**1. Предмет теории надежности**

**Предмет теории надёжности** — это изучение закономерностей отказов технических и информационных систем, а также методов повышения их надёжности. Теория надёжности рассматривает, как часто происходят сбои, какова их природа, как можно их предсказать, предотвратить или минимизировать последствия.

Она охватывает анализ отказов, расчёт показателей надёжности (например, вероятность безотказной работы), моделирование отказов, проектирование отказоустойчивых систем и разработку мероприятий по техническому обслуживанию и резервированию. В контексте информационных систем теория надёжности помогает создавать такие решения, которые работают стабильно, предсказуемо и устойчиво к сбоям в программном и аппаратном обеспечении.

**2. Основные понятия и определения теории надежности**

**Теория надёжности оперирует рядом ключевых понятий, которые описывают способность системы или её компонентов выполнять заданные функции в течение определённого времени.**

**Надёжность — это свойство объекта сохранять работоспособность при заданных условиях эксплуатации.**

**Безотказность — способность системы функционировать без сбоев в течение определённого времени.**

**Долговечность — способность сохранять работоспособность до предельного состояния.**

**Ремонтопригодность — возможность восстановить работоспособность после отказа с минимальными затратами.**

**Сохраняемость — способность системы сохранять исправное состояние при хранении и транспортировке.**

**Отказ — событие, при котором система перестаёт выполнять требуемые функции.**

**Сбой — кратковременное нарушение работы, которое может быть устранено без вмешательства в конструкцию.**

**3. Понятие «отказ» и классификация отказов информационных систем**

**Отказ — это событие, при котором информационная система или её компонент перестаёт выполнять заданные функции или нарушает установленные требования. Это может выражаться в остановке работы, искажении данных, неверных результатах или потере связи.**

**Отказы классифицируются по нескольким признакам:**

**– По характеру возникновения:**

**случайные (возникают непредсказуемо, из-за сбоев оборудования, ошибок в коде) и систематические (повторяются при определённых условиях, чаще всего из-за ошибок проектирования или эксплуатации).**

**– По времени проявления:**

**мгновенные (проявляются сразу) и накопленные (возникают из-за деградации ресурсов, например — износ жёсткого диска).**

**– По последствиям:**

**катастрофические (приводят к полной потере работоспособности), критические (нарушают ключевые функции), некритические (не влияют на основную работу, но снижают удобство или стабильность).**

**4. Зависимость надежности от времени**

Зависимость надежности от времени описывается **функцией надежности** R(t), которая показывает вероятность безотказной работы системы в течение времени t.

**Основные закономерности:**

1. **Период приработки (ранние отказы)**:
   * Высокая интенсивность отказов в начальный период
   * Причины: производственные дефекты, ошибки монтажа
   * Меры: предварительная обкатка, "прожиг" компонентов
2. **Период нормальной эксплуатации**:
   * Низкая и стабильная интенсивность отказов
   * Отказы носят случайный характер
   * Основная рабочая фаза системы
3. **Период износа**:
   * Возрастающая интенсивность отказов
   * Причины: старение материалов, накопление повреждений
   * Меры: плановая замена оборудования

**Математические модели:**

1. Экспоненциальное распределение:

R(t)=e−λt*R*(*t*)=*e*−*λt*

где λ — постоянная интенсивность отказов

1. Распределение Вейбулла:

R(t)=e−(t/η)β*R*(*t*)=*e*−(*t*/*η*)*β*

где η — характеристическое время, β — параметр формы

1. Нормальное распределение (для износовых отказов)

**7. Показатели надежности информационных систем**

Показатели надёжности информационных систем отражают их способность сохранять работоспособность в течение времени и при различных условиях. Основные из них:

**Вероятность безотказной работы (P(t))** — вероятность того, что система проработает без отказа до момента времени t.

**Интенсивность отказов (λ)** — среднее число отказов в единицу времени, характеризует частоту отказов.

**Среднее время безотказной работы (MTBF)** — ожидаемое время работы системы до первого отказа.

**Среднее время восстановления (MTTR)** — среднее время, необходимое для восстановления работоспособности после отказа.

**Коэффициент готовности (Kг)** — показывает, насколько система доступна для использования, рассчитывается как отношение времени работоспособного состояния ко всему времени (Kг = MTBF / (MTBF + MTTR)).

Эти показатели используются для оценки, сравнения и планирования надёжности информационных систем.

**10. Надежность восстанавливаемых систем**

**Восстанавливаемые системы** — это системы, работоспособность которых может быть восстановлена после отказа путем ремонта или замены компонентов.

**Особенности анализа:**

1. Учитывается чередование рабочих состояний и состояний восстановления
2. Анализируется поток отказов и восстановлений
3. Используются марковские процессы для моделирования

**Основные показатели:**

1. Параметр потока отказов ω(t):
   * Среднее число отказов в единицу времени
2. Функция готовности Kг(t):
   * Вероятность того, что система работоспособна в момент t
3. Стационарный коэффициент готовности:

Kг=TрабTраб+Tвст*K*г​=*T*раб​+*T*вст​*T*раб​​

где Tраб — среднее время работы, Tвст — среднее время восстановления

1. Коэффициент оперативной готовности:
   * Учитывает вероятность выполнения задачи с учетом возможных отказов

Методы повышения надежности:

1. Резервирование (горячее, холодное, облегченное)
2. Модульная конструкция с быстрой заменой компонентов
3. Системы автоматического переключения
4. Планово-предупредительные ремонты

**11. Надежность невосстанавливаемых систем**

**Невосстанавливаемые системы** — это системы, которые не подлежат ремонту после отказа или ремонт которых экономически нецелесообразен.

