

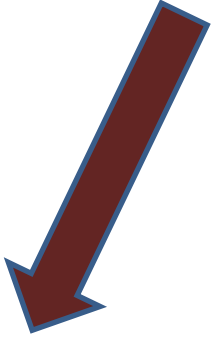
Лекция №9



Расчет надежности и безотказности восстанавливаемых систем

1. Теоретическое определение безотказности восстанавливаемых систем;
2. Величина интенсивности потока отказов.

Статистическая оценка интенсивности отказов



Число отказавших объектов

Среднее число объектов

$$\lambda(t) = \frac{\Delta n}{\Delta t \cdot n(t)}$$

где Δn – число отказов на участке Δt .
 $n(t)$ – число элементов, не отказавших к моменту t

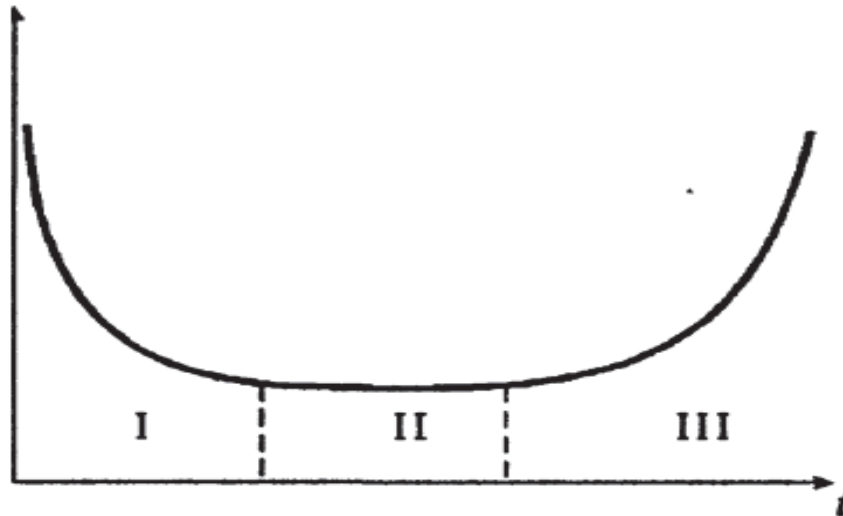
Статистическая оценка интенсивности отказов



Среднее время до отказа

$$T = \frac{1}{\lambda(t)}$$

$\lambda(t)$



На участке I функция $\lambda(t)$ имеет повышенное и уменьшающиеся со временем значения ($\alpha < 1$). Это период ранних отказов для скрытых дефектов.

Участок II называют периодом нормальной работы. Для этого периода характерна постоянная интенсивность отказов ($\alpha = 1$), $\lambda(t) = \text{const.}$

Участок III – это период старения ($\alpha > 1$).

Так как участок II является основным, то в расчетах надежности) $\lambda(t) = \lambda = \text{const.}$



При экспоненциальном законе распределения



Функция надежности

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



Средняя наработка на отказ

Нарботка восстанавливаемого элемента на один отказ в рассматриваемом интервале времени или определенной продолжительности эксплуатации:

где t_i – наработка элемента до i -го отказа;
 m – число отказов в рассматриваемом интервале суммарной наработки.

$$T_o = \frac{\sum t_i}{m}$$



Среднее время восстановления одного отказа в рассматриваемом интервале суммарной наработки или определенной продолжительности эксплуатации m :

где t_{B-i} – время восстановления i -го отказа;
 m – число отказов в рассматриваемом интервале суммарной наработки.

$$T_B = \frac{\sum t_{B-i}}{m}$$

Решение задачи на ИНТЕНСИВНОСТИ ОТКАЗОВ

Пример 1. На испытание было поставлено 1000 однотипных датчиков давления. За первые 3000 ч отказало 80 датчиков, а в течение интервала времени отказало еще 50 устройств. Требуется определить статистическую оценку интенсивности отказов датчиков в интервале времени 3000...4000 ч.

