

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Рыбинский государственный авиационный
технический университет имени П.А.Соловьева»

Отдел аспирантуры

"УТВЕРЖДАЮ"
Проректор по науке и инновациям

_____ Т. Д. Кожина

"__" _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине: **Моделирование элементов и устройств систем управления**

Специальность: 05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники и
систем управления

Кафедра Электротехники и промышленной электроники

Вид занятий	Количество часов	Зачетных единиц
Лекционные	18	0,5
Практические	54	1,5
КСР	36	1
Самостоятельная работа	72	2
Всего часов	180	5
Форма контроля	экзамен	

Рабочую программу составил: _____ д.т.н., проф. Юдин В.В.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Электротехники и промышленной электроники, протокол № _____ от «__» _____ 201__ г.

Заведующий кафедрой:
д.т.н., проф. _____ Юдин В.В.

Рыбинск 2011

Настоящая программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом подготовки специалиста по специальности 05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Цель и задачи изучения дисциплины.

Целью изучения дисциплины является ознакомление студентов с наиболее распространенными методами моделирования. Задачами изучения являются: приобретение навыков работы со специализированными пакетами в процессе разработки моделей элементов и устройств промышленной электроники в среде MATLAB,

1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

1.1. Введение. Роль моделирования в процессе разработки электронной аппаратуры.

1.2. Основные понятия и определения.

Аналогия и подобие. Модели и моделирование. Принципы моделирования. Разновидности моделей в электронике. Особенности математического моделирования. Математические объекты, используемые при моделировании устройств промышленной электроники.

1.3. Модели элементов устройств промышленной электроники.

Определение и классификация элементов устройств промышленной электроники. Их эквивалентные схемы и конструктивно–технологические особенности. Физические процессы в элементах. Связь физических процессов с эквивалентными схемами. Технические характеристики элементов. Зависимость технических характеристик от конструктивных параметров, особенностей технологии, внешних факторов, времени. Параметры схемы, как модель элементов. Обозначения в технической документации. Классификация, как модель элементов. Разработка классификации и анализ логического описания объекта. Конструктивная, режимная и функциональная классификации.

1.4. Модели технологических процессов и оборудования.

Единство математического описания. Статические и динамические модели. Электронные аналоги физических процессов. Статистическое описание промышленных объектов.

1.5. Системный подход при разработке моделей.

Выявление существенных факторов. Модель воздействия окружающей среды на элементы и устройства. Модель, учета воздействия устройств промышленной электроники питающую сеть и среду.

1.6. Матричные модели.

Модели электромагнитных элементов и устройств. Модели электромеханических элементов. Применение блочных матриц для моделирования сложных объектов.

Взаимное преобразование матричных моделей. Модели входных сигналов. Модели внешних факторов

1.7. Средства анализа моделей.

Среда MATLAB и ее специализированные пакеты. Графические возможности. Визуализация физических процессов. Функции одной и двух переменных. Разработка программ.

1.8. Методы разработки моделей.

Дискретизация процессов в пространстве. Дискретизация процессов во времени. Аппроксимация функциональных зависимостей. Метод выборочных значений. Метод наименьших квадратов. Эквивалентное преобразование моделей. Метод статистического моделирования

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

2.1. Матрицы и работа с ними в среде MATLAB. Транспонирование. Сложение и вычитание, умножение и деление матриц. Возведение матриц в степень.

Трансцендентные функции матриц.

2.2. Массивы. Сложение и вычитание массивов. Умножение и деление массивов. Степени массивов. Операции отношения. Логические операции. Элементарные математические функции

2.3. Графика в среде MATLAB. Типы линий и маркировки. Логарифмические, полярные графики и гистограммы. Трехмерные графики с сетчатой поверхностью

2.4. Управляющая логика. Разработка пользовательских функций.

2.5. Матричная модель многообмоточного трансформатора. Моделирование электромагнитных цепей методом объединенных матриц.

2.6. Анализ плоского теплового поля на поверхности теплопроводящей детали

2.7. Моделирование оптимального управления.

2.8. Моделирование факторов внешней среды.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

3.1. Моделирование переходного процесса в устройстве электромагнитного типа.

3.2. Моделирование задач оптимизации.

3.3. Формирование случайных последовательностей.

3.4. Имитационное моделирование процессов в схемах устройств электронной техники.

3.5. Разработка модели электропечи.

3.6. Разработка модели электродвигателя.

3.7. Аппроксимация нелинейных зависимостей.

3.8. Модели критериев качества.

3.9. Моделирование колебательного процесса.

3.10. Разработка матричных моделей электронных схем.

3.12. Моделирование сложного воздействия на линейную цепь.

3.13. Моделирование принятия решений.

3.14. Моделирование электропривода.

3.15. Моделирование пространства переменных состояния.

3.16. Моделирование сопутствующих процессов при регулировании.

4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

4.1. В.В.Юдин, Матричные методы анализа электронных схем, РГАТА, 2003. – 84с.

4.2. В.В.Юдин, Б.Б.Малков, Исследование на ЭВМ моделей элементов РЭА, Ярославль, ЯПИ, 2002 – 88с.

