

Министерство образования РБ

Учреждение образования
«Белорусский Государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФКП

_____ А.Н. Осипов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по учебной дисциплине **"Теоретические основы конструирования, технологии и надежности"** для специальностей 39 02 01 – «Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств» и 39 02 02 – «Проектирование и производство радиоэлектронных средств»

Факультет компьютерного проектирования,
кафедра радиоэлектронных средств,
курс 3, семестр 5,
лекций 77 час., экзамен 5 сем.
лабораторные работы 25 час.,
практические занятия 17 час.,
курсовой проект 5 сем., аудиторных занятий по курсовому проектированию 17 час.,
аудиторных часов – 136,
самостоятельная работа 54 час.
Всего – 190 часов

2006 год

Рабочая программа составлена на основе типовой учебной программы учебной дисциплины *«Теоретические основы конструирования и технологии и надёжности»*, утвержденной Учебно-методическим объединением вузов Республики Беларусь по образованию в области информатики и радиоэлектроники 03 июня 2003 г., регистрационный № ТД-39-032/тип.

Составитель:

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

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры радиоэлектронных средств (протокол № 1 от «31 »августа 2006 г.)

Заведующий кафедрой _____ Образцов Н.С.)

Одобрена и рекомендована к утверждению методической комиссией факультета компьютерного проектирования

(протокол № 1 от « 01 » сентября 2006 г.)

Секретарь комиссии _____ (Станкевич А.В.)

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение математических (системных и вероятностных) методов, используемых для расчетно-аналитического и экспериментального исследования конструкций, технологии и надежности РЭС в процессе конструкторско-технологического проектирования.

1.2. Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

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

Пройдя подготовку по дисциплине, студент должен уметь:

- применять вероятностные методы при анализе точности и стабильности параметров РЭС и технологических процессов;
- выполнять вероятностное описание параметров элементов и технологических процессов по результатам экспериментов;
- строить математические модели устройств и технологических процессов РЭС методами планирования факторных экспериментов;
- выполнять расчеты надежности проектируемых РЭС, в том числе и при наличии резервирования;
- формулировать задачи оптимизации, выполнять их постановку и подготовку для решения математическими методами;
- моделировать конструкции и технологические процессы, рассматривая вероятностное рассеяние параметров;
- осуществить выбор метода индивидуального прогнозирования для оценки надежности элементов и РЭС.

1.3. Дисциплины, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении следующих дисциплин:

- "Высшая математика", в первую очередь, разделы по дифференциальному и интегральному анализам, численным методам;

- "Теория вероятностей и математическая статистика";
- "Физика";
- "Основы алгоритмизации и программирование";
- "Основы алгоритмизации и программирование";

Полученные знания студентами будут использованы во всех последующих конструкторских и технологических дисциплинах.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Распределение объёма аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов по темам и видам занятий (в часах) приведено в таблице.

№№ разделов и тем программы	Наименование разделов и тем	Лекции		Практические занятия		Лабораторные работы	
		Ауд.	курс	Ауд.	курс	Ауд.	курс
	Введение	2					
1	Общая характеристика параметров	2	1	2	1		
2	Вероятностное описание параметров						
2.1	Вероятностное описание параметров, рассматриваемых в отдельности	4	2				
2.2	Вероятностное описание совокупности параметров	2	2				
2.3	Экспериментальное определение вероятностного описания параметров	6	3			4	1
3	Модели конструкций и технологических процессов. Методы получения математических моделей						
3.1	Математические модели и способы их получения	4	2			4	1
3.2	Получение математических моделей с помощью активных факторных экспериментов	4	2			4	1
4	Анализ точности и стабильности выходных параметров						
4.1	Виды допусков и их использование для описания точности и стабильности	2	1	2	1		
4.2	Методы анализа точности и стабильности выходных параметров	8	4	2	1	4	1
5	Основы теории надежности. Методы и оценки показателей надежности						
5.1	Основы теории надёжности	8	4				
5.2	Надежность элементов РЭС	2	1				
5.3	Оценка показателей надежности проектируемых РЭУ	6	3	6	3	2	1
5.4	Методы повышения надежности РЭУ	4	2	4	2		
6	Прогнозирование технического состояния РЭС	8	4				
7	Задачи оптимизации в конструировании и технологии РЭС	4	2	1	1		
8	Системы массового обслуживания в РЭС	4	2			4	1
9	Статистическое моделирование параметров конструкций и технологических процессов	7	3			3	1
	Всего	77	38	17	9	25	7

