

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

МОСКВА «ЭНЕРГИЯ» 1977

Книга посвящена вопросам надежности автоматизированных систем. Описаны особенности оценки и расчета надежности. Значительное внимание уделено исследованию надежности по данным о приближении к отказам. Изложены практические вопросы применения моделирования для предсказания надежности. Описываются свойства резервированных систем и способы расчета их надежности. Излагаются практические вопросы формирования показателей надежности систем при их проектировании. Рассмотрены пути повышения надежности автоматизированных систем при их проектировании, изготовлении и эксплуатации. Описаны особенности исследования надежности систем «человек и техника» (эргодических систем). Второе издание книги вышло в 1967 г. с названием «Надежность систем автоматики».

Книга рассчитана на инженеров, занимающихся обеспечением надежности автоматизированных систем управления, и может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам технических вузов.

Дружинин Г. В. **Надежность автоматизированных систем.** Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1977. 536 с. с ил.

Оглавление книги **Надежность автоматизированных систем**

Предисловие

Введение

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. **Оценка надежности и качества функционирования**

Глава первая. Показатели надежности

1-1. Основные понятия теории надежности

1-2. Показатели надежности ремонтируемых объектов

1-3. Теоретические распределения наработки до отказа

а) Показательное (экспоненциальное) распределение

б) Усеченное нормальное распределение

в) Распределение Релея

г) Гамма-распределение

д) Распределение Вейбулла

е) Треугольное распределение

ж) Сумма (суперпозиция) распределений

з) О выборе типа теоретического распределения наработки до отказа

1-4. Показатели надежности ремонтируемых объектов, не восстанавливаемых в процессе применения

1-5. Показатели надежности ремонтируемых восстанавливаемых в процессе применения объектов

1-6. О пересчете средней наработки до отказа на различные условия применения объектов

Глава вторая. **Связь показателей надежности и качества функционирования систем**

2-1. Показатели качества функционирования

а) Приведенные экономические показатели качества функционирования

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

б) О выборе показателя качества функционирования

2-2. Оценка качества функционирования систем

а) Оценка качества функционирования в определенный момент времени

б) Оценка качества функционирования за интервал времени

2-3. Особенности оценки качества функционирования направленных систем

2-4. Переход от оценки качества функционирования к оценке надежности систем

ЧАСТЬ ВТОРАЯ. **Формирование показателей надежности проектируемых объектов**

Глава третья. Мероприятия по формированию показателей надежности на ранних стадиях проектирования

3-1. Выбор и обоснование показателей надежности

а) Выбор и обоснование принципов технического обслуживания

б) Принципы выбора показателей надежности

3-2. Назначение норм надежности

а) Учет технических характеристик проектируемых объектов

б) Учет технического прогресса

в) Учет изменения условий работы

г) Уточнение норм надежности и выбор мероприятий по ее повышению

3-3- Распределение норм надежности системы по элементам

3-4. Методы подтверждения выполнения норм надежности

Глава четвертая. **Общие методы расчета надежности проектируемых систем**

4-1. Способы и основные этапы предсказания надежности проектируемых систем

4-2. Метод интегральных уравнений

4-3. Метод дифференциальных уравнений

Об оценке надежности по графу состояний системы

4-4. Расчеты потерь производительности систем из-за ненадежности элементов

4-5. Пример расчета потерь производительности системы из-за ненадежности элементов

Глава пятая. **Методы расчета надежности систем различных типов**

5-1. Расчеты надежности неремонтируемых систем по последовательно-параллельным логическим схемам

а) Составление логической схемы для расчета надежности системы

б) Выбор и уточнение значений показателей надежности элементов

в) Расчетные формулы

г) Коэффициентный способ расчета

д) Расчет систем с неодновременно работающими элементами

е) Учет цикличности работы аппаратуры

ж) Применение формулы полной вероятности при расчете надежности систем

з) Переход от логической схемы для расчета надежности к графу состояний системы

и) Логико-вероятностный метод расчета надежности систем

5-2. Расчеты надежности неремонтируемых механических объектов

а) Связь расчетов прочности и надежности деталей и узлов

б) Статистический расчет прочности механических конструкций

в) Особенности расчета надежности механических объектов

5-3. Особенности оценки надежности автоматизированных систем управления

5-4. Оценка надежности программ цифровых ЭВМ

а) Особенности оценки надежности программ

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- б) Оценка безотказности программ по наработке
- в) Оценка готовности программ

Глава шестая. **Вероятностное моделирование в задачах оценки надежности проектируемых систем**

6-1. Основные этапы подготовки и решения задач оценки надежности систем путем вероятностного логического моделирования на цифровых ЭВМ

- а) Формализация процесса функционирования исследуемой системы
- б) Разработка моделирующего алгоритма
- в) Особенности алгоритмов для исследования надежности путем вероятностного логического моделирования

6-2. Оценка надежности направленных систем путем применения вероятностного физического моделирования

6-3. Пример оценки надежности информационной системы с помощью вероятностного физического моделирования

