

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по УМР

_____ Криницин В.В.
«__» _____ 2003 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

" Моделирование радиотехнических устройств и систем " ЕН.Р.02

Специальность (специализация) "Техническая эксплуатация транспортного оборудования" 201300

Факультет авиационных систем и комплексов

Кафедра РТУ
Курс IV, Форма обучения - очная,

Общий объем учебных часов на дисциплину 150 час.
Лекции 50 час.
САРС 70 час.
Практические занятия 30 (час)
Зачет VII, VIII семестры.

МОСКВА - 2003

Рабочая программа составлена на основании примерной рабочей программы дисциплины и в соответствии с Государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по специальности.

Рабочую программу составил доцент каф. РТУ Горбунов А.Л. _____

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры, протокол

N _____ от " " _____ 200__ г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф. _____ Криницин В.В.

Рабочая программа одобрена методическим советом специальности "Техническая эксплуатация транспортного оборудования" 201300

Протокол N _____ от " " _____ 200__ г.

Председатель методсовета проф., д.т.н. _____ Логвин А.И.

Рабочая программа согласована с Учебно-методическим управлением (УМУ)

Начальник УМУ _____ Логачев В.П.

1. Цели и задачи дисциплины.

1.1. Цель преподавания дисциплины.

Научить студентов применению метода математического моделирования радиотехнических устройств и систем (РТУиС) на современных вычислительных платформах для решения задач анализа эффективности и оптимизации авиационного РЭО с учетом конкретных условий эксплуатации.

1.2. Задачи изучения дисциплины (необходимый комплекс знаний и умений):

1.2.1. Иметь представление о

моделировании в целом как эффективном методе исследования сложных РТУиС, методах оценки точности моделирования, способах обеспечения адекватности модели и оригинала, способах повышения точности моделирования и сокращения вычислительных затрат, методах оптимизации РТУиС с помощью моделей.

1.2.2. Знать

общие принципы построения математических моделей РТУиС и способы их программной реализации на современных вычислительных платформах.

1.2.3. Уметь

формулировать задачу математического моделирования РТУиС, составлять формальное описание объекта моделирования на основе функционального принципа моделирования, выбирать и обосновывать способ моделирования, составлять алгоритм цифровой модели РТУиС, осуществлять исследование на модели методом статистических испытаний и получать оценку показателя эффективности РТУиС.

1.2.4. Иметь опыт

практического построения компьютерных моделей РТУиС.

2. Содержание дисциплины.

2.1. Раздел 1. Формальное описание РТУиС - 8 час.

Лекция 1. Введение. Общие сведения о компьютерном моделировании РТУиС

Тенденция развития авиационных РТУиС и методов их исследования. Проблемная ситуация при создании сложных РТУиС, обусловленная ограниченностью аналитических и экспериментальных методов исследования. Два способа применения компьютеров - численный анализ и математическое моделирование. Основные направления и области применения ЭВМ при создании и использовании РТУиС. Физическое, математическое и смешанное моделирование. Схема организации процесса моделирования. Функциональный принцип моделирования. Понятие о методе статистических испытаний. Отечественные разработки в сфере теории и практики математического моделирования технических объектов.

Литература: [1] с.с. 7-15.

Литература: [2] с.с. 3-8.

Лекция 2. Формальное описание РТУиС

Принципы формального описания РТУиС. Характеристики РТУиС как объектов моделирования. Классификация РТУиС. Декомпозиция объекта моделирования как способ понижения размерности его модели. Уровни формального описания РТУиС. Операторное уравнение как одна из форм формального описания. Формальная схема моделирования РТУиС на компьютере. Фрагмент методики моделирования.

Литература: [2] с.с. 10-20.

Лекция 3. Формальное описание РТУиС – продолжение 1

Пример формального описания РТУ. Переход от формального описания к математической модели. Формальное описание радиоустройства ФАПЧ на уровне функциональных звеньев. Операторное уравнение ФАПЧ и формальная схема моделирования. Переход от формального описания к математической модели.

Литература: [2] с.с. 21-26

Лекция 4. Формальное описание РТУиС – продолжение 2

Выбор и обоснование метода математического моделирования. Основные принципы построения математических моделей сложных РТУиС. Классификация функциональных звеньев РТУиС. Основные методы математического моделирования РТУиС. Фрагмент методики моделирования.

Литература: [2] с.с. 58-67.

2.2. Раздел 2. Моделирование воздействия в РТУиС - 16 час.

Лекция 5. Общие сведения о цифровом моделировании воздействия в РТУиС

Классификация воздействий на РТУиС. Математические модели основных воздействий. Постановка задачи математического моделирования воздействий на ЦВМ. Проблема квантования по уровню и дискретизации по времени непрерывных воздействий при цифровом моделировании. Выбор величины шага дискретизации, исходя из допустимой ошибки восстановления непрерывной функции времени по ее отсчетам в дискретные моменты времени.

