

# РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

**ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ** – МАШИНА, УСТРОЙСТВО, КОМПЛЕКС МАШИН ИЛИ УСТРОЙСТВ, ЗДАНИЕ, СООРУЖЕНИЕ и т.п., СОЗДАННЫХ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ЗАДАЧ = **ИЗДЕЛИЕ**

В зависимости от аспекта рассмотрения технический объект или изделие может выступать в качестве

**СИСТЕМЫ** или **ЭЛЕМЕНТА**

**ЭЛЕМЕНТ** – объект, рассматриваемый при решении определенной задачи как нечто неделимое, целое

**СИСТЕМА** – это совокупность элементов, объединенных функционально или конструктивно, для решения определенных задач

**СИСТЕМА** состоит из отдельных **ЭЛЕМЕНТОВ**

# ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ, ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ

---

- ▣ **Инженерные системы:** функционально законченный комплекс оборудования, предназначенный для создания и поддержания условий, необходимых для функционирования оборудования, диспетчерского центра и выполнения работы работниками

# ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ, ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И

---

## ОБОРУДОВАНИЯ

- ▣ **Оборудование**: совокупность механизмов, машин, устройств, приборов, объединенных определенной технологической схемой.
- ▣ **Здание**: строительная система, состоящая из несущих и ограждающих или совмещенных(несущих и ограждающих) конструкций, образующих наземный замкнутый объем, предназначенный для проживания или пребывания людей в зависимости от функционального назначения и для выполнения различного вида производственных процессов.

# ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ, ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ

---

- ▣ **Сооружение**: объемная, плоскостная или линейная наземная, надземная или подземная строительная система, состоящая из несущих, а в отдельных случаях и ограждающих конструкций и предназначенная для выполнения производственных процессов различного вида, хранения материалов, изделий, оборудования, для временного пребывания людей, перемещения людей и грузов и т.д.



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРВИСА ОБЪЕКТОВ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ: ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ

- ▣ **Современный СЕРВИС инженерной инфраструктуры** предоставляет полный комплекс услуг по оснащению объекта и сервисному обслуживанию систем электро-, водо- и газоснабжения, канализации, системы отопления, вентиляции, кондиционирования, вертикального транспорта, а также структурированной кабельной системы, включающей множество сетевых информационных сервисов различного назначения: телефонные и локальные компьютерные сети, системы безопасности, видеонаблюдение и т.д.

# ЗАДАЧИ СЕРВИСА ИЖС И ОБОРУДОВАНИЯ

---

- ▣ **Сервис ИЖС и ОБОРУДОВАНИЯ** призван обеспечить надлежащие режимы и условия технической эксплуатации в целях поддержания или восстановления их работоспособности на протяжении установленного срока службы

# СОСТАВЛЯЮЩИЕ СЕРВИСА

---

- Сервис ИЖС и ОБОРУДОВАНИЯ осуществляется посредством контроля технического состояния, технического обслуживания и ремонтов
- Обслуживание техническое регламентированное: техническое обслуживание, предусмотренное в нормативной или эксплуатационной документации и выполняемое с периодичностью и в объеме, установленных в ней, независимо от технического состояния оборудования в момент начала технического обслуживания.

# СОСТАВЛЯЮЩИЕ СЕРВИСА

---

- Оперативное обслуживание: комплекс работ по ведению требуемого режима работы оборудования; производству переключений; техническому контролю оборудования; подготовке к производству ремонта (подготовке рабочего места, допуску); техническому обслуживанию оборудования в объеме, предусмотренном должностными и производственными инструкциями; предотвращению возникновения и развития нарушений в работе оборудования.



# СОСТАВЛЯЮЩИЕ СЕРВИСА

---

## ▣ Техническое состояние:

совокупность подверженных изменению в процессе эксплуатации свойств оборудования, характеризуемая в определенный момент времени степенью соответствия фактических значений показателей значениям, установленным нормативной и технической документацией на это

# СОСТАВЛЯЮЩИЕ СЕРВИСА

---

- Освидетельствование техническое: выполнение действий по проверке соответствия параметров оборудования требованиям нормативной и технической документации.
- Осмотр: визуальное обследование оборудования.

# СОСТАВЛЯЮЩИЕ СЕРВИСА

---

- Осмотр технический: контроль состояния оборудования, осуществляемый при помощи органов чувств и технических средств контроля, перечень которых установлен соответствующей нормативно-технической документацией.