- а) Краткая характеристика объекта моделирования
- б) Построение моделирующей схемы
- в) Результаты моделирования

6-4. Применение вероятностного физического моделирования для оценки надежности низкочастотных электронных схем при грубых отказах элементов

Глава седьмая. **Оценка показателей надежности по экспериментальным данным об отказах**

7-1. Получение экспериментальных данных о надежности объектов

- а) Источники информации о надежности
- б) Виды испытаний на безотказную работу
- в) Сбор сведений об отказах

7-2. Построение графиков экспериментальных распределений

- а) Построение графиков экспериментальных распределений наработки до отказа
- б) Вычисление параметра потока отказов

7-3. Оценка параметров теоретических распределений наработки до отказа по данным об отказах

- а) Точечные оценки
- б) Интервальные оценки

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ. **Оценка параметрической надежности**

Глава восьмая. Особенности процессов изменения свойств объектов

8-1. Возможные модели процессов развития отказов

8-2. Особенности случайных процессов старения, изнашивания, разрегулирования

8-3. Типовые полуслучайные процессы изменения свойств объектов

- а) Линейные случайные функции
- б) Кусочно-линейные случайные функции

8-4. Об индивидуальном прогнозировании процессов изменения определяющих параметров

8-5. Особенности определения характеристик линейных случайных процессов по экспериментальным данным

8-6. О пересчете значений скорости изнашивания на различные условия применения объектов

- а) Использование результатов лабораторных испытаний

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

б) Скорость изнашивания при векторной случайной нагрузке

Глава девятая. **Вычисление показателей параметрической надежности по характеристикам случайных процессов изменения определяющих параметров**

9-1. Связь допусков на параметры объектов и показателей параметрической надежности

- а) Вычисление вероятности нахождения в работоспособном состоянии
- б) Вычисление плотности распределения наработки до параметрического отказа
- в) Особенности вычисления показателей надежности объектов с векторными определяющими параметрами

9-2. Особенности исследования надежности при разрегулировании и одной границе допуска

9-3. Свойства альфа-распределения

9-4. Надежность объектов с регулируемым определяющим параметром при двух границах поля допуска

9-5. Особые случаи распределения наработки до параметрического отказа

9-6. О появлении перемежающихся отказов

9-7. Расчеты параметрической надежности систем на примере электронных схем

9-8. Оценка параметрической надежности систем при помощи вероятностного моделирования на цифровых ЭВМ

Глава десятая. **Определение параметрической надежности объектов путем моделирования процессов возникновения отказов**

10-1. Принципы моделирования процессов возникновения отказов элементов

- а) Генератор линейных случайных процессов
- б) Моделирование процессов появления отказов элементов
- в) Моделирование влияния случайных нагрузок на скорость изменения параметров

10-2. Принципы устройства моделирующей установки для предсказания параметрической надежности электронных схем

10-3. Повышение параметрической надежности Электронных схем путем подбора номиналов параметров элементов

10-4. Моделирование процессов возникновения параметрических отказов механических систем

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ. Пути повышения надежности

Глава одиннадцатая. Мероприятия по повышению надежности систем при их проектировании и изготовлении

11-1. Некоторые опасные нагрузки и способы их уменьшения

- а) Факторы, влияющие на надежность объектов при их эксплуатации
- б) Тепловые режимы и пути их облегчения
- в) Ударно-вибрационные режимы транспортируемой аппаратуры
- г) Воспроизведение вибрационных нагрузок в лабораторных условиях

11-2. Мероприятия по повышению надежности проектируемых объектов

11-3. Пути повышения надежности при изготовлении объектов

11-4. Лабораторные испытания на повреждающую нагрузку

11-5. Программы обеспечения надежности и других эксплуатационных свойств объектов

Глава двенадцатая. **Свойства резервированных невосстанавливаемых систем**

12-1. Виды резервированных объектов

12-2. Пассивное резервирование с неизменной нагрузкой и нагруженное активное

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

резервирование с очень надежными переключающими устройствами

а) Влияние периодического контроля работоспособности элементов на эффект от применения резервирования

б) Резервирование изнашивающихся элементов

12-3. Об учете лимитирующего фактора при резервировании

12-4. Особенности активного резервирования

а) Оптимальное число участков резервирования

б) Влияние надежности переключателей

в) Ненагруженный и облегченный резерв

г) Скользящее резервирование

д) Резервирование с избирательными схемами

12-5. Особенности пассивного резервирования

а) Резервирование с перераспределением нагрузки

б) Резервирование по нагрузке

в) Условия, при которых целесообразно применять резервирование по нагрузке

г) Об учете изменений параметров элементов при пассивном резервировании

д) Резервирование элементов с двумя видами отказов

Глава тринадцатая. **Свойства резервированных восстанавливаемых систем**

13-1. Восстановление как путь повышения надежности

13-2. Значение контроля для резервированных восстанавливаемых объектов

а) Значение контроля для объектов, допускающих перерывы в работе

б) Значение контроля для объектов, не допускающих перерывов в работе

13-3. Особенности резервирования восстанавливаемых объектов, допускающих перерывы в работе

