

# Надежность технических систем и техногенный риск

Лекция №1

# Теория надежности – характеристика научно-технического направления, основные понятия, термины и определения

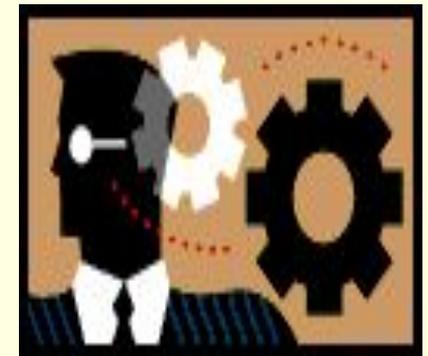
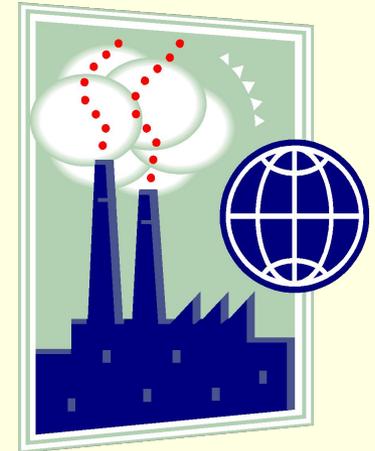
---

**Цель** : 1). Дать характеристику научно-технического направления « надежность технически » и дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск»  
2). Дать основной понятийный аппарат теории надежности.

## **Учебные вопросы:**

- 1. Характеристика научно-технического направления "теория надежности".
- 2. Предмет, задачи теории надежности, ее значение в подготовке инженера.
- 3. Основные понятия теории надежности.
- 4. Характеристика состояний технического объекта.
- 5. Свойства надежности технических систем.

# 1. Введения в дисциплину



# 1. Характеристика научно-технического направления "надежность техники"

В развитии научно-технического направления "надежность техники" можно выделить следующие этапы:

- 1-й этап - 50-е годы - становление направления;
  - 2-й этап - 60-е годы - этап классической теории надежности;
  - 3-й этап – конец 70-х - по настоящее время — современный этап.
- 
- Первый шаг в решении проблемы надежности был направлен на выяснение причин отказов оборудования. Каковы основные причины ненадежности элементов и пути их устранения? Существуют ли возможности создания надежных систем из элементов ограниченной надежности? Можно ли прогнозировать надежность создаваемой системы на этапе проектирования?
  - На 2 этапе центр внимания переместился от анализа поведения отдельных элементов различного типа ( механических, электрических и гидравлических) на последствия, вызываемые отказом этих элементов в соответствующих системах. Были предложены новые принципы анализа с помощью дерева отказов и дерева событий. Все большую роль начинают играть ЭВМ.
  - Особенностью 3 этапа является разработка новых методов расчета надежности применительно к задачам практики.  
На 3 этапе решаются вопросы: Как определить на самых ранних стадиях создания системы пути и возможности обеспечения ее надежности? Как соизмерять программу обеспечения надежности со степенью ответственности решаемых задач и ожидаемым от решения этих задач эффектом?  
Данный этап характерен дальнейшим углубленным изучением физико-химических и статистических закономерностей появления отказов как простых так и сложных систем.

## 2. Предмет, задачи теории надежности, ее значение в подготовке инженера.

- **Теория надежности** - наука, занимающаяся разработкой методов определения, контроля и обеспечения надежности систем
- **Теория надежности** - базируется на таких разделах математики, как теория вероятностей и случайных процессов, теория массового обслуживания, теория информации, теория игр и статистических решений, математическая статистика и математическое моделирование.

В результате изучения дисциплины студенты **должны знать:**

- основные понятия теории надежности и теории риска;
- свойства надежности и их количественные показатели;
- математические методы расчета систем на надежность;
- основные способы повышения надежности систем;
- основные методы и методологию анализа риска

**уметь использовать:**

- расчетно-статистические методы оценки и анализа количественных показателей надежности технических систем с использованием ПЭВМ;
- способы обеспечения надежности технических систем на этапе проектирования, модернизации и эксплуатации;
- терминологию анализа риска

