

## 1. Основные положения теории надежности

**Надежность** – есть свойство аппаратуры (системы) сохранять свои выходные характеристики (параметры) в определенных изделиях при данных условиях эксплуатации.

(Параметры (характеристики) не только электротехнические, но и метрологические и т.д.)

Различные определения надежности:

1) Надежность является линейной функцией распределения вероятностей безотказной работы от момента включения до 1-го отказа.

2) Надежностью элемента (системы)  $P(t)$  называется вероятностью того, что элемент (система) не выйдет из строя в течение времени  $t$ .

3) Надежность – вероятность того, что система будет работать безотказно в течении заданного времени и при определенных условиях работы.

.

7) Под надежностью понимается способность аппаратуры сохранять заданные свойства при определенных условиях в течении заданного времени.

Все определения можно разбить на 2 принципиально отличные группы:

- Количественные определения надежности

- Качественные определения.

Т.О. Надежность можно характеризовать:

- вероятность безотказной работы  $P(t)$

- средним временем исправной работы  $T$

- интенсивностью отказов  $\lambda(t)$

- частотой отказов  $a(t)$  и т.д

Однако не одна количественная характеристика не может полностью характеризовать надежность.

Математическая основа теории надежности – теория вероятностей и математическая статистика.

Надежность – свойство системы, обусловленное главным образом ее безотказностью и ремонтпригодностью и обеспечивающее выполнение задание в установленном для системы объеме; количественно определяется вероятностными характеристиками и параметрами

*Все приведенные определения имеют недостатки.*

### Отказ.

Отказ – событие, после появления которого, выходные характеристики системы выходят за допустимые пределы.

Отказ – случайное событие. Наиболее часто отказы случаются в начале эксплуатации – этап “обкатки” системы.

Отказы могут быть зависимыми и независимыми.

Если отказ какого – либо элемента не приводит к отказу других элементов – отказ независимый.

Появившийся в результате отказа других элементов – зависимый.

Отказы делятся мгновенные (внезапные) и постепенные.

При постепенных отказах, вследствие старения аппаратуры, ухудшаются выходные характеристики системы при сохранении ее работоспособности.

Характер отказа оказывает решающее влияние на методику расчета надежности.

Отказы можно так же разделить на окончательные и перемежающиеся. При окончательных отказах система становится неработоспособной, либо ее характеристики выходят за допустимые пределы на все время, пока не будет устранен отказ.

При перемежающихся отказах система восстанавливает свою работоспособность.

### **Критерии надежности. Характеристики надежности.**

Критерий надежности – признак, по которому оценивается надежность системы. Достаточно точно оценить надежность системы можно только с помощью большого числа критериев.

Характеристика надежности – количественное значение критерия.

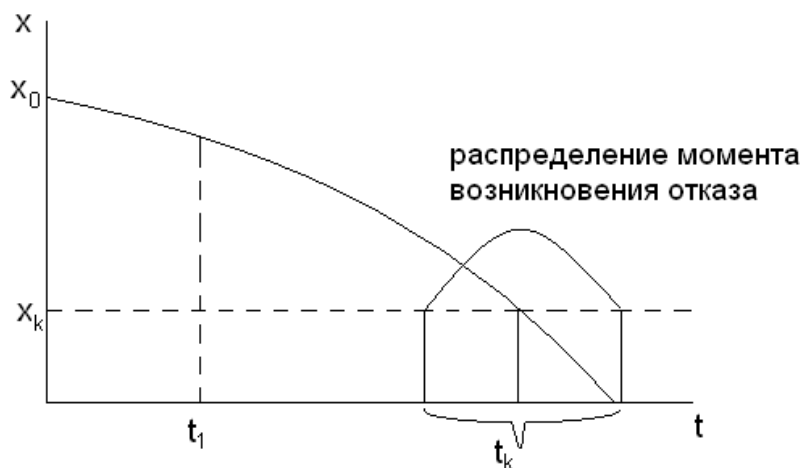
Критерии и количественные характеристики имеют вероятностный характер.

### **Сохранность**

Это свойство аппарата находиться в исправном состоянии в процессе хранения.

Сохранность отождествляется с понятием надежность для специфических условий – хранения аппаратуры.

В условиях хранения аппаратуры преобладают постепенные отказы в вследствие старения элементов.



$X$  – основной параметр элемента (емкость у конденсатора; сопротивление у резистора и т. д.)

$X(t)$  – случайные функции.

$X_k$  – критическое значение параметра  $\rightarrow$  отказ.

Закон распределения параметров считать нормальным (на практике – очень часто наблюдаются отклонения от нормального).

Экспериментально определить законы распределения времени возникновения отказов трудно – необходимо очень большое время наблюдения.

*Поэтому оценить сохранность аппаратуры аналитическими методами труднее, чем рассчитать надежность системы в процессе ее работы.*

Однако при хранении можно считать постепенные отказы элементов независимыми событиями (старение одних элементов не влияет на старение других), что облегчает оценку сохранности аналитическими методами.

Существует большой класс систем, время хранения которых значительно больше времени их работы (например: системы разового пользования).

### **Ремонтопригодность**

Ремонт – есть приспособленность аппаратуры к обнаружению и устранению отказов, а также к их предупреждению.

Характеризуется ремонтопригодность временем вынужденного простоя:

Время профилактики + время нахождения отказа + время устранения отказа.

Чем выше ремонтопригодность, тем ниже стоимость эксплуатации системы.

Время, потребное для восстановления, является случайной величиной, зависящей от характера отказов, квалификации персонала, организации ремонта и т. д.

Надежность характеризуется плотностью распределения времени возникновения отказов.

Ремонтопригодность – плотностью распределения времени восстановления и его характеристиками (средней длительностью ремонта, вероятности восстановления в течении времени и т. д.)

### **Срок службы**

Это время от начала эксплуатации до ее технической непригодности. Сложная система может иметь низкую надежность, но большой срок службы, т. к. срок службы системы зависит не только от срока службы ее элементов, но и от сложности системы, условий эксплуатации, технологий изготовления и т. д.

Т. о. срок службы нельзя отождествлять с надежностью. Срок службы не является определяющим понятием в теории надежности.

**Однако:** надежность сохранность можно определить для системы только в течение срока службы.

### **Избыточность**

Избыточность – есть превышение веса, габаритов или стоимости системы по сравнению с минимально необходимыми для заданной структуры, связанное с обеспечением заданной надежности.

### **Элементы расчета надежности**

Это элемент, блок, узел или часть системы, имеющие количественную характеристику, самостоятельно учитывающую при расчете надежность сложной системы.

Элементами расчета могут быть детали, узлы, блоки, приборы и системы.

Элементы расчета могут иметь либо основное, либо резервное соединение.

Основным соединением элементов расчета называют такое, при котором отказ одного элемента ведет к отказу всего соединения.

Резервным (резервированным) называется такое соединение, при котором отказ соединения наступает только при отказе основного и всех резервных соединений.

Чаще всего применяют смешанные соединения: часть элементов – основное, часть – резервное.