

**ВТУ “Т. Каблешков”**



# **ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ДЪЛГОТРАЙНОСТ**

**доц. Атнаджова**

## ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ДЪЛГОТРАЙНОСТ

**При невъзстановяемите обекти свойствата „безотказност”  $\equiv$  ”дълготрайност”.**

Показателите за дълготрайност за възстановяемите обекти представляват избрани стойности на случайните величини „ресурс” и „експлоатационен срок”.

**Ресурс  $T_r$**  – отработката на обекта от началото на експлоатация или от неговото възстановяване до достигане на граничното му състояние (чистото време на работа).

**Експлоатационен срок  $T_e$**  – календарната продължителност на работата на обекта от началото на експлоатация или от неговото възстановяване след основен ремонт до настъпване на граничното му състояние.

**Гранично състояние:** бракуване или изваждане от експлоатация; необходимост от ремонт.

***Като показатели на дълготрайност се използват:***

- среден ресурс  $\bar{T}_p$
- медианен ресурс  $T_{pme}$  и
- гама-процентен ресурс  $T_{p\gamma}$ .

***Всеки от тези показатели може да бъде сумарен, междуремонтен, до първи капитален ремонт и т.н.***

**Гама-процентен ресурс  $T_{p\gamma}$  е отработка в течение на която обектът няма да достигне своето гранично състояние с вероятност  $\gamma\%$ .**

**При известен закон на разпределение на отработката  $f(t)$  и е зададена  $\gamma$ ,  $T_{p\gamma}$  може да се определи по израза:**

$$P(T_{p\gamma}) = \int_{T_{p\gamma}}^{\infty} f(t)dt = \gamma$$

След решаване по отношение на долната граница на интеграла.

За транспортните средства като цяло задължително се задава показателят среден експлоатационен срок  $\bar{T}_e$

# ПОКАЗАТЕЛИ ЗА РЕМОНТОПРИГОДНОСТ

**Вероятност за възстановяване  $P_B(t)$**  – вероятността, че продължителността  $T_B$  на работите по възстановяване на работоспособността на обекта (при ремонт) няма да повиши предварително за задената величина  $t$ . Тя представлява функцията на разпределение  $F_B(t)$  на времето за възстановяване  $T_B$ .

$$P_B(t) = P(T_B < t) = F_B(t) = \int_0^t f_B(u) du$$

( $f_B(t)$  – плътност на разпределение на величината  $T_B$ ).

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

$n(t)$  – бр. на възстановените изд. в рамките на периода  $t$ .

Дефинира се и величината **интензивност на възстановяването  $\mu(t)$**  – условна плътност на разпределение на времето за възстановяване на обекта при условие, че до разглеждания момент от време възстановяването не е завършено.

При Поасонов процес на възстановяването:

$$P_B(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad ; \quad \mu = \text{const}$$

### Средно време за възстановяване

$\bar{T}_B$  – математическо очакване на случайната величина  $T_B$ .

$$m_t = \int_0^{\infty} t f_B(t) dt = \int_0^{\infty} [1 - P_B(t)] dt = \bar{T}_B$$

$$\bar{T}_B = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N}$$

( $t_i$  – наблюдаваното време за възстановяване на  $i$ -тия обект;  $N$  – броят на възстановяваните (под наблюдение) обекти).

При Поасонов процес на възстановяването (експоненциално разпределени времена на ремонт) интензивността е:

$$\hat{\mu} = \frac{1}{\bar{T}_B} = \frac{N}{\sum_{i=1}^N t_i}$$

## КОМПЛЕКСНИ ПОКАЗАТЕЛИ НА НАДЕЖДНОСТТА

Комплексните показатели оценяват поне две от основните свойства на надеждността – безотказност, дълготрайност, ремонтпригодност.

**Коефициент на техническо използване  $K_{ти}$**  – отношението на времето, през което обектът е бил работоспособен в даден период, към общата продължителност на периода.

$$K_{ти} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i^p}{\sum_{i=1}^N t_i^p + \sum_{i=1}^N t_i^{np} + \sum_{i=1}^N t_i^{cp}}$$