2.1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Введение (2 часа)

Конструкторско-технологическое проектирование как составная часть процесса создания РЭС. Место и значение прикладных математических методов в решении инженерных задач в конструировании, технологии и надежности РЭС. Содержание учебной дисциплины. Рекомендуемые литература и учебно-методические пособия.

[1, с.5-6]

Раздел 1. Общая характеристика параметров, системные методы в конструировании и технологии РЭС (2 часа)

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

[1, с.7-17]; [3, с. 34-42]

Раздел 2. Вероятностное описание параметров в конструировании и технологии РЭС (12 часов)

Тема 2.1. Вероятностное описание параметров, рассматриваемых в отдельности (4 часа)

Случайный характер параметров, вероятностное описание параметров. Средние значения и дисперсии (средние квадратические отклонения) параметров. Модели законов распределения параметров. Характеристика некоторых моделей законов распределения параметров в конструировании и технологии РЭС. Нормальная модель, правило трех сигм и его использование на практике (2 часа).

[1, с.18-22]

Характеристика других моделей законов распределения (усеченная нормальная модель, равномерная модель, экспоненциальная модель, модель Вейбулла, логарифмическая нормальная модель), 2 часа.

[1, с.22-26]

Тема 2.2. Вероятностное описание совокупности параметров (2 часа)

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

Корреляция между параметрами. Корреляционное поле (диаграммы разброса) параметров. Коэффициент линейной корреляции. Положительная и отрицательная корреляции.

Вероятностное описание зависимых параметров. Корреляционные матрицы. Пример корреляционной матрицы
[1, с.26-30]

Тема 2.3. Экспериментальное определение вероятностного описания параметров (6 часов)

Экспериментальное определение вероятностного описания параметров. Основные задачи математической статистики. Оценки параметров и основные требования, предъявляемые к оценкам параметров. Точечные и интервальные оценки количественных характеристик параметров: математических ожиданий и средних квадратных отклонений. Определение интервальных оценок параметров (на примере интервальной оценки математического ожидания). Определение требуемого числа наблюдений параметров – планирование наблюдений.
[1, с.30-37]

Оценка коэффициентов парной корреляции. Определение законов распределения параметров по данным эксперимента. 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. Примеры.
[1, с.37-49]

Применение вероятностного описания параметров для решения инженерных задач. Рекомендации по использованию моделей законов распределения параметров. Примеры применения моделей законов распределения параметров.
[1,с.50-55]; [8, с. 5-57; 95-126]; [8, с. 5-31]; [4, с. 7-50]

Раздел 3. Модели конструкций и технологических процессов РЭС. Методы получения математических моделей (8 часов)

Тема 3.1. Математические модели и способы их получения (4 часа)

Характеристика моделей, используемых в конструировании и технологии РЭС (математические, физические, графические). Понятие математических моделей, корреляционные поля зависимых параметров. Регрессионные модели. Уравнение множественной регрессии. Линейные регрессионные модели. Метод наименьших квадратов как математический аппарат построения регрессионных моделей (2 часа).

[1, с. 56-64]

Способы получения математических моделей радиоэлектронных устройств (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 прикладных программ. Оценка пригодности полученных моделей для практики. Значимость коэффициентов уравнения регрессии. Адекватность модели (2 часа).