Дополнительной

4.3 Применение программного пакета "матричная лаборатория" к решению задач теоретической электротехники: Учебное пособие в 2 ч. / Ключковкин В.Р., Камакин В.А., Юдин А.В. РГАТА. Рыбинск, 2007. - Ч1. 79 с.

4.4.Юдин А.В. САПР устройств промышленной электроники.,РГАТА, 2005 г.

4.3 Никитенко А.Г. и др. программирование и применение ЭВМ в расчетах электрических аппаратов/ Учеб.пособие для вузов. //- М.: Высш.шк., 1990.-231 с.: ил.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ СТУДЕНТАМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины необходимы первоначальные знания в области информатики.

6. СПИСОК ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

- Аналогия и подобие. Модели и моделирование.
- Принципы моделирования. Разновидности моделей в электронике. Особенности математического моделирования.
- Определение и классификация элементов устройств промышленной электроники.
- Эквивалентные схемы элементов электрических схем..
- Связь физических процессов с эквивалентными схемами.
- Зависимость технических характеристик от конструктивных параметров, особенностей технологии, внешних факторов, времени.
- Параметры схемы, как модель элементов.
- Классификация, как модель элементов. Разработка классификации.
- Статические и динамические модели.
- Электронные аналоги физических процессов.
- Статистическое описание промышленных объектов.
- Выявление существенных факторов.
- Модель воздействия окружающей среды на элементы и устройства.
- Модель учета воздействия устройств промышленной электроники питающую сеть и среду.
- Модели электромагнитных элементов и устройств.
- Модели электромеханических элементов.

- Применение блочных матриц для моделирования сложных объектов. Взаимное преобразование матричных моделей.
- Модели входных сигналов.
- Модели внешних факторов
- Дискретизация процессов во времени.
- Аппроксимация функциональных зависимостей.
- Метод выборочных значений.
- Метод наименьших квадратов.
- Эквивалентное преобразование моделей. Метод статистического моделирования

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

7.1. Разработать функцию

$$[X1; Y1; X2; Y2] = \text{lin2}(NX1, NY1, NX2, NY2, tmin, tmax, N)$$

где

$NX1$ – имя функции, определяющей зависимость $x_1(t)$ аргумента первой функции от параметра t ,

$NY1$ – имя функции, определяющей зависимость $y_1(t)$ значений первой функции от параметра t ,

$NX2$ – имя функции, определяющей зависимость $x_2(t)$ аргумента второй функции от параметра t ,

$NY2$ – имя функции, определяющей зависимость $y_2(t)$ значений второй функции от параметра t ,

$tmin$ – минимальное значение параметра,

$tmax$ – максимальное значение параметра,

N – число интервалов разбиения диапазона изменений параметра,

$X1$ – вектор значений аргумента первой функции,

$Y1$ – вектор значений первой функции,

$X2$ – вектор значений аргумента второй функции,

$Y2$ – вектор значений второй функции,

осуществляющую следующие действия:

- Разбиение диапазона $[tmin, tmax]$ изменения параметра на N интервалов одинаковой длины, формируя вектор-строку T длиной $N+1$.
- Для каждого элемента вектора T вычисляет значения функций с именем $NX1$ и $NY1$, формируя соответственно вектор-строку абсцисс $X1$ и вектор-строку ординат $Y1$ длины $N+1$, определяющие первую функцию $y = f_1(x)$, заданную посредством параметра t .
- Для каждого элемента вектора T вычисляет значения функций с именем $NX2$ и $NY2$, формируя соответственно вектор-строку абсцисс $X2$ и вектор-строку ординат $Y2$ длины $N+1$, определяющие вторую функцию $y = f_2(x)$, заданную посредством параметра t .

- Строит графики функциональных зависимостей для первой и второй функций, осуществляя соединение их в $N+1$ точках отрезками линий, соответствующих одинаковым значениям параметра.
- Возвращает блочную матрицу $[X1;Y1;X2;Y2]$ размера $(N/=1,4)$.

7.2. Разработать функцию селекции периодических интервалов, заданную для скалярных параметров (периода и двух граничных значений) и скалярного аргумента следующим образом

$$sp(t_r, t_n, t_k, t) = \begin{cases} 0 & npi & 0 < t \pmod{t_r} < t_n \\ 1 & npi & t_n \leq t \pmod{t_r} \leq t_k \\ 0 & npi & t_k < t \pmod{t_r} < t_r \end{cases},$$

Возможно эквивалентная форма определения

$$sp(t_r, t_n, t_k, t) = [t \pmod{t_r} \geq t_n] \wedge [t \pmod{t_r} \leq t_k].$$

В этих формулах приняты следующие обозначения

t_r - период селективируемых интервалов,

t_n - время начала первого периода,

t_k - время его конца,

t - текущее время.

