

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет энергетики

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан ФЭН

профессор, к.т.н. Сидоркин
Юрий Михайлович

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерное моделирование электромагнитных переходных процессов и
САПР электрических систем

ООП: специальность 140201.65 Высоковольтная электроэнергетика и электротехника

Шифр по учебному плану: ДС.Ф.2

Факультет: энергетики очная форма обучения

Курс: 4, семестр: 8

Лекции: 14

Практические работы: 28 Лабораторные работы: -

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: -

Самостоятельная работа: 60

Экзамен: - Зачет: 8

Всего: 102

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 650900 Электроэнергетика.(№ 214 тех/дс от 27.03.2000)

ДС.Ф.2, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Техники и электрофизики высоких напряжений протокол № 6 от 26.06.2011

Программу разработал

профессор, д.т.н.

Качесов Владимир Егорович

Заведующий кафедрой

доцент, к.т.н.

Лавров Юрий Анатольевич

Ответственный за основную образовательную программу

доцент, к.т.н.

Лавров Юрий Анатольевич

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
ДС.01	Концептуальная записка по специальности 140201.65 "Высоковольтная электроэнергетика и электротехника", дисциплина "Компьютерное моделирование электромагнитных переходных процессов и САПР электрических систем". Основные разделы: Модели элементов электрических сетей. Модели элементов ЭС. Численные методы интегрирования. Частотные характеристики цепей. Расчет режимов ЭС и цепей на переменном токе. Пре- и постпроцессорная обработка данных. Модели элементов и источников. Приемы решения динамических (переходных) процессов. Математические макромодели линий электропередачи. Моделирование с ситеме MatLab/Simulink.	102

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	Решение Ученого совета ФЭН, протокол № 9 от 29.06.2007 г.
Адресат курса	Инженерная подготовка по специальности 140201 "Высоковольтная электроэнергетика и электротехника"
Основная цель (цели) дисциплины	Освоение методов математического и схемотехнического моделирования электрических цепей и систем.
Ядро дисциплины	Моделирование стационарных процессов в простейших электрических системах. Метод переменных состояния. Схемотехническое моделирование стационарных и переходных процессов.
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	1. Информатика - раздел "численные методы", "программирование". 2. Теоретические основы электротехники - раздел "теория линейных и нелинейных электрических цепей". 3. Физико-математические основы электроэнергетики - "электрофизические процессы в электрических системах".
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Базовые знания по дисциплинам "Информатика", "Теоретические основы электротехники", "Физико-математические основы электроэнергетики".
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Курс имеет как теоретическую, так и практическую направленность. Предполагается освоение схемотехнического моделирования как повседневного инструмента инженера.

	Программа схемотехнического моделирования распространяется на персональные ЭВМ обучающихся для быстрого самостоятельного освоения и получения практических навыков применения.
--	---

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	Математическое и схемотехническое моделирование стационарных режимов и переходных электромагнитных процессов в электрических цепях и системах.
знать	
2	Математические модели элементов электрических цепей. Методы численного решения систем линейных дифференциальных уравнений.
3	Подходы к моделированию совокупности элементов электрических сетей и систем.
уметь	
4	Составлять системы уравнений в матричной форме, записанных с применением матриц А-параметров.
5	Приводить системы дифференциальных уравнений к записи через пространство состояний.
6	Применять методы первого и второго порядков интегрирования систем дифференциальных уравнений, представленных в пространстве состояний.
7	Формировать решение задач расчета стационарных режимов и переходных процессов в электрических цепях и системах с помощью систем автоматизированного математического и схемотехнического моделирования MatLab, Simulink/SimPowerSystems, PSpice.
иметь опыт (владеть)	
8	расчета стационарных режимов и переходных электромагнитных процессов в простых электрических схемах электрических сетей и систем и постпроцессирования данных математического моделирования.