Литература: [1] с.с. 20-26.

Лекция 6. Компьютерное моделирование детерминированных воздействия в РТУиС

Компьютерное моделирование непрерывных детерминированных функций времени и функций времени, зависящих от случайного параметра.

Литература: [1] с.с. 27-30.

Литература: [2] с.с. 76-81.

Лекция 7. Моделирование случайных величин

Принцип моделирования - функциональное преобразование исходной [базовой] последовательности случайных величин [СВ]. Программный способ получения исходной последовательности независимых СВ с равномерным законом распределения на интервале [0,1]. Пример датчика базовой СВ. Псевдослучайность и квазиравномерность - свойства реального датчика базовой СВ. Основные методы моделирования СВ на ЦВМ. Метод деления отрезка. Моделирование дискретных СВ.

Литература: [1] с.с. 31-32.

Литература: [2] с.с. 74-76

Лекция 8. Моделирование случайных величин - продолжение

Метод нелинейного преобразования, обратного заданной функции распределения. Метод моделирования СВ с нормальным законом распределения. Методы моделирования негауссовских СВ на основе вторичных преобразований. Примеры моделирования СВ.

Литература: [1] с.с. 30-33.

Лекция 9. Моделирование стационарных случайных процессов

Принцип моделирования - функциональное преобразование исходного (базового) случайного процесса (СП). Общая схема моделирования. Исходный СП - последовательность независимых гауссовских СВ с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией (дискретной "белый" шум). Понятие о формирующем фильтре. Моделирование стационарного нормального СП с помощью формирующего фильтра. Метод скользящего суммирования. Пример алгоритма.

Литература: [1] с.с. 33-35, 37.

Лекция 10. Моделирование стационарных случайных процессов - продолжение

Метод рекуррентных разностных уравнений. Пример алгоритма. Сравнение методов моделирования. Моделирование стационарных СП, порождаемых нормальным процессом. Логарифмически-нормальный СП, СП с экспоненциальным и релеевским законами распределения и заданной корреляционной функцией. Примеры алгоритмов.

Литература: [1] с.с. 35, 37-38.

Литература: [2] с.с. 74-76.

Лекция 11. Моделирование нестационарного нормального СП и случайных потоков

Пример моделирования нестационарного нормального СП с детерминированными законами изменения параметров. Моделирование марковского процесса. Пример моделирования дискретной цепи Маркова на ЦВМ. Моделирование случайных потоков событий. Примеры алгоритмов для простейшего потока Эрланга произвольного порядка.

Литература: [1], с.с. 39, 41

Лекция 12. Моделирование марковских СП

Классификация и характеристики марковских процессов. Принципы моделирования марковского процесса. Моделирование дискретной цепи Маркова. Пример – моделирование системы фазовой автоподстройки с применением аппарата цепей Маркова

Литература: [1], с.с. 39-40

2.3. Раздел 3. Моделирование процессов преобразования воздействия в РТУиС - 16 час.

Лекция 13. Моделирование линейных инерционных звеньев

Классификация функциональных звеньев РТУиС. Принцип дискретной аппроксимации непрерывной линейной инерционной системы. Алгоритм скользящего суммирования. Метод дискретной свертки. Алгоритмы вычисления дискретной свертки

Литература: [1] с.с. 48-52.

Литература: [2] с.с. 67-70.

Лекция 14. Моделирование линейных инерционных звеньев - продолжение

Метод рекуррентных разностных управлений. Пример рекуррентного алгоритма моделирования. Общие сведения о методе быстрого преобразования Фурье и методе конечных разностей.

Литература: [1] с.с. 53-54.

Лекция 15. Моделирование узкополосных линейных систем

Метод комплексной огибающей как основа для моделирования узкополосных линейных систем. Алгоритм скользящего суммирования для комплексной огибающей.

Литература: [1] с.с. 44-47.

Лекция 16. Моделирование узкополосных линейных систем - продолжение

Понятие о низкочастотном эквиваленте узкополосной линейной системы. Фрагмент методики моделирования с применением метода комплексной огибающей.

Литература: [2] с.с. 96-107.

Лекция 17. Моделирование нелинейных преобразований узкополосных воздействий

Принципы моделирование нелинейных преобразований узкополосных воздействий. Безынерционные нелинейные звенья. Метод огибающей и фазы. Метод контурных интегралов. Инерционные нелинейные звенья. Методы амплитуд, линеаризации по флуктуациям.

Литература: [2] с.с. 108-116.

Лекция 18. Моделирование нелинейных преобразований узкополосных воздействий - продолжение

Особенности моделирования нелинейных звеньев. Алгоритмы моделирования основных демодуляторов - амплитудного ограничителя узкополосного сигнала. Цифровое моделирование узкополосного частотного детектора с применением метода комплексной огибающей.

