

Утверждена

УМО вузов Республики

Беларусь по образованию в области
информатики и радиоэлектроники

« 03 » июня 2003 г.

Регистрационный № ТД-39-032/тип.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ,
ТЕХНОЛОГИИ И НАДЕЖНОСТИ**

Учебная программа для высших учебных заведений

по специальностям I-39 02 01 Моделирование и компьютерное
проектирование радиоэлектронных средств,

I-39 02 02 Проектирование и производство радиоэлектронных средств

Согласована с Учебно-методическим
управлением БГУИР

« 28 » мая 2003 г.

Составитель:

С.М. Боровиков, доцент кафедры радиоэлектронных средств Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук

Рецензенты:

Н.А. Цырельчук, ректор Учреждения образования «Минский государственный высший радиотехнический колледж», профессор, канд. техн. наук

Кафедра экономики и управления Учреждения образования «Высший государственный колледж связи» (протокол № 6/2 от 25.02.2002 г.)

Рекомендована к утверждению в качестве типовой:

Кафедрой радиоэлектронных средств Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 9 от 25.02.2002 г.);

Научно-методическим советом по группе специальностей I-39 02 Конструкции радиоэлектронных средств УМО вузов Республики Беларусь по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол №1 от 11.03.2002 г.)

Разработана на основании Образовательного стандарта РД РБ 02100.5.105-98.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая программа «Теоретические основы конструирования, технологии и надежности» разработана в соответствии с Образовательным стандартом РД РБ 02100.5.105-98 для специальностей I-39 02 01 Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств и I-39 02 02 Проектирование и производство радиоэлектронных средств высших учебных заведений. Она предусматривает изучение основных понятий и методов, используемых при расчетно-аналитическом и экспериментальном исследовании конструкций, технологии и надежности радиоэлектронных средств (РЭС) в процессе конструкторско-технологического проектирования. Цель учебной дисциплины – помочь студентам осмыслить терминологию, основные понятия, приобрести, а в дальнейшем развить навыки применения изученных методов.

В результате освоения курса «Теоретические основы конструирования, технологии и надежности» студент должен

знать:

- вероятностные методы описания точности и стабильности параметров элементов и конструкций РЭС, технологических процессов;
- основы теории, методы планирования и обработки с применением ЭВМ результатов пассивных и активных факторных экспериментов;
- теоретико-математические проблемы надежности, математические модели отказов, показатели надёжности элементов и радиоэлектронных устройств (РЭУ), принципы расчета надежности РЭУ;
- методы оптимизации решений, в том числе с применением ЭВМ;
- основы индивидуального прогнозирования технического состояния элементов РЭС;
- виды и характеристики систем массового обслуживания в технологии РЭУ;
- методы имитационного (статистического) моделирования параметров конструкций и технологических процессов РЭС;

уметь характеризовать:

- качество конструкций РЭУ с использованием единичных и комплексных показателей;
- системный подход к проектированию конструкций и технологии РЭС;
- вероятностное рассеяние параметров элементов и конструкций;
- виды допусков, используемые в конструировании и технологии РЭС;
- надёжность и стабильность параметров элементов;

уметь анализировать:

- точность и стабильность параметров элементов и конструкций РЭС, технологических процессов;
- математические модели устройств и технологических процессов РЭС;
- надёжность элементов и конструкций РЭС;
- системы массового обслуживания;
- оптимальность конструкторско-технологических решений;

приобрести навыки:

- оценки уровня качества конструкций РЭУ с использованием единичных и комплексных показателей;
- получения вероятностного описания параметров элементов, устройств, технологических операций и процессов по результатам экспериментов;
- построения математических моделей устройств и технологических процессов РЭУ, используя методы планирования пассивных и активных факторных экспериментов;
- применения вероятностных методов для анализа точности и стабильности параметров конструкций РЭУ и технологических процессов;
- выполнения расчётов показателей надёжности проектируемых РЭУ, в том числе и при наличии резервирования;
- постановки задач оптимизации и подготовки их для решения математическими методами;
- имитационного (статистического) моделирования на ЭВМ надёжности элементов и РЭС, выходных параметров конструкций и технологических процессов с учётом вероятностного рассеяния параметров элементов и технологических операций.