[1, с. 64-68]

Тема 3.2. Получение математических моделей с помощью активных факторных экспериментов (4 часа)

Получение математических моделей с помощью активных факторных экспериментов. Основные задачи математической теории планирования экспериментов. Основы теории планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент, его планирование и выполнение. ПФЭ типа « 2^k ». Матрица планирования и ее свойства. Параллельные опыты, принцип рандомизации опытов.

[1, с. 68-74]

Применение дробного факторного эксперимента для получения математических моделей РЭУ и технологических процессов. Статистическая обработка результатов активных факторных экспериментов.

[1, с. 75-86]; [3, с. 210-225]; [12, с. 35-65]; [4, с. 40-71]

Раздел 4. Анализ точности и стабильности выходных параметров радиоэлектронных устройств и технологических процессов с использованием математических моделей (10 часов)

Тема 4.1. Виды допусков и их использование для описания точности и стабильности (2 часа)

Серийнопригодность конструкций РЭС. Процент выхода годных к эксплуатации устройств. Количественная оценка уровня серийнопригодности. Точность и стабильность параметров. Системы (виды) допусков в конструировании и технологии РЭС. Производственный, ремонтный и эксплуатационный допуски. Температурный допуск и допуск старения. Симметричные и несимметричные, двухсторонние и односторонние допуски. Характеристики, используемые для задания допуска. Описание точности и стабильности параметров элементов.

[1, с. 87-94]

Тема 4.2. Методы анализа точности и стабильности выходных параметров (8 часов)

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. Пример (2 часа).

[1, с. 94-98]

Анализ точности выходных параметров вероятностным методом (методом, учитывающим вероятностное рассеивание первичных параметров). Выбор критериев оценки точности выходных параметров при использовании вероятностного метода. Инженерные расчетные формулы для определения производственного допуска. Примеры анализа точности выходного параметра вероятностным методом (2 часа).

[1, с. 99-105]

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 (2 часа).

[1, с. 110-116]

Установление эксплуатационных допусков; факторы принимаемые во внимание. Методика установление эксплуатационного допуска. Пример. Способы определения коэффициентов влияния. Аналитические способы, примеры. Экспериментально-расчетный способ (2 часа).

[1, с. 117-130]; [3, с. 155-169]; [4, с. 72-92]

Раздел 5. Основы теории надежности. Методы оценки показателей надежности РЭУ (20 часов)

Тема 5.1. Основы теории надёжности (8 часов)

Проблема надежности РЭУ, ее возникновение и сущность. Основные понятия и определения, используемые в теории и практике надежности технических изделий.

Отказы и их классификация. Причины отказов РЭУ. Модели (схемы) соединения элементов в РЭУ с точки зрения надежности (2 часа).

[1, с. 131-136]

Модели законов распределения времени до отказа (наработки до отказа). Характеристика экспоненциальной модели и модели Вейбулла (2 часа).

[1, с. 134-138]

Показатели (критерии) надежности элементов в РЭУ. Вероятность безотказной работы и вероятность отказов. Функция надежности. Экспоненциальный закон надежности. Интенсивность отказов, типичная λ – характеристика РЭУ. Средняя наработка на отказ. Среднее время безотказной работы. Среднее время восстановления и вероятность восстановления. Показатели долговечности. Ресурс и срок службы. Предельное состояние изделий, критерии предельных состояний. Эксплуатационные коэффициенты надежности (4 часа).

[1, с. 138-150]

Тема 5.2. Надежность элементов РЭС (2 часа)

Надежность элементов РЭС. Интенсивность отказов как основная справочная характеристика надежности элементов. Определение интенсивности отказов по результатам испытаний. Коэффициенты электрической нагрузки элементов. Определение коэффициентов электрической нагрузки элементов. Краткая характеристика надежности элементов РЭС. Учет влияния на надежность элементов электрического режима и условий работы.

