

# Основные понятия и показатели надежности

# Понятие о надежности

**Надежность (reliability) -**

свойство системы выполнять требуемые функции и сохранять значения параметров в заданных пределах при определённых условиях эксплуатации.

**Теория надёжности** - это наука, изучающая закономерности особого рода явлений - отказов технических систем.

# Основные состояния надежности системы

**Исправность** – состояние системы, при котором она соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией (НТД).

**Работоспособность** – состояние системы, при котором она способна выполнять заданные функции, сохраняя значения основных параметров, установленных НТД.

# Основные состояния надежности системы

**Предельное состояние** – состояние системы, при котором ее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно.

Применение (использование) системы по назначению прекращается в следующих случаях:

- при неустранимом нарушении безопасности;
- при неустранимом отклонении величин заданных параметров;
- при недопустимом увеличении эксплуатационных расходов.

# Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты (системы)

**Восстановление** – процесс обнаружения и устранения отказа

- ***Невосстанавливаемые*** - в случае возникновения отказа работоспособность не подлежит восстановлению
- ***Восстанавливаемые*** - работоспособность может быть восстановлена, в том числе и путем замены элемента или системы – в процессе работы допускаются остановки для ремонта или замены

# Причины возникновения отказов

**Отказ** – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

**Критерий отказа** – отличительный признак или совокупность признаков, согласно которым устанавливается факт возникновения отказа.

**Дефект (faults)** – причина отказов – неисправность, которая приводит к отказу не сразу, а через некоторое время.

# Виды дефектов:

1. Дефекты разработки (**development faults**) – характерны для программных средств и проявляются при определенных условиях (входных данных);
2. Физические дефекты (**physical faults**) – характерны для аппаратных средств и возникают вследствие естественных причин (старения элементов);
3. Дефекты взаимодействия (**interaction faults**) – являются следствием внешних воздействий (информационных атак, ошибок персонала, экстремальных воздействий физического характера и т.п.)

# Классификация и характеристики отказов

По своей *природе* отказы могут быть:

- *случайные*, обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.;
- *систематические*, обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений: усталость, износ, старение, коррозия и т. п.

# Классификация и характеристики отказов

По **типу** отказы подразделяются на:

- **отказы функционирования** (выполнение основных функций объектом прекращается);
- **отказы параметрические** (некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах).

# Основные признаки классификации отказов

- характер возникновения;
- причина возникновения;
- характер устранения;
- последствия отказов;
- дальнейшее использование объекта;
- легкость обнаружения;
- время возникновения.

# Характер возникновения:

- *внезапный отказ* – отказ, проявляющийся в резком (мгновенном) изменении характеристик объекта;
- *постепенный отказ* – отказ, происходящий в результате медленного, постепенного ухудшения качества объекта.

# Причина возникновения:

- *конструкционный отказ*, вызванный недостатками и неудачной конструкцией объекта;
- *производственный отказ*, связанный с ошибками при изготовлении объекта по причине несовершенства или нарушения технологии;

# Причина возникновения:

- *эксплуатационный отказ*, вызванный нарушением правил эксплуатации.
- *аппаратурный* отказ - требуется проведение ремонта аппаратуры или замена отказавшего объекта на исправный.
- *программный* отказ - объект утрачивает работоспособность по причине несовершенства программы

# Характер устранения:

- *устойчивый отказ;*
- *перемежающийся отказ или сбой* - (возникающий / исчезающий) — вызывается самоустраняющейся неисправностью

# Характер устранения:

## Последствия отказа:

- *легкий отказ* (легкоустранимый);
- *средний отказ* (не вызывающий отказы смежных узлов – вторичные отказы);
- *тяжелый отказ* (вызывающий вторичные отказы или приводящий к угрозе жизни и здоровью человека).

## Дальнейшее использование объекта:

- *полные отказы*, исключающие возможность работы объекта до их устранения;
- *частичные отказы*, при которых объект может частично использоваться.

## Легкость обнаружения:

- *очевидные (явные) отказы*;
- *скрытые (неявные) отказы*.