## 2. Предмет, задачи теории надежности, ее значение в подготовке инженера.

*должны иметь представление:*

- о принципах анализа и моделирования надежности технических систем и оценки техногенного риска;
  - о методах прогнозирования и испытаний элементов технических систем, технологического оборудования, устройств защиты и безопасности на надежность;
  - о структуре и общих правилах задания требований по надежности устройств, обеспечивающих безопасность эксплуатации технических систем;
  - о методах анализа техногенного риска.
- 
- Дисциплина обеспечивает изучение специальных курсов: «Страхование в техносферной безопасности», «Методы и модели изучения опасности техносферы», «Промышленная безопасность по отраслям», «Управление техносферной безопасностью», «Надзор и контроль в сфере безопасности», «Экономика техносферной безопасности», выполнение выпускной квалификационной работ.
  - Для усвоения данного курса необходимо изучения дисциплин «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Экология», «Ноксология», «Механика», «Информатика», «Безопасность жизнедеятельности», «Медико-биологические основы безопасности».

# Требования к уровню усвоения содержания дисциплины

---

В ходе изучения дисциплины должны быть сформированы следующие профессиональные компетенции:

- ПК-4 - Способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники;
- ПК-5 - Способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надёжности;
- ПК-17 - Способностью определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска

# Рабочая программа дисциплины

Вид учебной работы и формы контроля	Очная форма	
	всего	курс, семестр
Общая трудоемкость дисциплины:		
- в зачетных единицах	4	
- в часах	144	3,5
Аудиторные занятия, часов:	72	3,5
- лекции	18	3,5
- практические (ПЗ)	54	3,5
Самостоятельная работа, часов:	72	3,5
- курсовой проект (работа)	30	3,5
- прочие виды	42	3,5
Экзамен	+	3,5

# Основная рекомендуемая литература

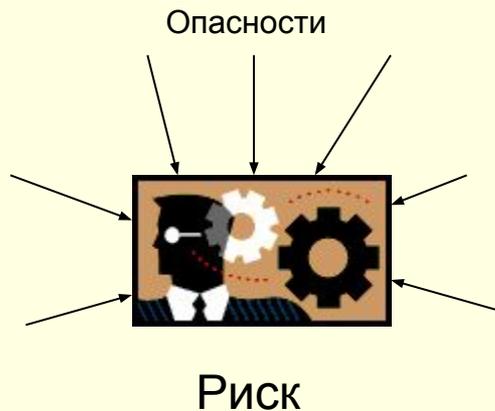
## Основная литература:

- 1. Дорохов А.Н., Керножицкий В.А., Миронов А.И., Шестопалова О.Л. Обеспечение надежности сложных технических систем: Учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 352 с.
- 2. Кузнецов П.Д., Маринин С.Ю., Новиков В.В. Теория и практика расчета надежности технических систем: уч. пособие – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2012. – 126 с.
- 3. Малафеев С.И., Копейкин А.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи: Уч. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 320 с.

## Дополнительная литература:

- 4. Чура Н.Н. Техногенный риск : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В.А. Девисилова, 2010 - 218 с.
- 5. Острейковский В.А. Теория надежности: Учеб.для вузов/В.А. Острейковский.-М.: Высш.шк., 2003. – 463 с.
- 6. Алымов В.Т., Тарасов Н.П. Техногенный риск: Анализ и оценка: учебное пособие для вузов.-М.:ИКЦ «Академкнига», 2005. – 118 с.
- 7. Хенли Э., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска. М., Машиностроение, 1984 г. – 280 с.
- 9. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. – Изд.БХВ – Петербург, 2006 – 702 с.

# Методология изучения Раздела 1



## Надежность

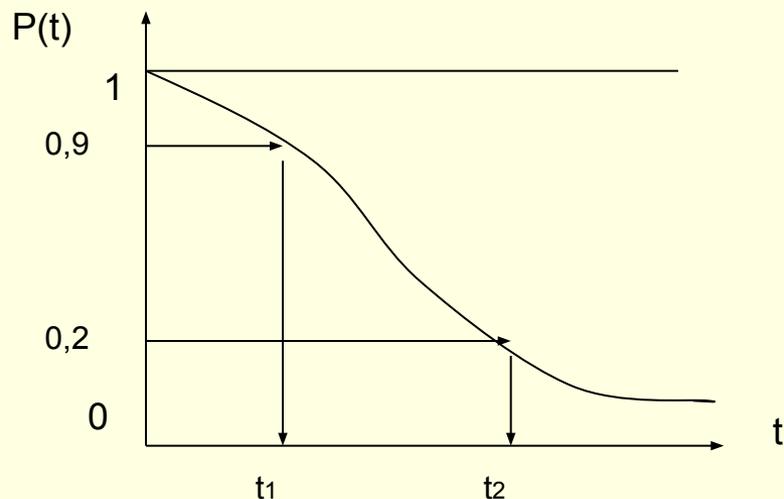
- Свойства
- безотказность
  - ремонтпригодность
  - долговечность
  - сохраняемость