[1, с. 150-158]

Тема 5.3. Оценка показателей надежности проектируемых РЭУ (6 часов)

Оценка показателей надежности проектируемых РЭУ. Основные расчетные соотношения для вероятности безотказной работы и среднего времени восстановления. Ориентировочный расчет показателей надежности. Расчет показателей надежности с учетом коэффициентов электрической нагрузки и условий работы элементов в составе устройств. Примеры оценки показателей надежности проектируемого РЭУ (4 часа).

[1, с. 158-172]

Расчет показателей надежности РЭУ при разных законах распределения времени до отказа элементов. Параметрическая надежность РЭУ. Постепенные отказы и причины, обуславливающие их появление. Принципы оценки параметрической надёжности РЭУ (2 часа).

[1, с. 172-177; 193-194]

Тема 5.4. Методы повышения надежности РЭУ (4 часа)

Методы повышения надежности РЭУ. Эксплуатационная надежность РЭУ. Резервирование как метод повышения надежности РЭУ. Виды резервирования. Характеристика постоянного резервирования. Оценка показателей безотказности РЭУ при наличии постоянного резервирования. Примеры. (2 часа).

[1, с. 193-200]

Характеристика резервирования замещением. Ненагруженный, облегченный и нагруженный резервы. Кратность резерва. Оценка безотказности РЭУ при наличии резервирования замещением. (2 часа).

[1, с. 201-205]; [3, с. 69-154]

Раздел 6. Прогнозирование технического состояния РЭС (8 часов)

Понятие прогнозирования и его классификация. Групповое и индивидуальное прогнозирование. Характеристика индивидуального прогнозирования с использованием методов экстраполяции. Шаг прогнозирования, модель прогнозирования. Обратное прогнозирование. Приёмы решения задач индивидуального прогнозирования с использованием методов экстраполяции (2 часа).

[1, с. 212-218]

Общая характеристика индивидуального прогнозирования распознаванием образов. Информативные параметры, прогнозирующее правило, решающая функция, порог разделения классов. Характеристики ошибок прогнозирования в методах индивидуального прогнозирования распознаванием образов(2 часа).

[1, с. 218-220]

Этапы решения задач индивидуального прогнозирования распознаванием образов. Обучающий эксперимент и обучение. Выбор порога разделения классов (экзамен). Оценка вероятности правильных решений и вероятностей ошибочных решений. Прогнозирование однотипных изделий, не участвующих в обучающем эксперименте (2 часа).

[1, с. 220-225]

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

Некоторые рекомендации по выбору информативных параметров (признаков) для элементов РЭС(2 часа).

[1, с. 225-227]

Раздел 7. Задачи оптимизации в конструировании и технологии радиоэлектронных устройств (4 часа)

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. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска и его реализация на ЭВМ. (2 часа).

[1, с. 235-241; 244-248]

Решение задач оптимизации методом динамического программирования. Пример (2 часа).

[1, с. 241-244]; [2, с. 257-288]

Раздел 8. Системы массового обслуживания в технологии РЭУ (4 часа)

Понятие и характеристики систем массового обслуживания (СМО). Абсолютная и относительная пропускные способности, вероятность простоя СМО. Потоки событий (заявок) и их математическое описание. Виды СМО в технологии РЭУ. Характеристика СМО смешанного типа (2 часа).

[1, с. 255-259]

Математическое описание СМО с отказом. Математическое описание "чистой" СМО с ожиданием. Математическое описание СМО смешанного типа с ограничением длины очереди. Примеры решения прикладных задач (2 часа).

[1, с. 259-263]; [10]

Раздел 9. Статистическое моделирование параметров конструкций и технологических процессов (7 часов)

Понятие имитационного (статистического) моделирования, его роль в конструировании и технологии изготовления РЭУ. Математическое моделирование случайных параметров. Стандартные равномерные и стандартные нормальные числа. Моделирование случайных чисел с нормальным законом распределения. Методы получения случайных чисел с любым законом распределения (2 часа).