а) Резервирование объектов, для которых отказы допустимы, но нет резерва времени на ремонт

б) Функционирование объектов, имеющих резервы времени на восстановление

Глава четырнадцатая. **Эксплуатационные свойства автоматизированных систем**

14-1. Назначение норм эксплуатационных показателей

а) Назначение норм долговечности

б) Назначение норм технологичности обслуживания

14-2. Структура системы технического обслуживания

а) Подсистема восстановления

б) Подсистема профилактики

14-3. Расчеты норм запасных элементов

а) Расчеты норм запасных элементов из условия достаточности

б) Расчеты норм запасных изнашивающихся элементов из условия достаточности

в) Расчеты норм запасных элементов для объектов, находящихся в дежурном режиме

г) Расчеты экономически оптимальных норм запасных элементов с учетом структуры системы восстановления

ЧАСТЬ ПЯТАЯ. **Надежность систем "Человек и техника"**

Глава пятнадцатая. Надежность технических систем с операторами

15-1. Учет влияния человека-оператора на надежность системы

а) Особенности исследования надежности систем «человек и техника»

б) Системы с некомпенсируемыми ошибками оператора и отказами техники

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- в) Системы с компенсацией ошибок операторов и последствий отказов технических систем
- г) Надежность дублированной системы с оператором
- 15-2. Определение вероятности компенсации оператором последствий отказов
- 15-3. Выбор показателей надежности технических объектов систем «человек и техника» из условий безопасности с учетом действий оператора
- 15-4. Динамические свойства систем с операторами
 - а) О передаточных функциях человека-оператора
 - б) Время реакции (запаздывания) человека
 - в) О полуавтоматическом слежении

472 Глава шестнадцатая. **Своевременность выполнения планов систем работ**

- 16-1. Своевременность выполнения отдельной работы
 - а) Об адаптации к условиям труда и индивидуальности исполнителей
 - б) Типовые распределения времени выполнения отдельной работы определенного (неслучайного) объема
 - в) Об особых случаях распределения времени выполнения работы
 - 16-2. Влияние случайных условий труда на производительность
 - 16-3. Способы получения сведений для планирования систем работ
 - а) Использование личного опыта
 - б) Получение и использование экспериментальных данных о времени выполнения работ
 - 16-4. Оценка своевременности выполнения систем работ
 - а) Параллельная система независимых работ
 - б) Последовательная система независимых работ
 - в) О потоке завершения операций, выполняемых различными исполнителями на одном рабочем месте
 - г) Оценка своевременности выполнения систем работ путем применения вероятностного моделирования на цифровых ЭВМ
 - д) Общий случай оценки своевременности выполнения системы работ
 - 16-5. О связи между значениями времени выполнения работ
 - 16-6. Моделирование процессов выполнения работы
 - а) Графическое моделирование
 - б) Моделирование процессов выполнения отдельной работы на электронной моделирующей установке
 - в) Моделирование влияния случайных условий труда на производительность
 - г) Моделирование процессов выполнения системы работ на электронной установке
- Приложение I. Значения функции $y=e^{-x}$
- Приложение II. Значения функции
- Приложение III. Значения x^2 в зависимости от $1g$ и p
- Приложение IV. Квантили альфа-распределения
- Приложение V. Показатели качества функционирования
- Список литературы
- Алфавитный указатель

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемая книга является переработанным и дополненным изданием книги «Надежность систем автоматики», изд. 2-е, выпущенной издательством «Энергия» в 1967 г.

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

За прошедшие годы очень интенсивно велись исследования по проблеме надежности, выделился ряд научных направлений. Появилось значительное количество монографий по надежности, авторы которых основное внимание уделяли углубленному рассмотрению сравнительно узкого круга задач. Это естественный процесс имел и нежелательные последствия — стала теряться связь между отдельными научными направлениями. Поэтому возникла актуальная задача — изложить в одной книге содержание основных научных направлений в проблеме надежности. В настоящей книге предпринята такая попытка для автоматизированных, т. е. с частичным участием человека, систем.

Необходимость объединения различных научных направлений в проблеме надежности связана с тем, что проблема является комплексной, системотехнической. Производственный опыт и теоретические исследования свидетельствуют, что нельзя добиться значительного увеличения надежности отдельными разрозненными мероприятиями. Совместное проведение многих мероприятий, объединенных в систему, не только увеличивает эффективность каждого из них, но и дает возможность получать качественно новые результаты.

Поскольку в третьем издании введен дополнительный материал, название книги изменено. Это изменение названия отражает эволюцию теории надежности.

Автор глубоко благодарен А. В. Майорову и редактору О. К. Соболеву за критические замечания, способствовавшие улучшению книги.

Автор

[Скачать книгу](#) Дружинин Г. В. **Надежность автоматизированных систем**. Издание третье, переработанное и дополненное. Москва, Издательство «Энергия», 1977