- Показатели
- $P(t)$   $\lambda(t)$   $f(t)$   $\omega(t)$   $T_0$
- $P_B(t)$   $\mu(t)$   $T_B$
- $R_H$   $R_{cp}$   $R_\gamma$   $C_c$

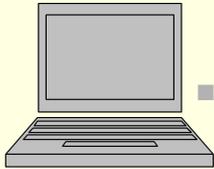
Методы  
расчета

Величина

Способы повышения  
надежности

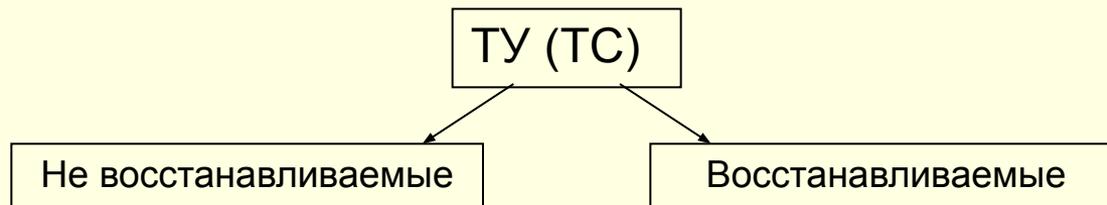


### 3. Основные понятия теории надежности.



- **Надежность** есть свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах все параметры, обеспечивающие выполнение требуемых функций в заданных условиях эксплуатации.
- **Изделием** называют единицу продукции, выпускаемая данным предприятием, цехом и т.п., например подшипник, телевизор, станок, автомобиль.
- **Системой** называют совокупность совместно действующих объектов, предназначенных для самостоятельного выполнения заданных функций.
- **Элементом** называют часть системы (изделия), предназначенную для выполнения отдельных функций и не имеющую самостоятельного эксплуатационного значения.

Элементы могут быть составляющими и комплектующими  
Все многообразие изделий, систем и элементов будем называть **техническим устройством (ТУ)** или **технической системой (ТС)**



### 3. Основные понятия теории надежности.



**Качество** – совокупность свойств, определяющих степень готовности ТУ к эксплуатации

**Эффективность** - свойство объекта, определяющее степень его пригодности непосредственно к применению по назначению

**Живучесть** - свойство объекта, которое характеризует его возможности сохранять работоспособное состояние при внешних воздействиях, превышающих установленные эксплуатационные уровни

**Надежность** - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования

#### Жизненный цикл ТУ (ТС)

Проектирование	Производство	Эксплуатация	Ремонт, списание	
Проработка возм. вариантов Научно - исследоват. работы Формирование тех. задания	Создание опытного образца Конструкт. испытания	Изготовление, испытания, приемка	Ввод в эксплуатацию Проведение строит., монтажных и пусконаладочных работ , АИ, КИ Планово-предупредительные ремонты	Капитальные ремонты, снятие с эксплуатации, списание, утилизация

## 4. Характеристика состояний технического объекта

■ **Исправное состояние** - такое состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической и (или) конструкторской документацией.

■ **Неисправное** - если его состояние не соответствует хотя бы одному из требований НТД

■ **Работоспособное состояние** - такое состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствует требованиям ЭТД.