[1, с. 264-270]

Метод Монте-Карло как метод вероятностного (статистического) моделирования. Реализация метода на ЭВМ, структурная схема алгоритма, выбор числа реализации смоделированного процесса (объекта). Точность метода (2 часа).

[1, с. 283-286]

Принцип математического моделирования процессов функционирования СМО. Математическое моделирование безотказности (надёжности) РЭУ, 2 часа.

[1, с. 105-109, 291-294]

Перспективы использования в конструировании технологии РЭУ прикладных математических методов (1 час).

[1, с. 105-109; 283-286]; [3]; [4]

2.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЁМ В ЧАСАХ

Перечень тем занятий:

1. Определение качества конструкции РЭУ с использованием единичных и комплексных показателей (подсчёт нормированных значений показателей, определение весовых коэффициентов показателей, расчёт комплексного показателя и принятие решения об уровне качества РЭУ), 2 часа.

2. Оценка точности выходных параметров методом "минимума-максимума" (подсчёт коэффициентов влияния, подготовка исходных данных для определения производственных допусков, определение производственного допуска), 2 часа.

3. Оценка точности и стабильности выходных параметров вероятностным методом (подсчёт коэффициентов влияния, подготовка исходных данных для определения производственного допуска, определение производственного допуска, определение допуска старения и температурного допуска, установление эксплуатационного допуска), 2 часа.

4. Оценка показателей безотказности РЭУ при наличии постоянного резервирования (параллельный, последовательный и смешанный способы включения резервных элементов, 2 часа).

5. Оценка показателей безотказности при наличии резервирования замещением (резерв нагруженный), 2 часа.

6. Оценка показателей безотказности проектируемых РЭУ с учетом внезапных отказов и использованием интенсивностей отказов элементов (расчёт

норм надежности на составные части РЭУ, ориентировочный расчёт показателей безотказности, физическая интерпретация результатов расчёта, 2 часа).

7. Уточненный расчёт показателей надежности РЭУ – расчёт с учетом коэффициентов электрической нагрузки и условий работы элементов в составе РЭУ (расчёт коэффициентов электрической нагрузки элементов; определение максимальной температуры элементов с учётом заданного диапазона рабочих температур и результатов расчёта теплового режима конструкции РЭУ; нахождение поправочных коэффициентов, учитывающих влияние коэффициентов электрической нагрузки, температуры и других указанных эксплуатационных факторов; корректировка справочных значений интенсивностей отказов элементов; определение суммарной интенсивности отказов элементов конструкции РЭУ с учётом их электрического режима и условий работы в составе РЭУ; подсчёт показателей надёжности конструкции РЭУ и их физическая трактовка, 2 часа).

8. Оценка параметрической надежности РЭУ – расчет вероятности, с которой гарантируется отсутствие постепенного отказа РЭУ по одному из выходных функциональных параметров (расчёт производственного разброса выходного параметра, расчёт разброса выходного параметра с учётом действия температуры и процессов старения, расчёт вероятности нахождения выходного параметра в установленных пределах в выбранных условиях эксплуатации в течение заданного времени, 2 часа).

9. Оптимизация конструкторского решения РЭУ методом динамического программирования (на примере задачи оптимального резервирования или выбора допусков на первичные параметры с учетом экономических критериев), 1 час.

Примечание. По темам 6, 7 студенты выполняют индивидуальное задание. Варианты заданий и рекомендации по их выполнению приведены в [12, с. 53 -58].

Всего практических занятий – 17 часов.

2.3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ИХ КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЁМ В ЧАСАХ

Перечень лабораторных работ:

1. Исследование с использованием ЭВМ вероятностного описания зависимых параметров РЭУ (получение путем экспериментальных исследований вероятностного описания зависимых элементов РЭС: пассивный эксперимент, обработка результатов эксперимента на ЭВМ, построение гистограмм, проверка гипотез, принятие решений, 4 часа).