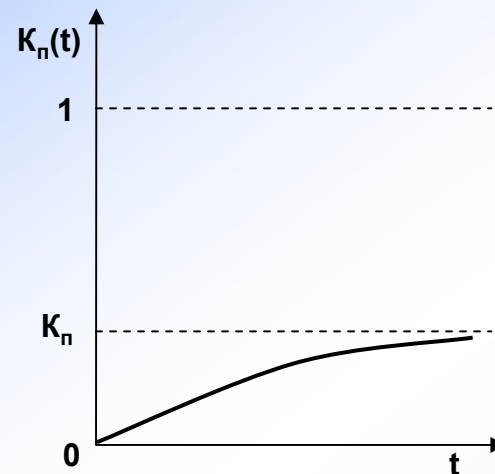
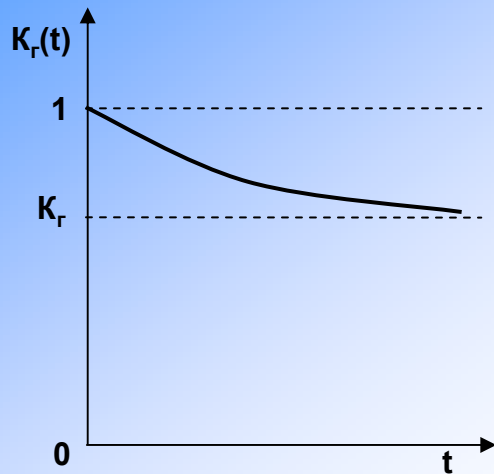
( $t_i^p$  – сумарното време в работа на  $i$ -тия обект;  $t_i^{np}$  - сумарното време на престой в планови ремонти;  $t_i^{cp}$  - сумарното време на престой в случайни (непланови) ремонти.)

**Коефициент на готовност  $K_r$**  – вероятността, че обектът ще бъде работоспособен (готов за работа) в произволно избран момент  $t$  с изключение на времената за планови ремонти и технически обслужвания или престои по други причини, несвързани с надеждността.

$$\hat{K}_r = \frac{\sum_{i=1}^N t_i^p}{\sum_{i=1}^N t_i^p + \sum_{i=1}^N t_i^b}$$

( $t_i^p$  – сумарното време в работа на  $i$ -тия обект, от общо  $N$  наблюдавани обекти;  $t_i^b$  - сумарното време за възстановяване след получени откази)

В теорията на надеждността е разработен математичен апарат за изследване готовността на обектите, при които са ясно дефинирани времената  $t_{ip}$  и  $t_{ib}$ . Използва се функцията на готовност  $K_r(t)$  (нестационарен коефициент на готовност), която от  $1$  (при  $t = 0$ ) постепенно намалява с нарастване на времето  $t$  като асимптотично клони към „стационарния“ коефициент на готовност  $K_r$ .



### Функции на готовност и престой

При Поасонов поток на отказите, с параметър (интензивност) на потока  $\omega$  и Поасонов поток на моментите на възстановяване след отказ, с интензивност  $\mu$ , функцията  $K_r(t)$  има вида:

$$K_r(t) = K_r + \frac{\omega}{\omega + \mu} \exp[-(\omega + \mu)t]$$

където  $K_r = \frac{\mu}{\omega + \mu} = \frac{\bar{T}}{\bar{T} + \bar{T}_B}$       Защото  $\bar{T} = \frac{1}{\omega}$        $\bar{T}_B = \frac{1}{\mu}$

Аналогично се определя и функцията на престоя  $K_n(t)$ , която при  $t \rightarrow \infty$  се приближава към „стационарния“ коефициент на престоя  $K_n$ :

$$K_n = 1 - K_r = \frac{\omega}{\omega + \mu} = \frac{\bar{T}_B}{\bar{T} + \bar{T}_B}$$



**Комплексният показател – вероятност за нормално функциониране**  
 $P_{\text{нф}}(\tau, t)$  изразява вероятността, че в произволен момент  $\tau$  изделието е работоспособно и ще продължи да работи безотказно още време  $t$ , т.е. в интервала  $(\tau, \tau+t)$ .

$$P_{\text{нф}}(\tau, t) = K_{\text{г}}(\tau)P(\tau, \tau + t)$$

При установен процес на експлоатация (стационарен случаен процес), когато в интервала  $(\tau, \tau+t)$  не се е появил нито един отказ,  $P_{\text{нф}}^{(0)}(t)$  се нарича коефициент на оперативна готовност  $K_{\text{ог}}$ .

$$K_{\text{ог}} = K_{\text{г}}P(t)$$

( $P(t)$  – вероятност за безотказна работа за време  $t$  в установен режим.)

Благодаря за вниманието!

[dba55@abv.bg](mailto:dba55@abv.bg)