Оглавление

[1. **Предмет теории надежности** 2](#_Toc200385635)

[2. **Основные понятия и определения теории надежности** 2](#_Toc200385636)

[3. **Понятие «отказ» и классификация отказов информационных систем** 2](#_Toc200385637)

[4. **Зависимость надежности от времени** 3](#_Toc200385638)

[5. **Показатели надежности информационных систем** 3](#_Toc200385639)

[6. **Надежность восстанавливаемых систем** 3](#_Toc200385640)

[7. **Надежность невосстанавливаемых систем** 4](#_Toc200385641)

[8. **Классификация ошибок программного обеспечения** 4](#_Toc200385642)

[9. **Зависимость надежности от времени (расширение анализа)** 4](#_Toc200385643)

[10. **Показатели надежности вычислительных систем** 5](#_Toc200385644)

[11. **Специфика информационной системы как объекта исследования надежности** 5](#_Toc200385645)

1. **Предмет теории надежности**

Теория надёжности представляет собой междисциплинарную научную область, целью которой является исследование закономерностей возникновения, развития и последствий отказов в сложных технических, программных и информационных системах. Предметом теории надёжности являются принципы и методы анализа, моделирования, оценки и обеспечения надёжности различных компонентов и систем в условиях неопределённости и эксплуатационного износа. Она включает в себя разработку теоретических и прикладных методов, направленных на повышение эффективности, устойчивости и безопасности функционирования систем при ограниченных ресурсах и внешних воздействиях. Особое значение теория надёжности приобретает в контексте критически важных объектов, включая системы управления, вычислительные комплексы и информационные инфраструктуры.

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

Теория надёжности оперирует рядом ключевых понятий, необходимых для формализации процессов анализа и оценки надёжности. К ним относятся:

* **Надёжность** — свойство объекта сохранять во времени способность выполнять заданные функции при установленных условиях эксплуатации.
* **Безотказность** — способность объекта функционировать без отказов в течение определённого интервала времени.
* **Долговечность** — способность объекта сохранять работоспособность до предельного состояния при соблюдении режима технического обслуживания.
* **Ремонтопригодность** — характеристика, определяющая возможность и трудоёмкость восстановления работоспособности объекта после отказа.
* **Сохраняемость** — способность объекта сохранять надёжность в процессе хранения, транспортировки и ожидания запуска в работу. Указанные параметры являются основой для количественной оценки эксплуатационных характеристик сложных систем.

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

Под отказом информационной системы понимается любое событие или совокупность событий, приводящих к нарушению функциональности, снижению производительности или полной утрате работоспособности. Отказы могут быть классифицированы по различным критериям:

* **По характеру протекания**: внезапные и постепенные.
* **По причинам возникновения**: аппаратные (сбой оборудования), программные (ошибки кода), логические (нарушение алгоритма работы), эксплуатационные (ошибки пользователя).
* **По последствиям**: частичные, полные, скрытые, критические.
* **По восстановимости**: восстанавливаемые и невосстанавливаемые. Данная классификация позволяет разрабатывать целенаправленные методы мониторинга, диагностики и профилактики отказов.

1. **Зависимость надежности от времени**

Надежность любого технического или программного объекта изменяется во времени в зависимости от условий эксплуатации, степени износа и накопления ошибок. В классической модели рассматривается так называемая кривая интенсивности отказов ("кривая ванны"), включающая три фазы: начальный период (высокий уровень ранних отказов), эксплуатационный период (низкий и стабильный уровень отказов) и период старения (рост интенсивности отказов). Анализ временной зависимости надёжности позволяет оптимизировать графики технического обслуживания, планировать обновления и прогнозировать остаточный ресурс.

1. **Показатели надежности информационных систем**

Для количественной оценки надёжности информационных систем используются следующие показатели:

* **Вероятность безотказной работы (P(t))** — вероятность того, что система проработает без отказов на протяжении времени t.
* **Среднее время безотказной работы (MTBF)** — математическое ожидание времени между двумя последовательными отказами.
* **Интенсивность отказов (λ(t))** — отношение числа отказов к единице времени при условии работоспособности системы.
* **Среднее время восстановления (MTTR)** — время, необходимое для устранения отказа и восстановления работоспособности.
* **Коэффициент готовности** — доля времени, в течение которого система находится в работоспособном состоянии. Эти параметры позволяют формировать стратегию повышения надёжности и обеспечивать контроль эксплуатационного состояния системы.

