

Министерство образования РБ

Учреждение образования «Белорусский государственный
университет информатики и радиоэлектроники»

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФКП

_____ А.В. Будник

“ ____ ” _____ 2007 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по учебной дисциплине **"Прикладная математика"**
для специальности 38 02 03 – «Техническое обеспечение безопасности»
(Специализация «Технические средства защиты информации»)

Факультет компьютерного проектирования,
кафедра радиоэлектронных средств
курс 3, семестр 5,
лекций 34 час, экзамен 5 сем.,
лабораторные работы 17 час,
курсовое проектирование (ауд. часы) 17 час,
всего аудиторных часов – 68,
самостоятельная работа 32 час
Всего – 100 час

2007

Рабочая программа составлена на основе рабочего учебного плана специальности 38 02 03 – «Техническое обеспечение безопасности», утвержденного Советом БГУИР, регистрационный № 02-08-06-04/095 от 10.06.2002.

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 № ____ от «__» _____ 2007 г.)

Заведующий кафедрой ____ (Образцов Н.С.)

Одобрена и рекомендована к утверждению методической комиссией факультета компьютерного проектирования

(протокол № ____ от «__» _____ 2007 г.)

Секретарь комиссии _____ (Станкевич А.В.)

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение теории вероятностей, математической статистики и некоторых прикладных математических методов, используемых далее в общенаучных и специальных учебных дисциплинах специальности.

1.2. Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- основные теоремы и формулы теории вероятностей;
- математическое описание случайных величин;
- суть статистических методов в применении к получению вероятностного описания параметров;
 - вероятностные методы описания точности и стабильности параметров устройств радиоэлектроники и приборостроения, технологических процессов;
 - основы теории, методы планирования и обработки с применением ЭВМ результатов пассивного и активных факторных экспериментов;
 - математические методы, используемые в надёжности изделий радиоэлектроники и приборостроения.

Пройдя подготовку по дисциплине, студент должен уметь:

- применять теоремы (формулы) теории вероятностей и законы распределения случайных параметров для решения прикладных задач;
- получать вероятностное описание параметров с помощью статистических методов;
- планировать факторные эксперименты и строить математические модели в виде уравнений регрессии для устройств радиоэлектроники и приборостроения;
- применять вероятностные методы для анализа точности и стабильности параметров устройств и технологических процессов.

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;
- "Физика";
- "Информатика".

Полученные знания студентами будут использованы во всех последующих специальных дисциплинах.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Номера разделов и тем программы	Наименование разделов и тем	Лекции		Лабораторные работы		Курсовое проектирование	
		ауд.	курс	ауд.	курс	ауд.	курс
	Введение	1				—	—
1	Основы теории вероятностей	5	3				
2	Случайные величины и их математическое описание	4	2				
3	Вероятностное описание параметров в радиоэлектронике и приборостроении	4	2	4	1,5		
4	Математическая статистика в применении к описанию вероятностного описания параметров	6	2	4	1,5		
5	Модели устройств. Способы получения математических моделей	6	2	4	1,5		
6	Вероятностно-статистические методы анализа точности и стабильности выходных параметров устройств						
6.1	Виды допусков и их использование для описания точности и стабильности параметров	3	1				
6.2	Методы анализа точности и стабильности выходных параметров	5	2	5	1,5		
	Всего	34	14	17	6	17	12

Примечание. Принятые сокращения: ауд. – аудиторные занятия; курс – самостоятельная учебная работа студента.

2.1. Содержание учебных занятий

Введение (1 час)

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

[2, с. 5-6]

Раздел 1. Основы теории вероятностей (5 час)

Понятие событий. Случайные события. Достоверные и невозможные события. Совместные и несовместные события, полная группа событий. Противоположные события. Зависимые и независимые события.

Понятие вероятности события. Экспериментальное определение оценок вероятностей событий, сводящихся к схеме случаев.

Операции над событиями. Сумма событий. Произведение событий. Вероятность суммы событий (теорема сложения вероятностей). Вероятность суммы двух несовместных событий. Вероятность суммы двух совместных событий. Следствия теоремы сложения вероятностей. Распространение теоремы сложения вероятностей на любое число событий.

[1, с. 21-45]

Вероятность произведения событий (теорема умножения вероятностей). Вероятность произведения двух независимых событий. Вероятность произведения двух зависимых событий. Понятие условных вероятностей. Распространение теоремы умножения вероятностей на произвольное число событий. Принцип целесообразности использования противоположных событий в теории вероятностей.

Формула полной вероятности как следствие теорем сложения и умножения вероятностей. Теорема (формула) Байеса. Несовместные гипотезы. Пересчет вероятностей гипотез в связи с появлением некоторого события.

[1, с. 45-58]

Раздел 2. Случайные величины и их математическое описание (4 час)

Понятие случайных величин. Дискретные и непрерывные случайные величины. Примеры из техники (радиоэлектроники, приборостроения). Закон распределения дискретной случайной величины. Способы задания закона распределения: табличный, аналитический, графический. Ряд и многоугольник распределения дискретной случайной величины. Функция распределения как универсальная характеристика описания случайных величин.

