



**Тема: Надежность технических систем.  
Основные понятия теории надежности**



- Надежность – важная характеристика любой технической системы.
- В техническом смысле понятие «надежности» базируется на трех составляющих:
  - работоспособности,
  - заданных условиях эксплуатации,
  - ресурсе изделия.

- **Работоспособность** – это способность изделия выполнять требуемые функции.
- **Заданные условия эксплуатации.** Изделие в реальных условиях подвергается влиянию внешних воздействующих факторов. Известно восемь классов воздействий:
  - механические;
  - климатические;
  - биологические;
  - радиационные;
  - электромагнитные;
  - специальные среды;
  - термические;
  - космические.

- Если в нормальных условиях эксплуатации объект будет работоспособен, то при критических воздействиях возможно нарушение работоспособности.
- **Ресурс изделия** - заданный период времени, в течение которого объект работоспособен. Определяется НТД на объект.

Отсюда вытекает определение термина «надежность» согласно стандарту ISO:

**НАДЕЖНОСТЬ** (reliability-англ.) - способность объекта выполнять требуемые функции в заданных условиях в течение заданного периода времени.

- Для некоторых объектов предельное состояние является последним в его функционировании, т.е. объект снимается с эксплуатации, для других – определенной фазой в эксплуатационном графике, требующей проведения ремонтно-восстановительных работ.

В связи с этим, объекты могут быть:

- **невосстанавливаемые**, для которых работоспособность, в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению в течение эксплуатации (*акселерометры, электронные компоненты*);
- **восстанавливаемые**, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены (*прибор на этапе серийного производства, не прошедший приемо-сдаточных испытаний, возвращается на доработку для исправления дефектов*).

## 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.

**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 (единица времени, число циклов нагружения, километры пробега и т. п.).

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

**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.

**Живучесть** – свойство объекта сохранять работоспособность в экстремальных ситуациях (с увеличением числа отказов).

## Основные показатели надежности

**Показатель надежности** количественно характеризует, в какой степени данному объекту присущи определенные свойства, обуславливающие надежность. Одни показатели надежности, например, технический ресурс, срок службы могут иметь размерность, ряд других, например, вероятность безотказной работы, коэффициент готовности являются безразмерными.

**Технический ресурс** – наработка объекта от начала его эксплуатации или возобновления эксплуатации после ремонта до наступления предельного состояния.

Технический ресурс может быть регламентирован следующим образом: до среднего, капитального, от капитального до ближайшего среднего ремонта и т. п. Если регламентация отсутствует, то имеется в виду ресурс от начала эксплуатации до достижения предельного состояния после всех видов ремонтов.

Для невосстанавливаемых объектов понятия технического ресурса и наработки до отказа совпадают.

**Назначенный ресурс** – суммарная наработка объекта, при достижении которой эксплуатация должна быть прекращена независимо от его состояния.

**Срок службы** – календарная продолжительность эксплуатации (в том числе, хранение, ремонт и т. п.) от ее начала до наступления предельного состояния.

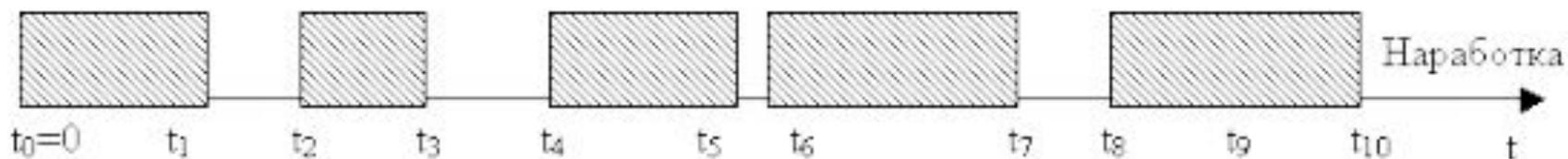


Рис.1 Основные показатели надежности

**Технический ресурс** (наработка до отказа)

$$TP = t_1 + (t_3 - t_2) + (t_5 - t_4) + (t_7 - t_6) + (t_{10} - t_8).$$

**Назначенный ресурс**

$$TN = t_1 + (t_3 - t_2) + (t_5 - t_4) + (t_7 - t_6) + (t_9 - t_8).$$

**Срок службы объекта**

$$TC = t_{10}.$$

$t_0 = 0$  – начало эксплуатации;

$t_1, t_5$  – моменты отключения по технологическим причинам;

$t_2, t_4, t_6, t_8$  – моменты включения объекта;

$t_3, t_7$  – моменты вывода объекта в ремонт, соответственно, средний и капитальный;

$t_9$  – момент прекращения эксплуатации;

$t_{10}$  – момент отказа объекта.

**Гарантийный срок службы** — устанавливается между заказчиком и изготовителем, всегда меньше его действительного срока службы. Если в течение гарантийного срока происходит отказ изделия, то ответственность за него несет изготовитель, который должен выполнить ремонт отказавшего изделия, а в случае невозможности ремонта заменить изделие исправным.

По истечении гарантийного срока службы предприятие-изготовитель не несет ответственности за отказы изделия, но это не означает, что изделия перестают быть надежными и пригодными для дальнейшей эксплуатации.

## Обеспечение требуемых показателей надежности достигается:

- выбором соответствующих (по надежности) элементов узлов, блоков системы;
- проведением достаточного числа испытаний;
- облегчением нагрузочных режимов работы изделия, его блоков и элементов;
- снижением влияния внешних воздействующих факторов и помех (применение виброзащиты и экранов);
- введением аппаратурной и информационной избыточности;
- организацией процедур восстановления и обслуживания;
- использованием средств контроля и диагностики.

Средства контроля служат для обнаружения отказов, а средства диагностики – для их локализации. В последнее время их объединяют в одну систему.