Программа рассчитана на объём 120 учебных часов. Примерное распределение учебных часов по видам занятий: лекций – 70 часов, лабораторных работ – 17 часов, практических занятий – 17 часов, курсовой проект - 12 часов.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРАМЕТРОВ, СИСТЕМНЫЕ МЕТОДЫ В КОНСТРУИРОВАНИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЭС

Выходные и первичные параметры. Конструкторские параметры РЭС. Единичные и комплексные показатели качества РЭС. Модели комплексных показателей качества. Конструкция РЭС и технологический процесс как системы. Методы оценки уровня качества РЭС. Сущность и содержание системного подхода к проектированию конструкций и технологических процессов изготовления РЭС.

Раздел 2. ВЕРОЯТНОСТНОЕ ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ В КОНСТРУИРОВАНИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЭС

Тема 2.1. ВЕРОЯТНОСТНОЕ ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ, РАССМАТРИВАЕМЫХ В ОТДЕЛЬНОСТИ

Случайный характер параметров, вероятностное описание параметров. Средние значения и дисперсии (средние квадратические отклонения) параметров. Модели законов распределения параметров. Нормальная модель, «правило трех сигм». Усеченная нормальная модель.

Характеристика других моделей законов распределения (равномерная модель, экспоненциальная модель, модель Вейбулла, логарифмически нормальная модель).

Тема 2.2. ВЕРОЯТНОСТНОЕ ОПИСАНИЕ СОВОКУПНОСТИ ПАРАМЕТРОВ

Пути вероятностного описания совокупности параметров. Многомерные и условные функции распределения. Зависимые и независимые параметры.

Корреляция параметров. Корреляционное поле параметров. Коэффициент линейной корреляции. Положительная и отрицательная корреляции.

Вероятностное описание зависимых параметров. Корреляционные матрицы. Пример корреляционной матрицы.

Тема 2.3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО ОПИСАНИЯ ПАРАМЕТРОВ

Основные задачи математической статистики. Понятие выборочных характеристик параметров. Оценки параметров и основные требования, предъявляемые к оценкам параметров. Точечные и интервальные оценки количественных характеристик параметров: математических ожиданий и средних квадратических отклонений. Определение точечных и интервальных оценок. Определение требуемого числа наблюдений параметров (планирование наблюдений).

Оценка коэффициентов парной корреляции. Определение законов распределения параметров по опытным данным. Гистограмма и статистическая функция распределения. Роль числа наблюдений. Проверка статистических гипотез, критерии согласия. Вероятностная бумага (сетка) и ее использование для принятия гипотез о законах распределения параметров. Пример определения закона распределения параметра.

Применение вероятностного описания параметров для решения инженерных задач. Рекомендации по использованию моделей законов распределения параметров. Примеры применения моделей законов распределения для решения инженерных задач.

Раздел 3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Тема 3.1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И СПОСОБЫ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Характеристика моделей, используемых в конструкции и технологии РЭС (графические, физические, математические).

Понятия математических моделей, корреляционные поля зависимых параметров. Регрессионные модели. Уравнение множественной регрессии. Линейные регрессионные модели.

Метод наименьших квадратов как математический аппарат построения регрессионных моделей. Нахождение приближающих математических моделей в виде элементарных функций. Использование пакетов прикладных программ для ЭВМ.

Способы получения математических моделей РЭУ, технологических процессов. Пассивные и активные факторные эксперименты.

Применение пассивного факторного эксперимента для получения математических моделей РЭУ и технологических процессов. Обработка результатов эксперимента на ЭВМ. Использование для получения математических моделей пакетов прикладных программ для ЭВМ (MATHCAD, MATLAB и др.). Статистическая значимость коэффициентов уравнения регрессии. Оценка пригодности полученных моделей для практики.

Тема 3.2. ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ АКТИВНЫХ ФАКТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Основные задачи математической теории планирования экспериментов. Основы теории планирования активных факторных экспериментов. Полный факторный эксперимент (ПФЭ) типа 2^k . Матрица планирования и ее свойства. Планирование ПФЭ и его выполнение. Параллельные опыты, принцип рандомизации опытов. Статистическая обработка результатов ПФЭ. Использование пакетов прикладных программ для ЭВМ.

Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Планирование ДФЭ, выполнение опытов ДФЭ и обработка его результатов.

Раздел 4. АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Тема 4.1. ВИДЫ ДОПУСКОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ТОЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ ПАРАМЕТРОВ

Серийнопригодность конструкций РЭУ и её количественная оценка. Процент выхода годных к эксплуатации устройств. Виды допусков в конструировании и технологии РЭУ. Производственный, ремонтный и эксплуатационный допуски. Температурный допуск и допуск старения. Симметричные и несимметричные, двусторонние и односторонние допуски. Характеристики, используемые для задания допуска. Точность и стабильность параметров. Описание точности и стабильности параметров элементов. Характеристики, используемые для описания точности и стабильности выходных параметров устройств и технологических процессов.

Тема 4.2. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ТОЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Уравнение производственных погрешностей выходных параметров. Уравнения абсолютной и относительной производственных погрешностей.

Коэффициенты влияния первичных параметров. Методы анализа точности выходных параметров. Количественные характеристики, используемые для оценки точности выходных параметров. Общая характеристика методов определения производственных допусков на выходные параметры. Определение производственного допуска, исходя из наихудшего случая рассеивания первичных параметров, примеры.

Анализ точности выходных параметров вероятностным методом (с учетом вероятностного рассеивания первичных параметров). Выбор критериев оценки точности выходных параметров при использовании вероятностного метода. Расчетные соотношения, используемые для оценки точности выходных параметров. Примеры анализа точности выходного параметра вероятностным методом.

Анализ точности выходных параметров методом Монте-Карло. Назначение и сущность метода. Использование математического и физического моделирования.

Анализ стабильности выходных параметров РЭУ и технологических процессов. Стабильность выходных параметров и принцип ее оценки, уравнение относительной погрешности выходного параметра с учетом действия эксплуатационных факторов. Определение температурных допусков и допусков старения, инженерные расчетные формулы.

Установление эксплуатационных допусков; факторы, принимаемые во внимание. Методика установления эксплуатационного допуска, примеры.

Способы определения коэффициентов влияния. Аналитические способы, примеры. Экспериментально-расчетный способ.

Раздел 5. ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Тема 5.1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

Проблема надежности РЭУ, ее возникновение и сущность. Основные понятия и определения, используемые в теории и практике надежности технических изделий. Безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость как свойства, через которые проявляется надёжность изделий.

Отказы и их классификация. Причины отказов РЭУ.

Модели (схемы) соединения элементов в РЭУ с точки зрения надежности.

Модели законов распределения времени до отказа (наработки до отказа), характеристика экспоненциальной модели и модели Вейбулла.

Показатели (критерии) надежности элементов и РЭУ. Показатели безотказности. Вероятность безотказной работы и вероятность отказов. Функция надежности. Экспоненциальный закон надежности. Интенсивность отказов, λ -характеристика РЭУ. Средняя наработка до отказа (среднее время безотказной работы). Гамма-процентная наработка до отказа. Средняя наработка на отказ. Показатели ремонтпригодности. Среднее время

восстановления и вероятность восстановления. Гамма-процентное время восстановления. Показатели долговечности. Ресурс и срок службы как временные понятия, с помощью которых судят о долговечности. Понятие предельного состояния изделий. Критерии предельных состояний. Средний ресурс, гамма-процентный ресурс. Назначенный и установленный ресурсы. Средний срок службы. Гамма-процентный срок службы. Назначенный и установленный сроки службы.

Показатели сохраняемости. Средний срок сохраняемости. Гамма-процентный срок сохраняемости.

Комплексные показатели надёжности. Эксплуатационные коэффициенты надёжности. Коэффициенты готовности, технического использования и простоя (по вине отказов).

Тема 5.2. НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ РЭС

Интенсивность отказов как основная характеристика надёжности элементов. Определение интенсивности отказов по результатам испытаний. Коэффициенты электрической нагрузки элементов. Определение коэффициентов электрической нагрузки элементов. Сравнительная характеристика надёжности элементов РЭС. Учет влияния на надёжность элементов электрического режима и условий работы в составе устройств.

