$$

**Честота на отказите –** $\hat{f}(t)$

(вероятност за поява на отказ за еденеца време , размери: $h^{-1}$, $km^{-1}$ и т.н.)

$$\hat{f}(t) = \frac{\Delta n(t)}{N.\Delta t}$$

$\Delta n(t)$ - броят на отказите в интервала $\Delta t$; N – **изпитвани елементи.**




Честота на отказите и плътност на вероятността за отказ

Честота на отказите – по статистически данни е ***хистограма***

$$P(t, t+\Delta t) = \frac{P(t+\Delta t)}{P(t)} \qquad Q(t, t+\Delta t) = \frac{Q(t+\Delta t) - Q(t)}{1 - Q(t)}$$

**Интензивност на откзите $\lambda(t)$**
(условна плътност на вероятността за отказ непосредствено след момента t при условие че до този момент не е настъпил отказ)

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{Q(t, t+\Delta t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta Q(t)}{P(t)\Delta t} = \frac{\Delta Q(t)}{P(t)\Delta t} = \frac{f(t)}{P(t)}$$

$$\hat{\lambda}(t) = \frac{\Delta n(t)}{N(t).\Delta t}$$

**$\Delta$n(t)** – бр. откази за единица време
**N(t)** – среден брой изправно работещи обекти в интервала **(t,t+$\Delta$t)**

$$\hat{\lambda}(t) > f(t)$$

защото **N>N(t)** при наличие на отказали елементи за времето **t.**

$$\Delta n(t) = n(t+\Delta t) - n(t) = N[Q(t+\Delta t) - Q(t)] = N\Delta Q(t)$$

и при достатъчно малко $\Delta$t:

то:

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{N\Delta Q(t)}{NP(t)\Delta t} = \frac{dQ(t)}{F(t)dt} = \frac{f(t)}{P(t)}$$

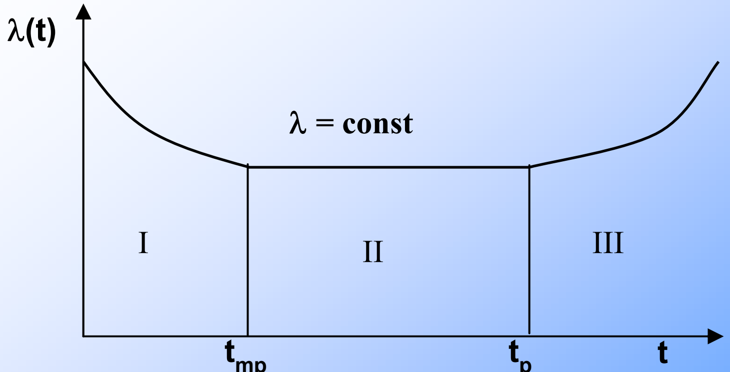
$$\lambda(t) = -\frac{dP(t)}{P(t)dt}$$

$$-\lambda(t)dt = \frac{dP(t)}{P(t)}$$

$$-\int_0^t \lambda(t)dt = \ln P(t)\Big|_0^t = \ln P(t)$$

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t)dt}$$

Частен случай **- λ = const** – получава се ***експоненциален закон на разпределение***



**Средна отработка до отказ** $\overline{T}_0$

(средно време за безотказна рабита)

$\overline{T}_0$ представлява математическото очакване $m_T$ на случайната величина **Т**.

$$m_T = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \overline{T}_0$$

или

$$\overline{T}_0 = -\int_0^{\infty} t \frac{P(t)}{dt} dt = -\int_0^{\infty} t dP(t) = -tP(t)\Big|_0^{\infty} + \int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) dt$$

То $\overline{T}_0$ численно представлява площта под кривата **P(t)**

По статистически данни

$\overline{T}_0$ е средноаритметична стойност на времената за безотказна работа $t_i$ за всички наблюдавани обекти **N**.

$$\overline{T}_0 = \frac{\sum_{i=1}^{N} t_i}{N}$$

При $\lambda$ **= const** – получава се експоненциален закон на разпределение и:

$$\overline{T}_0 = \frac{1}{\lambda}$$

Рядко се използва и показателят гама процентна отработка до отказ $T_{0\gamma}$, имаща същност на гама процентнен ресурс $T_{P\gamma}$.

# Благодаря за вниманието!

dba55@abv.bg