Решение. В рассматриваемом примере $t = 1000$ ч; $n(t) = 920$; $\Delta t = 1000$ ч; $n(t + \Delta t) = 870$. С использованием формул (1.5) и (1.6) находим

$$\bar{n}(\Delta t) = \frac{870 + 920}{2} = 895; \quad \hat{\lambda}(t) = \frac{920 - 870}{895 \cdot 1000} = 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}.$$

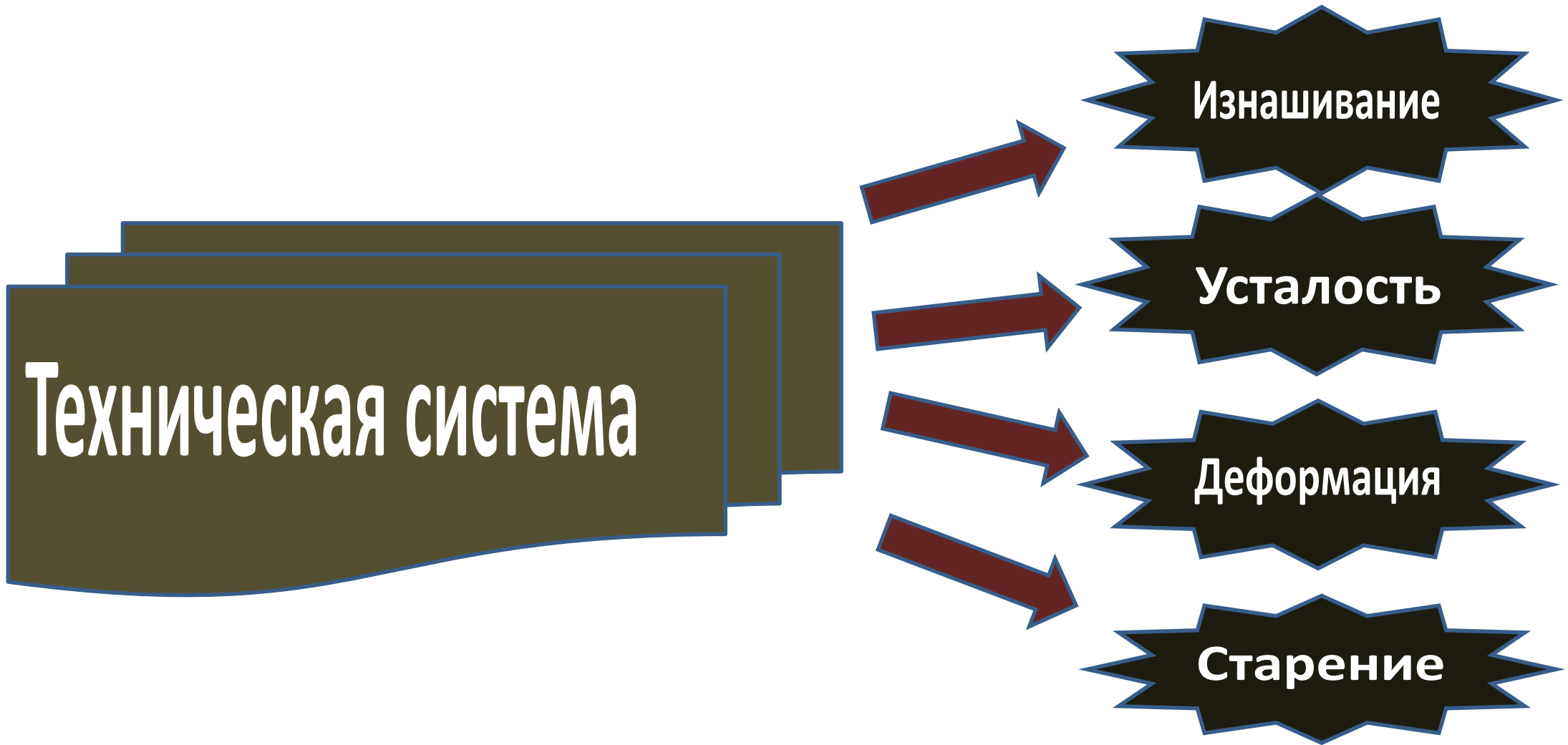


Статистическая оценка средней наработки на отказ T вычисляется по формуле:

$$T = \frac{t}{r(t)}$$

где $r(t)$ – число отказов, фактически происшедших за суммарную наработку t .