# СОСТАВЛЯЮЩИЕ СЕРВИСА

- Техническое диагностирование: определение технического состояния оборудования, поиск мест и определение причин отказов (неисправностей), а также прогнозирование его технического состояния и подготовка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации оборудования.



# СОСТАВЛЯЮЩИЕ СЕРВИСА

---

- Периодический контроль: контроль параметров оборудования, осуществляемый через установленные соответствующим графиком интервалы времени.
- Постоянный(непрерывный) контроль: контроль, осуществляемый с применением технических средств регистрации параметров, при котором запись(фиксация) контролируемых параметров оборудования происходит непрерывно.

# ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И СНИЖЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

---

- 1. Недостатки заложенные на этапе проектирования
- 2. Дефекты, полученные при изготовлении
- 3. Нарушения режимов и условий эксплуатации
- 4. Дефекты, возникающие в результате повреждений при эксплуатации: физико-механические воздействия, физико-химические превращения, физико-энергетические воздействия полей и излучений

# ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И СНИЖЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

- Физико-механические воздействия: силовые воздействия в силовых полях, при непосредственном контакте, воздействие вибраций и акустических колебаний
- Повреждения и дефекты проявляются в виде выбоин, трещин, деформаций, нарушений внешнего защитного слоя, нарушений целостности, следов износа контактирующих поверхностей, усталостных разрушений

# ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И СНИЖЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

---

- Физико-химические превращения: изменения агрегатного состояния, например оплавление или охрупчивание, изменение химического состава
- Изменения агрегатного состояния могут быть вызваны локальным перегревом или переохлаждением, изменения химического состава может быть результатом коррозионного воздействия среды или иными причинами, приводящими к химическим превращениям



# ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И СНИЖЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

- Физико-энергетические воздействия полей и излучений могут выступать как:
- Воздействия электромагнитных полей и излучений, включая тепловое (воздействия этих полей могут вызывать не только электромагнитные эффекты но и тепловые эффекты внутри материалов)
- Воздействия других видов излучений
- Проявляются в повреждениях материала изделий

# ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

---

- Способность технических объектов сохранять работоспособность – важное качество
- Научный подход к этому вопросу дает теория надежности
- В этой дисциплине разработаны определения, принципы и критерии оценки данного качества технических объектов

# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В ОБЛАСТИ НАДЕЖНОСТИ

Объекты	Состояние объекта	Виды объектов	События	Свойства надежности	Временные понятия	Показатели надежности
Элемент Система	Исправное Неисправное работоспособное Неработоспособное Предельное	Обслуживаемый Необслуживаемый Восстанавливаемый Невосстанавливаемый Ремонтируемый Неремонтируемый	Повреждение Отказ Сбой Исчерпывание ресурса	Безотказность Долговечность Ремонтпригодность Сохраняемость	Наработка Ресурс Срок службы Срок сохраняемости Требуемая наработка (ресурс, срок службы)	Безотказности Долговечности Ремонтпригодности Сохраняемости Комплексные

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- С позиций надежности объекты могут находиться в **исправном** и **неисправном**, **работоспособном** и **неработоспособном**, а также **предельном** состояниях
- **Работоспособность** машин и оборудования - одно из состояний изделия, которое рассматривается и изучается в рамках теории надежности



# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

---

- **Исправным** называется такое состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации. Если имеет место несоответствие хотя бы по одному из требований, то такое состояние называется **неисправным**.
- Признаком неисправного состояния является наличие или появление технологического дефекта или повреждения при эксплуатации.

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

---

- ▣ **Работоспособным** называется такое состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации. Если изделие перешло в состояние, при котором хотя бы один параметр, характеризующий его способность выполнять заданные функции, не соответствует нормативно-технической и (или) конструкторской документации, то такое состояние называют **неработоспособным**. Неисправное изделие может быть работоспособным. Например, повреждение окраски автомобиля означает его неисправное состояние, но такой автомобиль работоспособен. Неработоспособное состояние является одновременно и неисправным.

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- ▣ **Предельным** называется состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно. Предельное состояние наступает после исчерпания ресурса. После наступления предельного состояния изделие списывается или направляется в ремонт.