1. **Надежность восстанавливаемых систем**

Восстанавливаемыми называются такие системы, которые после возникновения отказа могут быть приведены в работоспособное состояние путём ремонта, перезапуска или замены элементов. Надёжность таких систем характеризуется не только вероятностью отказа, но и способностью к быстрому восстановлению. Основными показателями являются MTBF, MTTR и коэффициент готовности. Математическое моделирование восстанавливаемых систем часто осуществляется с использованием марковских процессов и теории очередей, учитывающих вероятность восстановления, наличие запасных компонентов, логистику технической поддержки и регламентное обслуживание. Примеры таких систем включают серверные кластеры, сетевое оборудование и аппаратно-программные комплексы.

1. **Надежность невосстанавливаемых систем**

Невосстанавливаемыми являются такие системы, которые после отказа не подлежат восстановлению в рамках эксплуатации. Их надёжность характеризуется функцией вероятности безотказной работы, распределением времени до отказа и функцией интенсивности отказов. Примеры: одноразовые электронные модули, автономные сенсоры, некоторые компоненты космической техники. Оценка надёжности таких систем производится на основе статистических данных или путём моделирования, с использованием распределений (экспоненциального, Вейбулла и др.). Ключевое внимание при проектировании уделяется снижению вероятности отказа до минимально допустимого уровня.

1. **Классификация ошибок программного обеспечения**

Ошибки программного обеспечения — одна из главных причин отказов в информационных системах. Они классифицируются по:

* **Характеру**: синтаксические, логические, временные (гонки, дедлоки), ошибки инициализации.
* **Моменту возникновения**: ошибки проектирования, кодирования, компиляции, интеграции, эксплуатации.
* **Воздействию на систему**: критические, значимые, незначительные.
* **Источник возникновения**: ошибки разработчика, пользователя, среды выполнения. Наличие и накопление ошибок напрямую влияет на надёжность системы. Методы повышения надёжности включают верификацию, тестирование, статический анализ, автоматическое исправление и отладку.

1. **Зависимость надежности от времени (расширение анализа)**

Повторное рассмотрение временной зависимости надёжности позволяет учесть динамические изменения в поведении программных и аппаратных компонентов. Программные системы со временем могут демонстрировать накопление ошибок, особенно при регулярных обновлениях или при изменении условий эксплуатации. Надёжность также зависит от качества сопровождения и скорости устранения уязвимостей. Аппаратные компоненты подвержены физическому износу, старению материалов и деградации соединений. Анализ жизненного цикла оборудования и программного обеспечения позволяет формировать комплексные модели оценки надёжности, учитывающие все фазы функционирования.

1. **Показатели надежности вычислительных систем**

Вычислительные системы обладают высокой степенью сложности, что требует применения расширенного набора показателей надёжности:

* **Среднее время между отказами (MTBF)** и **интенсивность отказов (λ)** для аппаратной части.
* **Уровень восстановления (recovery level)** и **среднее время восстановления (MTTR)**.
* **Коэффициент готовности (A)** = MTBF / (MTBF + MTTR).
* **Надёжность по данным журналов событий**, логов и мониторинга. Эти показатели позволяют оценить способность системы к непрерывной работе, прогнозировать техническое обслуживание и оценивать качество архитектурных решений (например, отказоустойчивые конфигурации).

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

Информационные системы отличаются высокой сложностью, гетерогенностью и взаимодействием аппаратных, программных, сетевых и человеческих компонентов. Надёжность таких систем определяется совокупностью факторов: архитектурой, качеством программного обеспечения, условиями эксплуатации, организацией технической поддержки и квалификацией персонала. Особенности ИС как объекта надёжности включают: сложную логику обработки данных, необходимость учёта внешней среды, многоуровневую структуру, частое обновление компонентов. Методы анализа надёжности для ИС включают функциональное моделирование, метод дерева отказов, вероятностные графы, симуляцию сценариев сбоев и оценку эксплуатационных рисков.