

Лекция  
№7



# Показатели надежности восстанавливаемых систем

- 1) Показатели надежности невосстанавливаемых систем;
- 2) Показатели надежности восстанавливаемых систем.

# Невосстанавливаемые объекта



Результаты отказов описываются следующими характеристиками:

- вероятность безотказной работы,  $P(t)$ ;
- плотность распределения отказов (частота отказов),  $f(t)$ ;
- вероятность распределения отказов,  $F(t)$ .

*Средняя время безотказной работы  $T = 1/\lambda$ ,*  
 $\lambda$  – Интенсивность отказов объекта

$\lambda = \text{Const.}$ , интенсивность отказов имеет размерность обратную времени.

# Невосстанавливаемые объекта

Вероятность того, что изделие на протяжении времени  $t$  будет работать определяется по формуле

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda t).$$

Вероятность отказа за время  $t$  определяется по формуле

$$F(t) = 1 - P(t) = 1 - \exp(-\lambda t)$$

Плотность вероятности отказов

$$f(t) = \lambda \exp(-\lambda t)$$

# Невосстанавливаемые объекта

Вероятность того, что изделие на протяжении времени  $t$  будет работать определяется по формуле

$$P(t) = \exp(-\lambda t).$$

Вероятность отказа за время  $t$

$$F(t) = 1 - P(t) = 1 - \exp(-\lambda t)$$

Плотность вероятности отказов

$$f(t) = \lambda \exp(-\lambda t)$$

## 1. Вероятность безотказной работы

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

где  $N$  – общее число рассматриваемых элементов;  
 $n(t)$  – число отказавших элементов за время  $t$ ;  
 $P(t)$  – вероятность безотказной работы системы.

## 2. Частота отказов

$$f(t) = \frac{n(\delta t)}{N},$$

где  $n(\delta t)$  – число элементов (блоков), отказавших в интервале наработки  $t_i \pm \delta t/2$  от заданной наработки  $t_i$ ;

$N$  – общее число рассматриваемых однотипных элементов;

$\delta t$  – интервал наработки.

## *3. Вероятность отказов.*

На практике более удобной характеристикой является вероятность отказа  $F(t)$ .

Вероятность отказа – вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации в заданном интервале времени возникает хотя бы один отказ.

## Вероятность отказов и частота отказов.

Они связаны между собой зависимостью

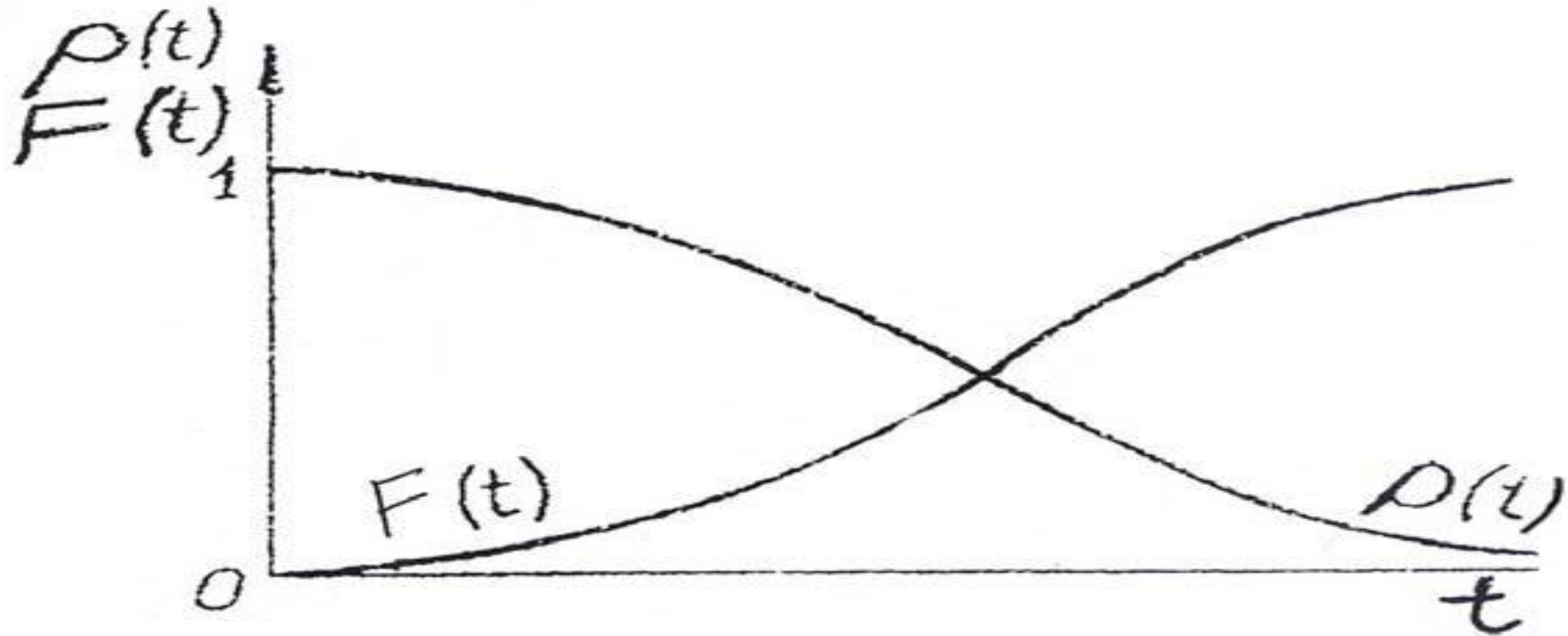
$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt},$$

С помощью плотности распределения отказов можно найти вероятность появления отказа того или иного элемента объекта при наработке  $t$ , не превышающей требуемого значения  $t_i$ .

Если элемент только в одном из двух состояний – отказ или работоспособность, то отказ и вероятность безотказной работы можно записать в виде

$$F(t) + P(t) = 1.$$





$$F(t) = 1 - P(t) \frac{dF(t)}{dt},$$

# 4. Интенсивность отказов.

Вероятность отказа за очень короткий промежуток времени называется **интенсивностью отказов**  $\lambda(t)$ .

$$\lambda(t) = \frac{n(\delta t)}{N_{\text{ср}} \cdot \delta t},$$

где  $N_{\text{ср}} = (N_i + N_{i+1})/2$ ;  $N_i$  и  $N_{i+1}$  – соответственно число блоков, исправно работающих в начале и в конце интервала  $\delta t$ ;  $n(\delta t)$  – число отказавших элементов за наработку в интервале времени  $\delta t$ ;  $N$  – общее число работоспособных элементов к началу рассматриваемой наработки.

## 5. Средняя наработка до первого отказа

Средний срок службы  $T_{\text{ср}}$  является математическим ожиданием средней наработки до первого отказа

$$T_{\text{ср}} = \frac{(\sum_{i=1}^n t_i)}{n},$$

где  $n$  – число отказавших невосстанавливаемых блоков в течение запланированных испытаний;

$t_i$  – наработка до отказа  $i$ -го блока (элемента).