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

---

- Переход объекта из одного состояния в другое происходит при наступлении одного из следующих событий: повреждение, отказ, исчерпание ресурса.
- **Повреждение**-событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния.
- Переход изделия из работоспособного состояния в неработоспособное происходит после наступления события, называемого отказом.
- **Отказ**- событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния.
- **Исчерпание ресурса** - событие, характеризующее переход изделия в предельное состояние.



# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

---

- **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, ремонта, хранения и транспортирования.
- Надежность является комплексным свойством и включает свойства безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.
- В зависимости от вида изделия его надежность может включать только часть составных свойств надежности.

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

---

- **Безотказность** - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени и некоторой наработки.
- **Долговечность** - свойство объекта сохранять работоспособное состояние изделия до предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- ▣ **Ремонтопригодность** - свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению предотказных состояний, отказов и повреждений, поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонта.

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- **Сохраняемость** - свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и (или) транспортирования.
- Количественная оценка надежности проводится с помощью таких характеристик, как наработка, ресурс, срок службы, срок сохраняемости, время восстановления.



# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- **Наработка** - продолжительность или объем работы объекта. Наработка может быть как непрерывной величиной (продолжительность работы в часах, километрах пробега и т.п.), так и целочисленной (число циклов работы, число запусков и т.п.).
- Различают наработку до отказа и наработку между отказами.

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

---

- **Наработка до отказа** исчисляется от начала эксплуатации объекта до возникновения первого отказа.
- **Наработка между отказами** исчисляется от окончания восстановления его работоспособного состояния после отказа до возникновения следующего отказа.
- **Ресурс** исчисляется как суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

---

- **Срок службы** исчисляется в единицах календарной продолжительности и так же, как и ресурс - от начала эксплуатации объекта или ее возобновления до перехода в предельное состояние. Таким образом, отличие ресурса и срока службы состоит только в единицах измерения.
- **Срок сохраняемости** исчисляется как календарная продолжительность хранения и (или) транспортирования объекта, в течение которой сохраняются в установленных пределах значения параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции.
- По истечении срока сохраняемости объект должен соответствовать требованиям безотказности, долговечности и ремонтпригодности, установленным в нормативно-технической документации (НТД) на объект.

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

---

- **Время восстановления** характеризует календарную продолжительность операций по восстановлению работоспособного состояния объекта или продолжительность операций по техническому обслуживанию и ремонту.
- Вышеназванные временные характеристики не являются показателями надежности.
- Показатели надежности устанавливают статистически



# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- Рассматривают также: остаточный ресурс ; назначенный ресурс; назначенный срок службы; назначенный срок хранения
- Различают объекты: обслуживаемые и необслуживаемые; ремонтируемые и неремонтируемые; восстанавливаемые и невозстанавливаемые

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

---

- Различают следующие виды отказов:
- **Внезапный** отказ
- **Постепенный** отказ
- **Независимые и зависимые отказы**
- **Конструктивный** отказ
- **Производственный** отказ
- **Эксплуатационный** отказ

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- **Деградационный отказ**
- **Критический отказ**
- Критериями, по которым оценивается тот факт перехода в неработоспособное или предельное состояние:
- **Критерий отказа**
- **Критерий предельного состояния**

# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

---

- **Техническое обслуживание** - комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности изделия при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании.
- **Ремонт** - комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий и их составных частей (ГОСТ 18322-78).



# ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- **Система технического обслуживания и ремонта** - совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему.

# СОДЕРЖАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

## Состав основных показателей надежности

Единичные показатели				Комплексные показатели
Безотказности	Долговечности	Ремонтопригодности	Сохраняемости	
Вероятность безотказной работы	Гамма-процентный ресурс	Вероятность восстановления	Гамма-процентный срок сохраняемости	Коэффициент готовности
Гамма-процентная наработка до отказа	Средний ресурс Гамма-процентный срок службы	Гамма-процентное время восстановления	Средний срок сохраняемости	
Средняя наработка до отказа	Средний срок службы	Среднее время восстановления		Коэффициент технического и использования
Средняя наработка на отказ		Интенсивность восстановления		
Интенсивность отказов		Средняя трудоемкость восстановления		
Параметр потока отказов				
Осредненный параметр потока отказов				

# СОДЕРЖАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

---

- **Показатели безотказности:**
- **Вероятность безотказной работы** - вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет
- Статистическая точечная оценка этой вероятности находится по выражению:

$$P(t) = 1 - \frac{N(t)}{N}$$

# СОДЕРЖАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

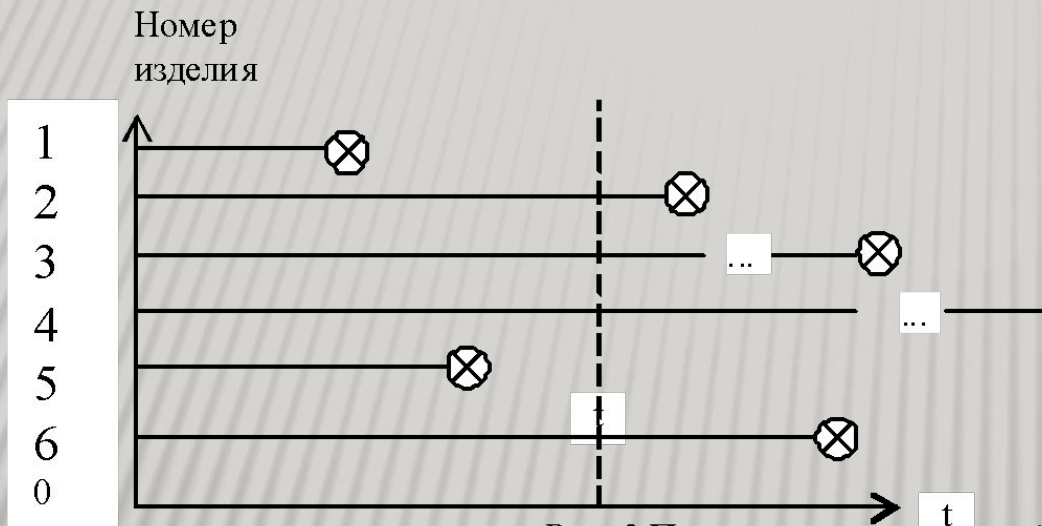


Рис. 3 Пример статистической оценки  $P(t)$

Примечание - момент 0.

$$P(t) = 1 - \frac{N(t)}{N}$$



# СОДЕРЖАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

---

- Средняя наработка до отказа

$$\bar{t}_o = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N}$$

# СОДЕРЖАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

---

- ▣ **Показатели долговечности:**
- ▣ **Гамма-процентный ресурс**
- ▣ **Средний ресурс**
- ▣ **Гамма-процентный срок службы**
- ▣ **Средний срок службы**

# СОДЕРЖАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

---

- ▣ **Показатели  
ремонтпригодности:**
- ▣ **Вероятность восстановления**
- ▣ **Гамма - процентное время  
восстановления**
- ▣ **Среднее время восстановления**
- ▣ **Интенсивность восстановления**

# СОДЕРЖАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

---

- **Показатели  
сохраняемости:**
- **Гамма-процентный срок  
сохраняемости**
- **Средний срок  
сохраняемости**



# СОДЕРЖАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ

---

- ▣ **Комплексные показатели:**
- ▣ **Коэффициент готовности**
- ▣ **Коэффициент оперативной готовности**
- ▣ **Коэффициент технического использования**

# ФУНКЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА СЕРВИСА ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

---

- Организация эксплуатации оборудования ИС включает в себя следующий комплекс мероприятий, направленных на поддержание его в исправном работоспособном состоянии в течение всего срока эксплуатации:
  - – назначение лиц, ответственных за организацию эксплуатации;
  - – приемка и ввод оборудования в эксплуатацию;
  - – техническое обслуживание и ремонт оборудования;
  - – модернизация, реконструкция и снятие оборудования с эксплуатации;
  - – технический контроль;
  - – оперативное обслуживание оборудования;
  - – применение для контроля и управления оборудованием ИС технических средств автоматизации;
  - – осуществление эксплуатации подготовленными работниками;
  - – разработка и ведение технической документации;
  - – соблюдение требований безопасности и охраны труда;
  - – обеспечение взаимодействия работников структурных подразделений Общества и сторонних организаций при эксплуатации оборудования ИС;
  - – иные мероприятия, направленные на обеспечение надежного функционирования оборудования ИС.