Тема 5.3. ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РЭУ

Основные расчетные соотношения для вероятности безотказной работы и среднего времени восстановления. Ориентировочный расчет показателей надёжности. Расчет показателей надёжности с учетом коэффициентов электрической нагрузки и условий работы элементов в составе устройств. Примеры оценки показателей надёжности проектируемого РЭУ.

Расчет показателей надёжности РЭУ при разных законах распределения времени до отказа элементов. Параметрическая надёжность РЭУ. Постепенные отказы и причины, обуславливающие их появление. Принципы оценки уровня параметрической надёжности РЭУ.

Тема 5.4. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РЭУ

Общая характеристика методов повышения надёжности РЭС. Эксплуатационная надёжность РЭУ.

Резервирование как метод повышения надёжности РЭУ. Виды резервирования. Кратность резерва. Характеристика постоянного резервирования. Оценка показателей безотказности РЭУ при наличии постоянного резервирования. Примеры оценки.

Характеристика резервирования замещением. Ненагруженный, облегченный и нагруженный резервы. Оценка безотказности РЭУ при наличии резервирования замещением.

Раздел 6. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Понятие прогнозирования и его классификация. Эвристическое и математическое прогнозирование. Групповое и индивидуальное прогнозирование. Приёмы выполнения эвристического прогнозирования.

Характеристика индивидуального прогнозирования с использованием методов экстраполяции. Предыстория процесса, шаг прогнозирования, математическая модель прогнозирования. Обратное прогнозирование. Приёмы решения задач индивидуального прогнозирования с использованием методов экстраполяции. Выбор моделей прогнозирования. Метод «взвешенных наименьших квадратов». Принцип определения ошибок прогнозирования.

Общая характеристика индивидуального прогнозирования распознаванием образов. Информативные параметры, прогнозирующее правило, решающая функция, порог разделения классов. Характеристика ошибок прогнозирования в методах индивидуального прогнозирования распознаванием образов. Вероятности принятия правильных и ошибочных решений, риски потребителя и изготовителя.

Этапы решения задач индивидуального прогнозирования распознаванием образов. Обучающий эксперимент и обучение. Экзамен, выбор порога разделения классов. Оценка вероятностей принятия правильных и ошибочных решений, рисков потребителя и изготовителя. Прогнозирование однотипных изделий, не участвовавших в обучающем эксперименте.

Методы построения прогнозирующих правил. Общая характеристика методов. Пример иллюстрации построения прогнозирующего правила.

Рекомендации по выбору информативных параметров (признаков) для элементов РЭУ.

Раздел 7. ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ В КОНСТРУИРОВАНИИ И ТЕХНОЛОГИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Понятие задач оптимизации. Целевая функция и оптимизируемые параметры. Ограничения, накладываемые на конструкторско-технологические параметры.

Общий порядок решения задач оптимизации. Способы построения целевой функции, метод главного критерия. Краткая характеристика математических методов решения задач оптимизации. Линейное и нелинейное математическое программирование.

Решение задач оптимизации методом динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска и его реализация на ЭВМ.

Примеры решения задач оптимизации.

Раздел 8. СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Понятие и основные характеристики систем массового обслуживания (СМО). Абсолютная и относительная пропускные способности. Потoki событий (заявок) и их математическое описание. Простейшие потоки и их свойства.

Виды СМО в технологии РЭУ. СМО с отказом (в обслуживании), СМО с ожиданием. Характер ограничений, накладываемых на процесс ожидания заявок в очереди. «Чистая» СМО с ожиданием, СМО смешанного типа.

Математическое описание СМО с отказом.

Математическое описание "чистой" СМО с ожиданием.

Математическое описание СМО смешанного типа с ограничением длины очереди. Примеры решения типовых задач.

Принципы имитационного моделирования процесса функционирования СМО.

Раздел 9. СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Понятие статистического (имитационного) моделирования, его роль в конструировании и технологии РЭС. Моделирование случайных параметров. Моделирование случайных чисел с нормальным распределением. Методы получения случайных чисел с любым законом распределения.