Литература: [1] с.с. 59-61.

Лекция 19. Моделирование сложных РТУиС

Общие сведения о моделировании сложных РТУиС. Метод статистических эквивалентов. Построение статистических эквивалентов методами статистической и гармонической линеаризации, фильтрации информационного параметра. Метод информационного параметра. Пример моделирования системы фазовой автоподстройки. Особенности моделирования на ЦВМ замкнутых следящих радиосистем.

Литература: [2] с.с. 136-154.

Литература: [2] с.с. 162-174.

2.4. Раздел 4. Анализ характеристик и оптимизация модели - 4 час.

Лекция 20. Анализ характеристик процесса на выходе модели

Выбор выходных параметров модели, характеризующих качество функционирования РТУ и С. Оценка статистических характеристик случайного выходного параметра модели. Алгоритмы вычисления оценок функции и плотности распределения СВ, числовых характеристик и корреляционной функции случайного процесса. Обеспечение необходимой точности статистических оценок при моделировании. Методы проверки адекватности модели и оригинала.

Литература: [1] с.с. 61-65.

Лекция 21. Оптимизация РТУиС с помощью компьютерных моделей.

Общие сведения о методах решения задач анализа и синтеза радиосистем на ЭВМ. Методы синтеза параметров РТУиС с помощью цифровых моделей. Методы итераций для поиска экстремума показателя эффективности РТУиС. Метод координатного спуска. Градиентные методы. Случайный поиск экстремума. Методы поиска экстремума при наличии ошибки оценки показателя эффективности в процессе эксперимента на модели. Примеры оптимизации параметров следящего измерителя. Перспективы дальнейшего развития методов моделирования РТУиС.

Литература: [1] с.с. 65-72.

Литература: [1] с. 73-80.

2.5. Раздел 5. Инструментарий компьютерного моделирования - 8 час.

Лекция 22. Программные средства моделирования и средства описания моделей

Моделирование в среде табличного процессора: базовые понятия, характеристики, организация работы, использование в целях моделирования. Пакет математической поддержки - MathCAD. Пакеты MicroCUP, MicroLOGIC, SPIDE: функциональные возможности, применение для целей моделирования.

Лекция 23. UML – универсальный язык описания моделей сложных систем.

Методология системного моделирования. Назначение и развитие UML. Применимость для описания моделей РТУиС. Общая структура языка. Основные пакеты в UML. Спецификация описания метамодели языка.

Литература: [6] с.с. 34-83.

Лекция 24. Диаграммы UML.

Диаграмма вариантов использования. Диаграмма классов. Диаграмма состояний.

Литература: [6] с.с. 93-167.

Лекция 25. Диаграммы UML - продолжение.

Диаграмма активности. Диаграмма последовательности. Диаграмма кооперации. Диаграмма компонентов.

Литература: [6] с.с. 169-224.

3. Перечень тем практических занятий (ПЗ), их объем в часах:

ПЗ № 1. Построение моделей вариантов использования в нотации UML для различных типов РТС. - 8 час.

ПЗ № 2. Возможности электронных таблиц как инструмента математического моделирования - 4 час.

ПЗ № 4. Моделирование типовой радиотехнической цепи - 4 час.

ПЗ № 5. Моделирование следящего измерителя параметра радиосигнала - 4 час.

ПЗ № 6. Оптимизация математической модели типовой радиотехнической цепи при помощи табличной модели БПФ. - 6 час.

ПЗ № 7. Возможности пакета MathCAD как инструмента математического моделирования - 2 час.

ПЗ № 8. Проверка усвоенных знаний с помощью электронной тестирующей таблицы. - 2 час.

4. Рекомендуемая литература:

4.1. Основная литература

1) Криницин В.В., Хресин И.Н. Моделирование радиосистем и основы систем автоматизированного проектирования. МИИГА, 1992.

2) Борисов Ю.П., Цветнов В.В. Математическое моделирование радиотехнических систем и устройств. М.:Радио и связь, 1985.

4.2. Учебно-методическая литература

3) Криницин В.В. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Основы моделирования РТУиС на ЭВМ" М:МИИГА, 1988.

4) Горбунов А.Л. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Математические модели в расчетах на ЭВМ" М:МИИГА, 1993.

5) ПОСОБИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ "Моделирование РТУ и РТС" ЕН.Р.02 Для студентов 3 курса специальности 201300 заочного обучения. М: МГТУ ГА, 2003.

Дополнительная литература

6) Леоненков А. UML. С.-Петербург: БХВ-Петербург, 2002.

5. Рекомендуемые программные средства и компьютерные системы обучения и контроля знаний студентов:

MS-Excel, MathCAD, MS-Visio, тестовые таблицы для проверки знаний по дисциплине в среде табличных процессоров, табличные вычислители для ПЗ.