**Особенности анализа:**

1. Рассматривается только время до первого отказа
2. Не учитываются процессы восстановления
3. Используются более простые математические модели

**Основные показатели:**

1. **Среднее время безотказной работы (MTTF)**:

MTTF=∫0∞R(t)dt*MTTF*=∫0∞​*R*(*t*)*dt*

1. **Вероятность безотказной работы P(t)**:
   * Основная характеристика для невосстанавливаемых систем
2. **Гамма-процентный срок службы**:
   * Время, в течение которого система проработает с заданной вероятностью

**Методы обеспечения надежности:**

1. Повышение качества компонентов
2. Конструкционные меры защиты
3. Использование материалов с большим ресурсом
4. Тщательный контроль на этапе производства

**Примеры невосстанавливаемых систем:**

* Космические аппараты
* Одноразовые медицинские приборы
* Элементы систем вооружения
* Встроенные микропроцессорные системы

**20. Классификация ошибок программного обеспечения**

1. **По этапу возникновения**:
   * Ошибки проектирования
   * Ошибки кодирования
   * Ошибки документирования
   * Ошибки тестирования
2. **По характеру проявления**:
   * Синтаксические ошибки
   * Логические ошибки
   * Ошибки данных
   * Ошибки интерфейса
3. **По времени проявления**:
   * Постоянные ошибки
   * Случайные ошибки
   * Условные ошибки (проявляются при определенных условиях)
4. **По степени влияния**:
   * Критические (приводят к краху системы)
   * Значительные (вызывают серьезные сбои)
   * Незначительные (не влияют на основные функции)
5. **По области возникновения**:
   * Ошибки алгоритмов
   * Ошибки управления памятью
   * Ошибки ввода/вывода
   * Ошибки многопоточности
6. **По возможности обнаружения**:
   * Обнаруживаемые компилятором
   * Обнаруживаемые при тестировании
   * Латентные (проявляются только в особых условиях)
7. **По причине возникновения**:
   * Ошибки программиста
   * Ошибки спецификаций
   * Ошибки взаимодействия компонентов
   * Ошибки, вызванные аппаратными сбоями

**26. Зависимость надежности от времени**

Анализ зависимости надежности от времени является фундаментальным в теории надежности. Рассмотрим основные аспекты:

1. **Общий вид зависимости**:
   * Для большинства технических систем характерна U-образная кривая интенсивности отказов (вантовая кривая)
   * Начальный период — высокая интенсивность отказов
   * Эксплуатационный период — низкая стабильная интенсивность
   * Период износа — рост интенсивности отказов
2. **Математическое описание**:
   * Функция надежности R(t) — вероятность безотказной работы
   * Функция распределения отказов F(t) = 1 - R(t)
   * Плотность распределения отказов f(t) = dF(t)/dt
   * Интенсивность отказов λ(t) = f(t)/R(t)
3. **Типовые распределения**:
   * Экспоненциальное: λ(t) = const
   * Вейбулла: λ(t) изменяется со временем
   * Нормальное: для износовых отказов
   * Логарифмически нормальное: для некоторых электронных компонентов
4. **Практическое значение**:
   * Определение оптимального срока эксплуатации
   * Планирование профилактических работ
   * Прогнозирование потребности в запасных частях
   * Оптимизация политики замены оборудования

**29. Показатели надежности вычислительных систем**

1. **Аппаратные показатели**:
   * Наработка на отказ (MTBF)
   * Время восстановления (MTTR)
   * Коэффициент готовности
   * Интенсивность отказов компонентов
2. **Программные показатели**:
   * Среднее время между сбоями ПО
   * Вероятность безошибочного выполнения программы
   * Глубина восстановления после сбоя
3. **Системные показатели**:
   * Доступность системы (Availability)
   * Надежность хранения данных
   * Помехоустойчивость каналов связи
4. **Комплексные показатели**:
   * Вероятность выполнения задачи
   * Среднее время решения задачи с учетом возможных сбоев
   * Пропускная способность системы при заданном уровне надежности
5. **Специальные показатели**:
   * Время бесперебойной работы сервера
   * Частота потери пакетов в сети
   * Вероятность корректного завершения транзакции

**30. Специфика информационной системы как объекта исследования надежности**

Информационные системы обладают рядом особенностей, которые необходимо учитывать при анализе их надежности:

1. **Сложная архитектура**:
   * Многоуровневая структура (аппаратура, ОС, СУБД, приложения)
   * Распределенные компоненты
   * Гетерогенность технических средств
2. **Динамичность**:
   * Частые изменения конфигурации
   * Регулярные обновления ПО
   * Изменение нагрузок в процессе эксплуатации
3. **Зависимость от данных**:
   * Коррупция данных как источник отказов
   * Проблемы целостности и согласованности данных
   * Ошибки в алгоритмах обработки данных
4. **Человеческий фактор**:
   * Ошибки администрирования
   * Неправильная настройка параметров
   * Нарушение регламентов эксплуатации
5. **Внешние угрозы**:
   * Кибератаки и вирусы
   * Несанкционированный доступ
   * Умышленные повреждения
6. **Особенности отказов**:
   * Каскадные эффекты (цепные реакции)
   * Трудно диагностируемые сбои
   * Зависимые отказы компонентов
7. **Специфика восстановления**:
   * Сложность локализации неисправностей
   * Необходимость сохранения целостности данных
   * Требования к минимальному времени простоя