2. Построение математических моделей радиоэлектронных устройств методами теории планирования эксперимента с использованием полного факторного эксперимента (планирование полного факторного эксперимента, выполнение опытов активного эксперимента, статистическая обработка на ЭВМ результатов опытов, проверка статистической значимости коэффициентов математической модели, уточнение конечного вида математической модели РЭУ, проверка пригодности модели для практики, 4 часа).

3. Применение дробного факторного эксперимента для построения математических моделей радиоэлектронных устройств (планирование дробного факторного эксперимента, выполнение опытов активного эксперимента,

обработка на ЭВМ результатов опытов, проверка статистической значимости коэффициентов математической модели, уточнение конечного вида математической модели РЭУ, проверка пригодности модели для практики, 4 часа).

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

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

6. Исследование моделированием на ЭВМ процесса функционирования системы массового обслуживания (выбор вида СМО, ввод в ЭВМ условий моделирования, моделирование на ЭВМ процесса функционирования СМО, обработка результатов моделирования, физическая интерпретация результатов, 4 часа).

Всего лабораторных занятий – 25 часов.

2.4. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКА

Цель курсового проектирования:

- формирование навыков применения прикладных математических (теоретических) методов для решения задач, связанных с аналитическим и экспериментальным исследованием конструкций, технологии и надежности РЭС;
- совершенствование приёмов формулировки инженерно-технических задач в виде, пригодном для их дальнейшего математического решения, в том числе с использованием моделирования решений на ЭВМ;
- развитие умений алгоритмизации, программирования и решения инженерно-технических задач с помощью ЭВМ, в том числе используя результаты математического моделирования решений.

Тематика курсовых проектов весьма разнообразна, охватывает все разделы учебной дисциплины. Как правило, каждый студент учебной группы получает задание, которое отличается не только конкретными исходными данными, но и формулировкой темы. Это позволяет развивать у студентов навыки самостоятельного решения поставленных задач, умение находить решение в нестандартных ситуациях, уменьшает вероятность заимствования и использования методов и подходов, предложенных другими студентами.

Все многообразие задач, предлагаемых для курсового проектирования, можно разделить на две группы: чисто аналитические, экспериментально-расчетные.

В темах первой группы исходные данные, характеризующие конструкторское или технологическое решение РЭУ, заданы и задача состоит в том,

чтобы аналитическими приемами или моделированием на ЭВМ получить решение в соответствии с темой курсового проекта.

Темы второй группы предполагают вначале получение экспериментальных данных об интересующем объекте, процессе или варианте конструкторско-технологического решения РЭУ, а затем математическую обработку полученной информации с целью получения результата (математической модели, вероятностного описания параметров и т.д.), определяемого формулировкой темы курсового проекта. Темы этой группы предлагаются студентам, проявляющим повышенный интерес к исследовательской работе. Темы курсовых проектов подбираются преподавателем, осуществляющим руководство курсовым проектированием.

Большинство студентов получают темы расчетно-аналитического характера. Ниже перечислены предлагаемые темы курсовых проектов этой группы.

1. Оценка точности выходного параметра конструкции 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, полученной по методу Монте-Карло и расчетно-аналитическим 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 при разных законах их распределения (моделированием на ЭВМ отказов элементов).

9. Определение показателей безотказности РЭУ с учетом постепенных отказов (моделированием на ЭВМ отказов элементов).

10. Определение показателей безотказности РЭУ с учетом внезапных и постепенных отказов (моделированием на ЭВМ отказов элементов).

11. Определение показателей безотказности РЭУ при наличии резервирования (с указанием вида: постоянное или резервированием; его особенностей) моделированием на ЭВМ отказов элементов.

12. Индивидуальное прогнозирование значений функциональных параметров РЭС (элементов или устройств) с использованием метода экстраполяции.

13. Поиск информативных параметров, используемых для решения задач индивидуального прогнозирования надежности элементов или РЭУ.