Моделирование дискретных случайных величин. Моделирование случайных чисел с биномиальным распределением и распределением Пуассона.

Моделирование коррелированных случайных параметров с нормальными распределениями. Получение коррелированных случайных параметров с любыми законами распределения.

Метод Монте-Карло как метод вероятностного моделирования. Реализация метода на ЭВМ, структурная схема алгоритма, выбор числа реализаций смоделированного процесса (объекта). Точность метода.

Принципы моделирования надежности радиоэлектронных устройств.

Перспективы использования в конструировании и технологии РЭУ прикладных математических методов.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Определение качества конструкций РЭУ с использованием единичных и комплексных показателей.
2. Экспериментальное определение вероятностного описания параметров: расчёт выборочных оценок средних значений и средних квадратических отклонений, восстановление законов распределения, построение гистограмм.

3. Использование вероятностных сеток, построение корреляционного поля параметров, оценка коэффициентов корреляции и т.п.
4. Планирование полных и дробных факторных экспериментов, статистическая обработка их результатов: построение планов экспериментов, выбор нулевых уровней и интервалов варьирования факторов, выбор числа серий параллельных опытов, рандомизация опытов каждой серии; подсчет коэффициентов моделей, построение безразмерного полинома, переход к размерному полиному, принятие решений.
5. Оценка точности и стабильности выходных параметров (определение коэффициентов влияния, подготовка исходных данных для определения производственных допусков методом "минимума-максимума", определение производственных допусков вероятностным методом, определение допусков старения и температурных допусков, установление эксплуатационных допусков).
6. Расчёт показателей безотказности РЭУ при наличии постоянного резервирования, случай влияния характера отказов элементов (короткое замыкание или обрыв) на надёжность резервируемого узла (параллельный, последовательный и смешанный способы включения резервных элементов).
7. Расчёт показателей безотказности при наличии резервирования замещением (нагруженный, облегчённый и ненагруженный резервы).
8. Расчёт показателей безотказности проектируемых РЭУ с использованием интенсивностей внезапных отказов: ориентировочный расчет показателей безотказности.
9. Уточненный расчет показателей надежности РЭУ (расчёт с учетом коэффициентов электрической нагрузки и условий работы элементов в составе РЭУ).
10. Определение параметрической надежности РЭУ (расчет вероятности, с которой гарантируется отсутствие постепенных отказов).
11. Оптимизация конструкторского решения РЭУ методом динамического программирования (на примере задачи оптимального резервирования или выбора допусков на первичные параметры с учетом экономических критериев).
12. Расчёт основных характеристик систем массового обслуживания при известных данных о виде системы, потоке поступающих заявок и законе распределения времени их обслуживания.

Примечания: 1. Расчёты рекомендуется выполнять на ЭВМ с использованием прикладных учебных программ. 2. По темам № 8, 9 должны выполняться индивидуальные задания.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Исследование с использованием ЭВМ вероятностного описания зависимых параметров элементов РЭС (получение путем экспериментальных исследований вероятностного описания зависимых параметров элементов РЭС: пассивный эксперимент, обработка результатов на ЭВМ, построение

гистограмм распределения параметров, проверка гипотез о законах распределения, принятие решений).

2. Построение математических моделей радиоэлектронных устройств методами теории планирования эксперимента с использованием полного факторного эксперимента (планирование ПФЭ, проведение активного эксперимента, статистическая обработка результатов опытов на ЭВМ, принятие решений).

3. Применение дробного факторного эксперимента для построения математических моделей радиоэлектронных устройств (планирование ДФЭ, проведение активного эксперимента, обработка результатов опытов на ЭВМ, принятие решений).

4. Исследование отклонений выходного параметра радиоэлектронного устройства методом Монте-Карло с использованием физического моделирования (имитация отклонений параметров элементов, регистрация выходного параметра, статистическая обработка результатов на ЭВМ, установление значения производственного допуска).

5. Исследование надежности моделированием на ЭВМ отказов элементов (выбор условий моделирования, моделирование отказов и обработка информации на ЭВМ, физическая интерпретация полученных результатов).