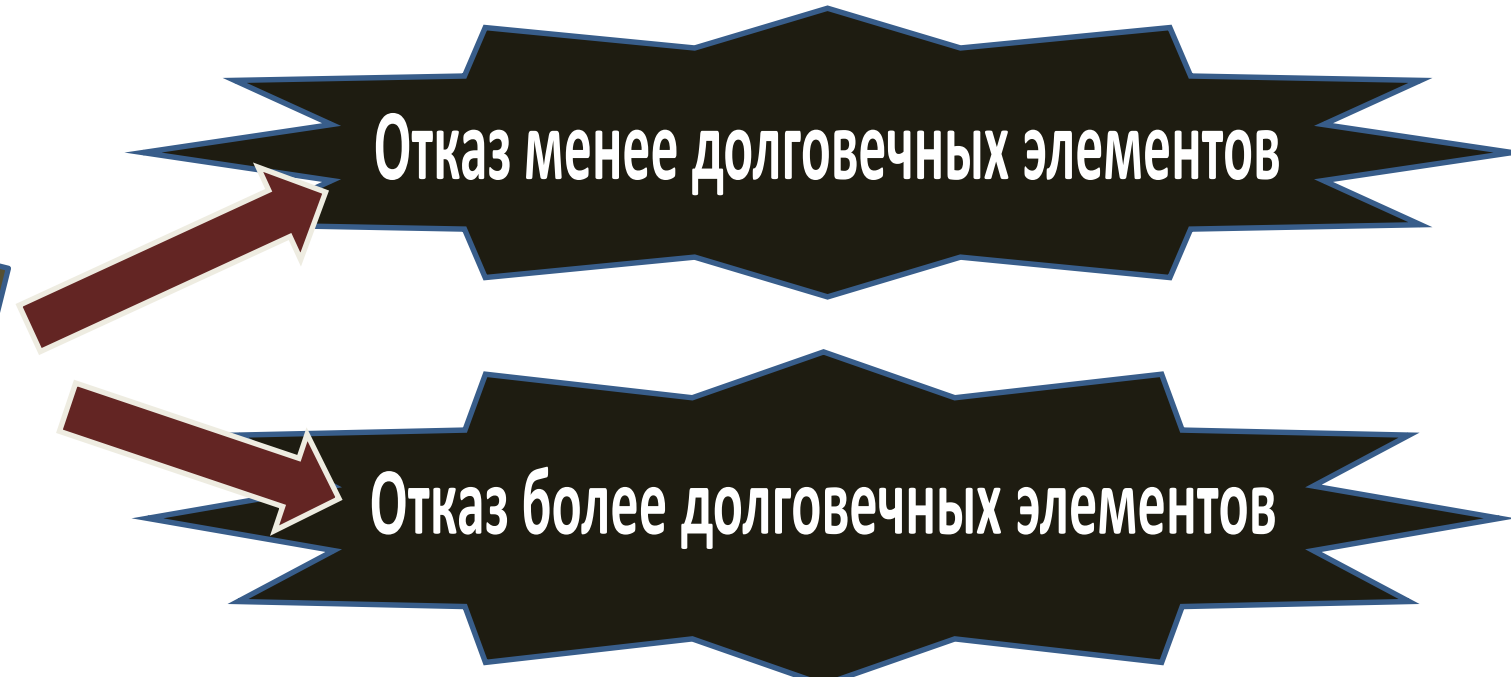
Теоретическое определение безотказности восстанавливаемых систем



Теоретическое определение надежности восстанавливаемых систем

Восстанавливаемые элементы

Ремонтируемые элементы



Аналог

Время эксплуатации (наработка)

Достижение периода старения

Наработка восстанавливаемого элемента



Величина интенсивности
потока отказов

Возможность
отказов

Пиковая нагрузка

Факторы отказов системы

- дефектные элементы $\omega(t)_д$;
- отказы элементов в результате старения и ремонта $\omega(t)_р$;
- базовые элементы (работоспособность системы в целом) $\omega(t)_б$;
- параметры потока отказов (из-за нарушения режимов нагрузки и эксплуатации) $\omega(t)_э$

$$\omega(t)_с = \omega(t)_д + \omega(t)_р + \omega(t)_б + \omega(t)_э.$$

Статистическая оценка параметра потока отказов

Статистическая оценка параметра потока отказов определяется по формуле:

$$\omega(t) = \frac{R(t_2) - r(t_1)}{t_2 - t_1}$$