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8		
Модуль: Структура САПР.		
Дидактическая единица: Обзор и современное состояние систем схемотехнического моделирования и САПР.		
1. Современное состояние систем автоматизированного проектирования. Общая структура САПР. Обзор и сравнительная оценка	1	1, 3

программных комплексов математического моделирования электрических цепей и систем (МАЭС, ЕМТР/EMTDC, PSpice, Micro-CAP). Сравнительные характеристики математических методов расчета, пре- и постпроцессорных методов обработки результатов.		
Модуль: Математическое моделирование стационарных процессов.		
Дидактическая единица: Модели элементов электрических сетей.		
2.Математическое моделирование стационарных режимов в электрических системах. Математические модели линий передачи, источников, нагрузок и т.д. Представление элементов электрических сетей в виде А-, Z-, Y-параметров.	3	2, 4
Модуль: Метод переменных состояния		
Дидактическая единица: Численные методы интегрирования.		
3.Метод переменных состояния для анализа стационарных режимов и переходных процессов в схемах с сосредоточенными параметрами. Численные методы интегрирования систем дифференциальных уравнений.	2	2, 5
Модуль: Спектральный анализ сигналов.		
Дидактическая единица: Частотные характеристики цепей.		
4.Преобразование Фурье. Спектральный анализ сигналов. Моделирование переходных процессов с использованием частотных характеристик цепей.	2	2, 7
Модуль: Программы схемотехнического моделирования.		
Дидактическая единица: Расчет срежимов ЭС и цепей на переменном токе.		
5.Применение программного комплекса PSpice для математического моделирования установившихся и переходных процессов в электрических цепях и системах. Структура и основные функциональные возможности.	1	1, 8
Дидактическая единица: Пре- и постпроцессорная обработка данных.		
6.Препроцессорная (топологическая) подготовка расчетных схем. Постпроцессирование результатов моделирования.		1, 3
Дидактическая единица: Модели элементов и источников.		
7.Математические модели пассивных элементов. Независимые и управляемые источники тока и напряжения. Аналоговые функциональные блоки.	1	2
Дидактическая единица: Приемы решения динамических (переходных) процессов.		
8.Решение систем дифференциальных уравнений с использованием прикладного пакета (приведение	2	2, 5, 6

дифференциальных уравнений к компонентному базису программы PSpice). Моделирование переходных процессов с использованием аналоговых блоков. Математические модели ключей, управляемых током, напряжением, временем.		
Модуль: Модели нелинейных элементов ЭС.		
Дидактическая единица: Модели элементов ЭС.		
Дидактическая единица: Модели элементов электрических сетей.		
9.Моделирование нелинейных элементов (общий подход с использованием зависимых источников тока и напряжения). Модели ограничителей перенапряжений, разрядников в различных частотных диапазонах.	1	2
10.Модели магнитных элементов: воздушных трансформаторов, реакторов и трансформаторов. Моделирование магнитных элементов с учетом насыщения материала магнитопровода (модель Джилса-Атертона).	1	2
Модуль: Макромоделирование.		
Дидактическая единица: Математические макромодели линий электропередачи.		
11.Разработка макромоделей. Простейшие макромодели. Модели линий электропередачи: однофазная линия без потерь, модель линии с учетом потерь, многофазные/многоканальные линии.	2	2, 3, 7

Практические занятия

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8			
Модуль: Математическое моделирование стационарных процессов.			
Дидактическая единица: Моделирование с ситеме MatLab/Simulink.			
Моделирование стационарных процессов в электрических системах в среде ППП MatLab/Simulink.	Составление программы расчета стационарных режимов в системе электропередачи: два источника, связанные многоканальной ЛЭП.	8	1, 2, 3, 4, 7
Модуль: Метод переменных состояния			
Дидактическая единица: Приемы решения динамических (переходных) процессов.			