6. Оптимизация состава РЭУ при наличии резервирования замещением (построение целевой функции, определение ограничений, внесение дополнений в типовую программу для ЭВМ, решение на ЭВМ задачи оптимизации, физическая интерпретация результатов).

7. Исследование моделированием на ЭВМ процесса функционирования СМО (выбор вида СМО и условий моделирования, моделирование функционирования СМО, физическая интерпретация результатов).

8. Применение метода наименьших квадратов для выбора моделей прогнозирования в задачах индивидуального прогнозирования с использованием экстраполяции (исследование метода наименьших квадратов на ЭВМ, прогнозирование работоспособности однопараметрических устройств).

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

1. Оценка точности выходных параметров конструкций РЭУ (или технологического процесса) методом Монте-Карло с использованием математического моделирования.

2. Оценка вероятностным методом точности и стабильности выходных параметров конструкций РЭУ (или технологического процесса) и установление на основе этого эксплуатационного допуска.

3. Сравнительная оценка точности выходного параметра, полученного по методу Монте-Карло и вероятностным методом.

4. Оценка стабильности выходного параметра РЭУ (или технологического процесса) и установление на основе этого температурного допуска и допуска старения.
5. Обеспечение с использованием ЭВМ требований к точности выходного параметра РЭУ (или технологического процесса).
6. Обеспечение с использованием ЭВМ требований к стабильности выходного параметра РЭУ.
7. Определение показателей безотказности РЭУ с учетом внезапных отказов (моделированием на ЭВМ отказов элементов).
8. Определение показателей безотказности РЭУ с учетом внезапных отказов и разных законов их распределения (моделированием на ЭВМ отказов элементов).
9. Определение показателей безотказности РЭС с учетом постепенных отказов (моделированием на ЭВМ отказов элементов).
10. Определение показателей безотказности РЭС с учетом внезапных и постепенных отказов (моделированием на ЭВМ отказов элементов).
11. Определение показателей безотказности РЭУ при наличии резервирования (с указанием вида: постоянное или замещением; его особенностей) путем моделирования на ЭВМ отказов элементов.
12. Индивидуальное прогнозирование функциональных параметров РЭУ (элементов или устройств) с использованием методов экстраполяции.
13. Поиск информативных параметров для индивидуального прогнозирования технического состояния РЭУ (элементов или устройств).
14. Индивидуальное прогнозирование технического состояния РЭУ (элементов или устройств) методом распознавания образов.
15. Оптимизация конструкторского или технологического решения РЭУ методом динамического программирования.
16. Сравнение результатов оптимизации конструкторского решения РЭУ, полученных методами динамического программирования и случайного поиска на ЭВМ.
17. Оценка основных характеристик системы массового обслуживания (с указанием вида и её особенностей) путем моделирования на ЭВМ процессов поступления и обслуживания заявок.

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

1. Боровиков С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности: Учебник для инж.-техн. спец. вузов. - Мн.: Дизайн ПРО, 1998.
2. Боровиков С.М., Погребняков А.В. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности. Сборник задач: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: БГУИР, 2001.
3. Кофанов Ю.Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности РЭС: Учеб.для вузов. – М.: Радио и связь, 1991.

4. Яншин А.А. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВА: Учеб. пособие для вузов. – М: Радио и связь, 1983.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1. Фомин А.В., Борисов В.Ф., Чермошенский В.В. Допуски в радиоэлектронной аппаратуре. – М.: Сов. радио, 1973.
 2. Широков А.М. Надежность радиоэлектронных устройств: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1972.
 3. Львович Я.Е., Фролов В.Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности РЭА: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1986.
 4. Фролов А.Д. Теоретические основы конструирования и надежности радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Сов. радио, 1970.
 5. Зажигаев Л.С. и др. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента. – М.: Атомиздат, 1978.
 6. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969.
 7. Надежность и эффективность в технике. Справочник: В 10 т. Т.2. Математические методы в теории надежности и эффективности/ Под ред. В.Б. Гнеденко. – М.: Машиностроение, 1987.
- Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976.