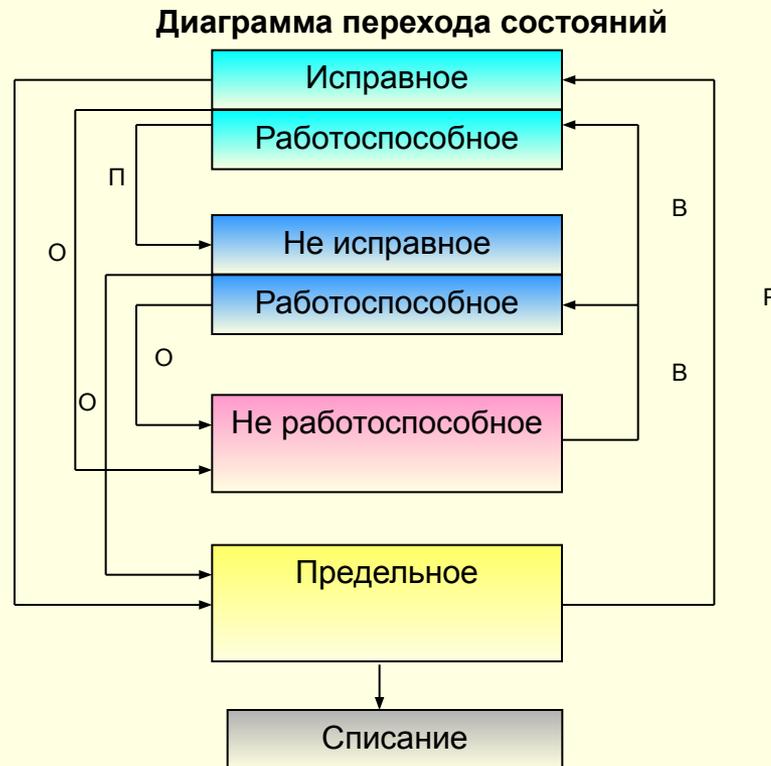
■ **Не работоспособное** – не соответствует

■ **Предельное состояние** - состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация должна быть прекращена из-за неустранимого ухода заданных параметров за установленные пределы или неустранимого снижения эффективности эксплуатации ниже «допустимой, или необходимости проведения среднего или капитального ремонта.

■ Переход объекта из одного состояния в другое происходит в результате **отказа** или **повреждения**.

## 4. Характеристика состояний технического объекта

- **Отказ** - событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта.
- **Повреждение** - событие, характеризующее нарушение исправного состояния объекта.



## 4. Характеристика состояний технического объекта

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

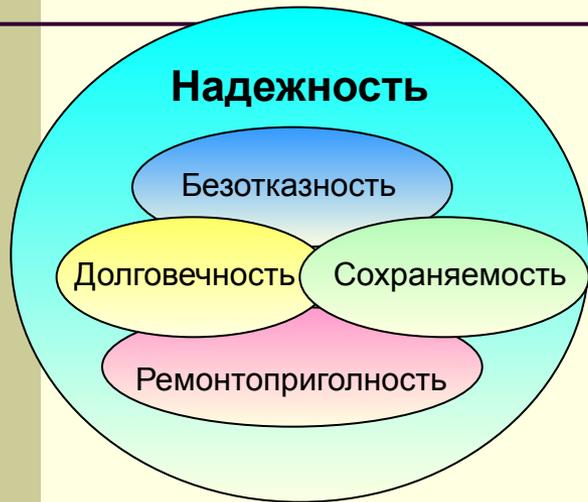
### Причины отказов:

- ошибки, допущенные при конструировании, производстве, ремонте;
- нарушение правил и норм эксплуатации;
- естественные процессы старения и износа.

### Классификация отказов

1. По характеру проявления - **окончательные** (устойчивые) и **перемежающиеся** (то возникающие то исчезающие);
2. По связи с другими отказами - **первичные**, т. е. возникшие по любым причинам, кроме действия другого отказа, **вторичные**, т. е. явившиеся следствием другого отказа;  
- **зависимыми** и **независимыми**. Отказы считают зависимыми, если при появлении одного из них изменяется вероятность появления второго отказа;
3. По сложности обнаружения - **очевидные** (явными) или **скрытые** (неявными);
4. По внешним проявлениям типа **"обрыв"** или типа **"замыкание"** ;
5. По характеру возникновения - **внезапные** (катастрофические), состоящие в резком, практически мгновенном изменении характеристик объектов, и отказы **постепенные**, происходящие из-за медленного, постепенного ухудшения качества объектов

## 5. Свойства надежности технических систем



**Безотказность** - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки.

**Ремонтопригодность** - свойство объекта, заключающееся в приспособлении к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и к поддержанию, восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

**Долговечность** - свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

**Сохраняемость** - свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и(или)транспортирования.