Расширим определение функции для случая векторных параметров и аргумента. Для этого введем векторы

$$T_r = \begin{pmatrix} t_{r1} \\ t_{r2} \\ \dots \\ t_{rn} \end{pmatrix}, \quad \begin{matrix} T_n = (t_{n1} & t_{n2} & \dots & t_{np}), \\ T_k = (t_{k1} & t_{k2} & \dots & t_{kp}), \\ T = (t_1 & t_2 & \dots & t_m), \end{matrix}$$

Функцию скалярных параметров и векторного аргумента определим как матрицу-строку, элементами которой являются значения функции, тех же аргументов, соответствующие скалярным значениям компонентов векторного аргумента, т.е.

$$sp(t_r, t_n, t_k, T) = [sp(t_r, t_n, t_k, t_1) \quad sp(t_r, t_n, t_k, t_2) \quad \dots \quad sp(t_r, t_n, t_k, t_m)].$$

Функцию скалярного периода, векторных граничных параметров и скалярного аргумента определим как дизъюнкцию значения функции, каждой из пар граничных параметров, т.е.

$$sp(t_r, T_n, T_k, t) = \bigcup_{j=1}^p sp(t_r, t_{nj}, t_{kj}, t)$$

Функцию скалярного периода, векторных граничных параметров и векторного аргумента определим либо как дизъюнкцию значения функции, каждой из пар граничных параметров при векторном аргументе, т.е.

$$sp(t_r, T_n, T_k, T) = \bigcup_{j=1}^p sp(t_r, t_{nj}, t_{kj}, T)$$

либо как матрицу-строку функций векторных граничных параметров и скалярных аргументов, соответствующих компонентам векторного аргумента, т.е.

$$sp(t_r, T_n, T_k, T) = \left[sp(t_r, T_n, T_j, t_1) \quad sp(t_r, T_n, T_j, t_2) \quad \dots \quad sp(t_r, T_n, T_j, t_m) \right].$$

Нетрудно проверить, что оба эти определения эквивалентны.

Применение векторной переменной для периода приводит к формированию матрицы-столбца с числом строк, равным числу компонентов вектора периодов. При этом в зависимости от типа других параметров и аргумента получим следующие варианты определения

$$sp(T_r, t_n, t_k, T) = \left[\begin{array}{cccc} sp(t_{r1}, t_n, t_k, t_1) & sp(t_{r1}, t_n, t_k, t_2) & \dots & sp(t_{r1}, t_n, t_k, t_m) \\ sp(t_{r2}, t_n, t_k, t_1) & sp(t_{r2}, t_n, t_k, t_2) & \dots & sp(t_{r2}, t_n, t_k, t_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ sp(t_{rn}, t_n, t_k, t_1) & sp(t_{rn}, t_n, t_k, t_2) & \dots & sp(t_{rn}, t_n, t_k, t_m) \end{array} \right],$$

$$sp(T_r, T_n, T_k, t) = \left[\begin{array}{c} \bigcup_{j=1}^p sp(t_{r1}, t_{nj}, t_{kj}, t) \\ \bigcup_{j=1}^p sp(t_{r2}, t_{nj}, t_{kj}, t) \\ \dots \\ \bigcup_{j=1}^p sp(t_{rn}, t_{nj}, t_{kj}, t) \end{array} \right],$$

$$sp(T_r, T_n, T_k, T) =$$

$$= \left[\begin{array}{cccc} \bigcup_{j=1}^p sp(t_{r1}, t_{nj}, t_{kj}, t_1) & \bigcup_{j=1}^p sp(t_{r1}, t_{nj}, t_{kj}, t_2) & \dots & \bigcup_{j=1}^p sp(t_{r1}, t_{nj}, t_{kj}, t_m) \\ \bigcup_{j=1}^p sp(t_{r2}, t_{nj}, t_{kj}, t_1) & \bigcup_{j=1}^p sp(t_{r2}, t_{nj}, t_{kj}, t_2) & \dots & \bigcup_{j=1}^p sp(t_{r2}, t_{nj}, t_{kj}, t_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bigcup_{j=1}^p sp(t_{rn}, t_{nj}, t_{kj}, t_1) & \bigcup_{j=1}^p sp(t_{rn}, t_{nj}, t_{kj}, t_2) & \dots & \bigcup_{j=1}^p sp(t_{rn}, t_{nj}, t_{kj}, t_m) \end{array} \right]$$

7.3. Разработать функцию $[X;Y] = \text{ploty}(\text{NF}, \text{xmin}, \text{xmax}, \text{N})$, где

NF – вектор-столбец имен функций, содержащий M символьных строк

Xmin – минимальное значение аргумента,

Xmax – максимальное значение аргумента,

N – число интервалов разбиения,

X – вектор значений аргумента,

Y – матрица значений функций размера (M,N+1), осуществляющую следующие действия

- Разбиение диапазона [xmin, xmax] на N интервалов одинаковой длины, формируя матрицу-строку X длиной N+1.
- Для каждого элемента матрицы X вычисляет значения функций с именами, соответствующими элементам матрицы-столбца NF, формируя совокупность из M матриц-строк, содержащих по N+1 элементов, из которых образуется блочная матрица $Y = [Y1; Y2; \dots; YM]$ размера (M,N+1).
- Строит графики функциональных зависимостей для всех функций.
- Возвращает блочную матрицу [X;Y1] размера (M+1,N+1)