14. Индивидуальное прогнозирование надёжности элементов или РЭУ 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) моделированием на ЭВМ процессов поступления и обслуживания заявок.

Формулировка других тем приведена в [14].

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Основная и дополнительная литература

Основная

1. Боровиков С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности: Учеб. для инж.-техн. спец. вузов. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.

2. Боровиков С.М., Погребняков А.В. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности. Сборник задач: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: БГУИР, 2001. – 124 с.

3. Кофанов Ю.Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности РЭС: Учеб. для вузов. – М.: Радио и связь, 1991. – 359 с.

4. Яншин. А.А. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности ЭВА: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1983. – 312 с.

Дополнительная

5. Фомин А.В., Борисов В.Ф., Чермошенский В.В. Допуски в радиоэлектронной аппаратуре. – М.: Сов. радио, 1973. – 129 с.

6. Широков А.М. Надёжность радиоэлектронных устройств: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1972. – 272 с.

7. Львович Я.Е., Фролов В.Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности РЭА: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1986. – 192 с.

8. Фролов А.Д. Теоретические основы конструирования и надёжности радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Сов. радио, 1970. – 488 с.

9. Зажигаев Л.С., Кишьян А.А., Романиков Ю.И. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента. – М.: Атомиздат, 1978. – 232 с.

10. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 т. Т.2. Математические методы в теории надежности и эффективности / под редакцией В.Б. Гнеденко. – М.: Машиностроение, 1987. – 280 с.

11. Адлер Ю.П., Марков Ю.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 279 с.

3.2. Учебно методические пособия

12. Боровиков С.М. Методическое пособие по учебным дисциплинам «Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности» и «Инженерное обеспечение надёжности РЭС» для студентов специальностей «Проектирование и производство РЭС» и «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» всех форм обучения. – Мн.: БГУИР, 2003. – 60 с.

13. Боровиков С.М., Альферович Н.В., Малышева Т.В. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности: Лабораторный практикум для студентов специальностей «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» и «Проектирование и производство РЭС» / Под общ. ред. С.М. Боровикова. – Мн.: БГУИР, 2005. – 72 с.

14. Боровиков С.М., Колбун В.С., Малышева Т.В. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности: Учебно-методическое пособие к курсовому проектированию для студентов специальностей «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» и «Проектирование и производство РЭС» / Под ред. С.М. Боровикова. – Мн.: БГУИР, 2004. – 55 с.

3.4. Учебные стенды, используемые в лабораторных работах и на практических занятиях

1. Нормальный закон распределения параметров элементов, конструкций РЭУ и технологических процессов.

2. Равномерный закон распределения параметров элементов, конструкций РЭУ и технологических процессов.

3. Статистическая обработка результатов факторных экспериментов.

4. Экспоненциальный закон надёжности элементов и конструкций РЭУ.

5. Математическое моделирование параметров конструкций РЭУ и технологических процессов.

6. Определение допусков на выходной параметр РЭУ или технологического процесса вероятностным расчетно-аналитическим методом.

7. Статистические таблицы.

8. Вычислительные алгоритмы получения на ЭВМ случайных параметров.

9. Структурные схемы алгоритмов моделирования на ЭВМ выходных характеристик РЭУ или процессов (выходных функциональных параметров РЭУ, показателей надёжности РЭУ, характеристик СМО и др.).

3.5. Используемые технические средства

1. Макеты к лабораторной работе №1 (4 макета).
2. Макеты к лабораторным работам №2 и №3 (6 макетов).
3. Макеты к лабораторной работе №4 (2 макета).
4. Персональные ЭВМ (8 единиц).
5. Стандартная контрольно-измерительная аппаратура:
 - а) генераторы звуковых сигналов;
 - б) осциллографы;
 - в) цифровые вольтметры.
6. Учебные телевизионные комплексы АТК (могут использоваться при чтении лекций).