# Время возникновения:

- *приработочные отказы*, возникающие в начальный период эксплуатации;
- *отказы при нормальной эксплуатации*;
- *износосовые отказы*, вызванные необратимыми процессами износа деталей, старения материалов и пр.

# Составляющие надежности

Надежность является *комплексным* свойством, включающим в себя в зависимости от назначения объекта или условий его эксплуатации *ряд простых свойств*:

- *безотказность*;
- *долговечность*;
- *ремонтпригодность*;
- *сохраняемость*;
- *живучесть*;
- *достоверность информации*;

# Составляющие надежности

В зависимости от объекта надежность может определяться всеми перечисленными свойствами или частью их.

# Составляющие надежности

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

*Наработка* — продолжительность или объем работы объекта, измеряемая в любых неубывающих величинах

**Долговечность** — свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

# Составляющие надежности

**Ремонтопригодность** – свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания.

**Сохраняемость** – свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования.

# Составляющие надежности

*Живучесть* - свойство объекта сохранять работоспособность (полностью или частично) в условиях неблагоприятных воздействий, не предусмотренных нормальными условиями эксплуатации.

# Составляющие гарантоспособности

## Гарантоспособность (**dependability**)

- надежность в широком смысле – способность радиоэлектронной системы предоставлять требуемые услуги, которым можно оправданно доверять –

- является комплексным свойством
- объединяет свойства классической надежности, функциональной и информационной безопасности

# Составляющие гарантоспособности

*Гарантоспособная радиоэлектронная система* – это система, обладающая полным или частичным набором первичных свойств, составляющих гарантоспособность.

# Составляющие гарантоспособности

- *безотказность* (**reliability**) — свойство непрерывно предоставлять корректные (требуемые) услуги ;
- *готовность* (**availability**) — свойство доступности ресурсов КС для предоставления требуемых услуг ;

# Составляющие гарантоспособности

- *живучесть* (**survivability**) — свойство минимизировать снижение и сохранять в приемлемых пределах объём и качество предоставляемых услуг при отказах ;
- *функциональная безопасность* (**safety**) — свойство исключать или минимизировать вредные (катастрофические ) последствия при отказах для пользователей, других систем или окружающей среды ;

# Составляющие гарантоспособности

- *целостность* (**integrity**) – свойство исключать непредусмотренные изменения системы и предоставляемых услуг
- *конфиденциальность* (**confidentiality**) – свойство препятствовать неавторизованному доступу к информации об услугах ;

# Составляющие гарантоспособности

- *достоверность* (**high confidence**) – свойство правильно оценивать корректность предоставляемых услуг (информации) , т .е . определять степень доверия к услуге ;
- *Обслуживаемость (ремонтпригодность)* (**maintainability**) – свойство приспособленности к модификациям и ремонту.

# Основные показатели надежности

*Показатель надежности* количественно характеризует, в какой степени данному объекту присущи определенные свойства, обуславливающие надежность.

Показатели надежности представляются в двух формах (определениях):

- 1) *Статистическая* (выборочные оценки при экспериментальных исследованиях на надежность);
  - 2) *Вероятностная* (при аналитических оценках).
- С ростом числа испытаний 1) стремится к 2).

# Показатели надежности невосстанавливаемых объектов

Обозначения:

$T$  – *случайное время* – *наработка на отказ* объекта (интервал времени от начала работы до первого отказа );

$F(t) = P \{T \leq t\}$  – функция распределения времени до первого отказа;

$f(t)$  - плотность распределения времени до первого отказа;

$n(t)$  – число отказавших объектов к моменту  $t$ ;

$N(t)$  – число работоспособных объектов к моменту  $t$ ;

$N(0) = N$  – число объектов, поставленных на испытания.

# Числовые характеристики надёжности

Рассмотренные количественные характеристики надёжности являются функциями времени. Для определения этих характеристик на основе опытных данных с достаточной точностью требуется большой объём испытаний. Более просто найти числовые характеристики надёжности:

- 1) среднее время безотказной работы (средняя наработка на отказ);
- 2) дисперсия времени безотказной работы;
- 3) среднее квадратичное отклонение (СКО) наработки до отказа.