Закон распределения непрерывной случайной величины. Функция распределения и плотность распределения непрерывной случайной величины. Основные свойства плотности распределения.

Основные числовые характеристики случайных величин. Характеристики положения величин: математическое ожидание, мода, медиана. Характеристики разброса случайных величин: дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Характеристики формы распределения случайных величин: коэффициент асимметрии, эксцесс.

Раздел 3. Вероятностное описание параметров в радиоэлектронике и приборостроении (4 час)

Понятие параметров. Выходные и первичные параметры. Виды параметров при автоматизированном проектировании конструкций РЭУ: выходные параметры, внутренние и внешние параметры.

Случайный характер параметров элементов, устройств технологических процессов. Характеристика основных законов распределения параметров в радиоэлектронике. Нормальный закон распределения. Кривая Гаусса. Табличная функция распределения стандартного нормального распределения и её использование для решения прикладных задач. Правило трёх сигм и его использование в технике (радиоэлектронике).

Закон равной вероятности. Связь среднего квадратического отклонения с половиной поля допуска в случае равномерного распределения параметров.

Экспоненциальный закон распределения и его использование в надёжности РЭУ и их элементов.

Вероятностное описание независимых параметров. Возможные способы описания совокупности зависимых параметров: многомерные плотности распределения, условные плотности распределения. Понятие корреляции параметров. Корреляционные поля (диаграммы разброса) параметров. Коэффициент линейной корреляции как количественная мера оценки на практике степени зависимости параметров. Положительная и отрицательная корреляция. Корреляционные матрицы параметров.

[1, с. 67-106 , 2, с. 18-30]

Раздел 4. Математическая статистика в применении к определению вероятностного описания параметров (6 час)

Суть статистических методов и основные задачи, решаемые с помощью этих методов. Понятие выборочных характеристик: выборочное среднее значение, выборочное среднее квадратическое отклонение и т.д. Понятие оценок параметров и основные требования, предъявляемые к оценкам: состоятельность, несмещённость, эффективность. Определение по результатам наблюдения точечных оценок математических ожиданий и средних квадратических отклонений параметров. Определение интервальной оценки для математического ожидания параметра. Определение требуемого числа наблюдений параметра при определении оценки математического ожидания параметра.

Восстановление закона распределения параметра по опытными данным. Получение статистического ряда. Построение гистограммы распределения и статистической функции распределения параметра. Выдвижение гипотез о законе распределения параметра. Применение статистических критериев согласия для принятия решений о правомерности гипотез. Применение вероятностных сеток (бумаги) для принятия решений гипотез о законах распределения параметров.

Определение точечных оценок коэффициентов линейной корреляции по результатам наблюдений. Статистическая значимость коэффициентов корреляции.

[1, с. 131-158; 2, с. 30-55]

Раздел 5. Модели устройств.

Способы получения математических моделей (6 час)

Характеристика моделей, используемых в конструировании и технологии изделий радиоэлектроники и приборостроения (математические, физические, графические). Понятия математических моделей, корреляционные поля зависимых параметров. Регрессионные модели. Уравнения множественной регрессии. Линейные регрессионные модели. Метод наименьших квадратов как математический аппарат построения регрессионных моделей.

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, с. 56-68; 7]

Получение математических моделей с помощью активных факторных экспериментов. Основные задачи математической теории планирования экспериментов. Основы теории планирования активных факторных экспериментов. Полный факторный эксперимент, его планирование и выполнение. ПФЭ типа « 2^k ». Матрица планирования и ее свойства. Параллельные опыты, принцип рандомизации опытов. Сущность и назначение дробных факторных экспериментов (ДФЭ). Планирование ДФЭ. Выполнение ДФЭ и обработка его опытов.

Статистическая обработка результатов активных факторных экспериментов.

[2, с. 68-86; 4, с. 210-225; 8, с. 35-65; 5, с. 40-71; 7]

Раздел 6. Вероятностно-статистические методы анализа точности и стабильности выходных параметров устройств (8 час)

Тема 6.1. Виды допусков и их использование для описания точности и стабильности параметров (3 час)

Серийнопригодность изделий радиоэлектроники и приборостроения. Процент выхода годных к эксплуатации устройств. Количественная оценка уровня серийнопригодности. Точность и стабильность параметров. Системы (виды) допусков в конструкции и технологии изделий радиоэлектроники и приборостроения. Производственный, ремонтный и эксплуатационный допуски.

Температурный допуск и допуск старения. Симметричные и несимметричные, двусторонние и односторонние допуски. Характеристики, используемые для задания допуска. Описание точности и стабильности параметров элементов.

[2, с. 87-94; 6]

Тема 6.2. Методы анализа точности выходных параметров (5 час)

Уравнение производственных погрешностей выходных параметров. Уравнение 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.

Анализ точности выходных параметров с учетом вероятностного рассеивания первичных параметров. Выбор критериев оценки точности выходных параметров при использовании вероятностного метода. Инженерные расчетные формулы для определения производственного допуска. Пример анализа точности выходного параметра вероятностным методом. 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, с. 94-116; 6]

Установление эксплуатационных допусков; факторы, принимаемые во внимание. Методика установления эксплуатационного допуска. Пример. Способы определения коэффициентов влияния. Аналитические способы, примеры. Экспериментально-расчётный способ.

