

Показатели эксплуатационной надежности.  
Термины и определения.  
Количественные показатели

# Лекция №1

# Количественные показатели эксплуатационной надежности

## а) Количественные показатели эксплуатационной надежности

**1. Безотказность** - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

### Показатели безотказности:

- ✓ вероятность безотказной работы;
- ✓ вероятность отказа;
- ✓ средняя наработка до отказа;
- ✓ средняя наработка на отказ;
- ✓ интенсивность отказов;
- ✓ частота отказов;
- ✓ параметр потока отказов.

**2. Ремонтпригодность** - свойство объекта, заключающееся в приспособленности его к предупреждению, обнаружению отказов и восстановлению работоспособности объекта либо путем проведения ремонта, либо путем замены отказавших элементов.

### Показатели ремонтпригодности:

- ✓ вероятность восстановления работоспособного состояния,
- ✓ среднее время восстановления работоспособного состояния.

**3. Долговечность** - свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленном режиме технического обслуживания и ремонта.

**Показатели долговечности:**

- ✓ средний ресурс,
- ✓ гамма-процентный ресурс,
- ✓ назначенный ресурс,
- ✓ средний срок службы,
- ✓ гамма-процентный срок службы,
- ✓ назначенный срок службы.

**4. Сохраняемость** - свойство объекта сохранять работоспособность в течение и после его хранения и (или) транспортирования.

**Показатели сохраняемости:**

- ✓ средний срок сохраняемости,
- ✓ гамма-процентный срок сохраняемости.

## Показатели безотказности

**Вероятность безотказной работы  $P(t)$**  – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ не возникает.

$$P(t) = P(T \geq t), \quad P^*(t) = 1 - [n(t)/N(0)]$$

где  $T$  – случайное время работы объекта до отказа;

$t$  – заданная наработка.

**Вероятность отказа,  $q(t)$**  – вероятность того, что в пределах заданной наработки возникает, по крайней мере, один отказ объекта:

$$q(t) = 1 - P(t), \quad q^*(t) = \frac{n(t)}{N(0)}$$

Она характеризует ненадежность работы объекта (системы).

**Средняя наработка до отказа**  $t_{cp}$  – математическое ожидание наработки объекта до первого отказа (среднее время до отказа):

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) dt; \quad T_{cp}^* = [N(0)]^{-1} \sum_{i=1}^{N(0)} t_i;$$

**Средняя наработка на отказ** – отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию количества его отказов в течение этой наработки.

$$t_{cp*} = t / M[n(t)]; \quad t_{cp*}^* = [n(t)]^{-1} \sum_{i=1}^n t_i$$

**Частота отказов**  $a(t)$  – характеризующая скорость возникновения отказов изделий и представляет собой функцию плотности распределения наработки до отказа  $f(t)$ .

$$a(t) = q(t) = f(t). \quad a^*(t) = n(\Delta t) / [N(0) \cdot \Delta t]$$

**Интенсивность отказов** – условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник:

$$\lambda(t) = a(t) / P(t); \quad \lambda^*(t) = n(\Delta t) / [N_{cp}(\Delta t) \cdot \Delta t]$$

**Параметр потока отказов  $\Omega(t)$**  характеризуется как математическое ожидание числа отказов за время  $\Delta t$  и определяется как предел функции.

$$\Omega(t) = M\{n(t)\} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{u(\Delta t)}{\Delta t} \quad \Omega^* = \frac{\Delta n}{N(0) \cdot \Delta t}$$

$M\{n(t)\}$  – математическое ожидание числа отказов за время  $t$ .

$\frac{u(\Delta t)}{\Delta t}$  – вероятность того, что за промежуток времени произойдет, по крайней мере, один отказ.

## Показатели ремонтпригодности

**Вероятность восстановления работоспособного состояния в заданное время**

$P(\tau)$  – вероятность того, что время восстановления не превысит заданного.

$$P(\tau) = \int_0^{\tau} f(\tau) dt$$

**Среднее время восстановления  $\tau_{\text{вср}}$**  – это математическое ожидание

времени восстановления работоспособности, т.е. времени,

затраченного на поиск и устранение неисправностей.

$$\tau_{\text{вср}} = \left[ \sum_{i=1}^{N(0)} \sum_{j=1}^n \tau_{ij} \right] / \sum_{i=1}^n n(t)$$

# Показатели долговечности

**Средний ресурс,  $R_{cp}$**  – математическое ожидание ресурса.

## Статистическая оценка среднего ресурса

$$R_{cp}^* = \left[ \sum_{i=1}^{i=N(0)} R_i \right] / N(0)$$

ресурс  $i$ -го изделия

**Гамма-процентный ресурс,  $R_\gamma$**  – время, в течение которого объект не достигает предельного состояния с заданной вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах.

**Назначенный ресурс,  $R_n$**  – установленная в нормативно-технической документации суммарная наработка, при достижении которой дальнейшее применение системы по назначению следует прекратить независимо от ее технического состояния



## Показатели сохраняемости

**Средний срок сохраняемости** – математическое ожидание срока сохраняемости.

**Гамма-процентный срок сохраняемости** – срок сохраняемости, который будет достигнут объектом с заданной вероятностью  $\gamma$ , выраженной в процентах.