

Семинарское занятие №3  
Показатели надежности невосстанавливаемых систем

Невосстанавливаемые объекты (системы) и элементы работают до первого отказа, и для них понятия надежности, безотказности и долговечности совпадают.

Критерием надежности называется признак, по которому можно количественно оценить надежность различных изделий и систем.

Показателем надежности следует называть количественное значение критерия надежности конкретного объекта или системы.

В теории надежности за случайную величину обычно принимают время работы изделия (время до возникновения отказа).

Среднее время безотказной работы (до возникновения первого отказа):

$$T = \frac{1}{\lambda},$$

где  $\lambda$  – интенсивность отказов объекта для экспоненциального распределения (она постоянна), т.е.  $\lambda \text{ const}$ . Интенсивность отказов имеет размерность, обратную времени.

Распределение отказов описывается следующими характеристиками:

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

Вероятность того, что изделие на протяжении времени  $t$  будет находиться в работоспособном состоянии, 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

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

Рассмотрим следующую модель устройства системы. В работе или на испытании находятся  $N$  элементов. Работа считается законченной, если все они отказали. Причем, вместо выбывших из строя – новые (или отремонтированные) элементы не ставятся.

Тогда критериями надежности данной системы являются:

1. Вероятность безотказной работы – вероятность того, что при определенных условиях эксплуатации в заданном временном интервале или в пределах заданной наработки по времени не произойдет ни одного отказа.

Вероятность безотказной работы может оцениваться выражением

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

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

2. Частота отказов – отношение числа отказавших элементов в единицу времени к общему первоначальному числу работающих элементов системы при условии, что все вышедшие из строя элементы не восстанавливаются.

Согласно этому определению

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

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

наработки  $t$ ;

$N$  – общее число рассматриваемых однотипных элементов;

$\delta t$  – интервал наработки.