[2, с. 110-130; 4, с. 155-169; 5, с. 72-92, 6]

2.2. Лабораторные работы и их краткое содержание [10]

Перечень лабораторных работ:

1. Экспериментальное определение вероятностного описания параметров (получение с помощью экспериментальных исследований вероятностного описания двух параметров: пассивный эксперимент, обработка результатов на ЭВМ, определение статистических вероятностей попадания параметра в интервал, построение гистограмм распределения, проверка гипотез, определение корреляции между параметрами, 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, 5 часов).

Всего лабораторных занятий – 17 часов.

2.3. Курсовая работа и её характеристика [9, 11]

Цель курсового проектирования по курсу «Прикладная математика»:

- формирование навыков применения прикладных математических методов для решения задач, связанных с аналитическим и экспериментальным исследованием конструкций и технологии изделий радиоэлектроники и приборостроения;
- 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 работ 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. Темы курсовых работ:

1. Построение на ЭВМ математической модели РЭУ с использованием результатов пассивного многофакторного эксперимента.

2. Оценка точности выходного параметра конструкции РЭУ (или технологического процесса) методом Монте-Карло с использованием математического моделирования.

3. Сравнительная оценка точности выходного параметра, рассчитанной вероятностным методом и полученной методом Монте-Карло с использованием математического моделирования.

4. Сравнительная оценка температурной стабильности выходного параметра РЭУ, рассчитанной с учётом вероятностного рассеивания температурных изменений первичных параметров и полученной методом Монте-Карло с использованием математического моделирования.

5. Сравнительная оценка временной стабильности выходного параметра РЭУ, рассчитанной с учётом вероятностного рассеивания временных изменений первичных параметров и полученной методом Монте-Карло с использованием математического моделирования.

6. Установление эксплуатационного допуска на выходной параметр конструкции РЭУ (технологического процесса) с использованием математического моделирования на ЭВМ точности и стабильности параметров элементов (технологических операций).

В перечень вопросов, подлежащих проработке, включаются следующие:

- постановка задачи, решаемой в курсовой работе;
- обзор методов, с помощью которых можно решить поставленную задачу, и обоснование выбранного метода;
- решение сформулированной задачи на ЭВМ, при этом допускается расчёты выполнять обычными ручными приёмами;
- анализ результатов решения;
- выводы.

В качестве разрабатываемого графического материала указываются:

- электрическая (принципиальная или функциональная) схема рассматриваемого функционального узла РЭУ или же аналог этой схемы в зависимости от темы курсовой работы (структурная схема технологического процесса, если в курсовой работе рассматривается технологический процесс);
- структурная схема алгоритма решения задачи на ЭВМ;
- схема, показывающая место используемого метода среди других методов, с помощью которых также можно решить поставленную задачу.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Литература

Основная литература

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969, 1983 и последующие годы. – 576 с.
2. Боровиков С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности: Учеб. для инж.-техн. спец. вузов. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.

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

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

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

Дополнительная литература

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

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

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

3.2. Учебно-методические разработки

9. Боровиков С.М. Прикладная математика. Методическое пособие для студентов специальностей «Техническое обеспечение безопасности» и «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» заочной формы обучения. – Мн.: БГУИР, 2005. – 28 с.

10. Боровиков С.М., Альферович Н.В., Малышева Т.В. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности: 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.

11. Боровиков С.М., Колбун В.С., Малышева Т.В. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности: 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.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Но- мер неде- ли	Номер темы (по п.2.1)	Название вопросов, которые изучаются на лекциях	Лабора- торные за- нятия (номера) (по п.2.2)	Лите- ратура (номе- ра) (по п.3.1)	Наглядные и методи- ческие по- собия (номера) (по п.3.2)	Самостоя- тельная ра- бота сту- дентов (часы)	Форма контро- ля зна- ний сту- дентов
1		Введение		2			
1-3	1	Основы теории вероятностей		1		8	ПРДЗ, КОЛК
4-5	2	Случайные величины и их математическое описание		1	9	6	ПРДЗ, КОЛК
6-7	3	Вероятностное описание параметров в радио- электронике, конструировании и технологии	1	1, 2	9, 11	8	ЗЛР, КОЛК
8-10	4	Математическая статистика в применении к описанию вероятностного описания парамет- ров	1	1, 2	9, 11	10	ЗЛР, КОЛК
11-13	5	Модели РЭУ и технологических процессов. Способы получения математических моделей	2, 3	2, 4, 5, 7, 8	9, 11	10	ЗЛР, КОЛК
14-15	6.1	Виды допусков и их использование для опи- сания точности и стабильности параметров	4	2, 6	9	5	КОЛК
15-17	6.2	Методы анализа точности выходных парамет- ров	4	2, 6	9, 11	12	ЗЛР, КОЛК

Примечания: ПРДЗ – проверка решения домашней задачи; ЗЛР – защита лабораторной работы;
КОЛК – контрольный опрос на лекции.