Моделирование переходных процессов численным интегрированием уравнений состояния (MatLab/SimPowerSystems).	Расчет переходных процессов в цепях с сосредоточенными параметрами в среде SimPowerSystems.	4	1, 2, 5, 7
Расчет переходных процессов в электрических цепях с использованием зависимых источников тока и напряжения. Формирование сложных источников с помощью зависимых источников тока и напряжения.	Формирование для цепей с сосредоточенными параметрами систем ОДУ. Их решение с помощью численных методов интегрирования и в системах схемотехнического проектирования.	4	5, 6
Модуль: Макромоделирование.			
Дидактическая единица: Математические макромодели линий электропередачи.			
Моделирование переходных процессов в многофазных/многоцепных линиях электропередачи.	Составление расчетных схем и моделирование переходных процессов в многоканальных системах электрической передачи.	4	3, 7
Модуль: Приемы моделирования переходных процессов.			
Дидактическая единица: Приемы решения динамических (переходных) процессов.			
Моделирование грозовых перенапряжений в схемах замещения высоковольтных подстанций.	Формирование расчетных схем и анализ перенапряжений на оборудовании подстанций при грозовом поражении отходящих воздушных линий.	4	7
Дидактическая единица: Частотные характеристики цепей.			
Моделирование переходных процессов на основе частотных характеристик цепей.	Расчет АЧХ и ФЧХ цепей с сосредоточенными параметрами. Моделирование переходного процесса с помощью передаточных функций.	4	7

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 8, : Подготовка к зачету

Для подготовки к зачету студентам выдается список вопросов, основанный на материале прочитанных лекций и выполненных лабораторных работ. Количество часов, отводимых на подготовку - 18.

Семестр- 8, Подготовка к занятиям

Подготовка к одной практической работе (поиск литературы, предварительные расчеты параметров элементов ЭС) - 4 часа. Подготовка к защите практической работы - 2 часа. Всего - 42 ч.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине ПОЛОЖЕНИЕ

о балльно-рейтинговой системе оценки достижений студентов по дисциплине "Компьютерное моделирование электромагнитных переходных процессов и САПР электрических систем"

1. Рейтинг студента по дисциплине является основой для выставления итоговой оценки по дисциплине в "буквенной" форме в соответствии с 15-уровневой шкалой оценок ECTS, а также в традиционной форме (четырёхуровневая школа либо "зачтено").

2. Рейтинг студента по дисциплине определяется как сумма баллов за работу в семестре и баллов, полученных по результатам экзамена, при этом:

- максимальная сумма баллов по итогам работы в семестре - 80 баллов.
- максимальная сумма баллов по итогам зачета - 20 баллов.

3. Текущая аттестация студента по дисциплине.

3.1 В течение семестра возможно получение следующих максимальных баллов по видам работ в соответствии с табл. 1.

3.2 Баллы за практические работы выставляются с учетом своевременности и качества их защиты. До выполнения следующей практической работы студент должен защитить предыдущую работу, в противном случае за каждые 2 просроченные недели снимается 1 балл. Минимальное количество баллов при выполнении и защиты работы не в срок - 50%.

3.3 Студенты, защитившие все практические работы, допускаются к сдаче зачета, который проводится в устной форме. На основе всех набранных баллов выставляется оценка ECTS.

Таблица 1

№	Вид работы	Баллы
Практические работы:		
1	№ 1	10
2	№№ 2-7	6
3	Тест-1	8
4	Тест-2	12
	Итого:	80

4. Максимальное количество баллов за зачет - **20**.

5. Итоговая аттестация студента по дисциплине выставляется в соответствии с табл.2 на основании суммарно-набранного балла по итогам текущей успеваемости и результатов зачета.

6. Если по итогам работы в течение семестра студент набирает 65 баллов и более (с учетом результатов тестов), он вправе не сдавать теоретический зачет. В этом случае ему

выставляется соответствующая оценка ECTS (из диапазона "D"... "B-").

Таблица 2

Характеристика	Баллы	ECTS	Баллы
"Отлично"	90-100	A+	97-100
		A	94-96
		A-	90-93
"Очень хорошо"	80-89	B+	88-89
		B	84-87
		B-	80-83
"Хорошо"	70-79	C+	78-79
		C	75-77
		C-	70-74
"Удовлетворительно"	60-69	D+	68-69
		D	65-67
		D-	60-64
"Посредственно"	50-59	E	50-59
"Неуд" (с пересдачей)	25-49	FX	25-49
"Неуд" (без пересдачи)	0-24	F	0-24

7. Если по результатам работы в семестре студент не набрал минимально допустимого количества баллов, ему выставляется итоговая оценка по дисциплине "неудовлетворительно" (F)

без права последующей пересдачи. В этом случае студенту предлагается изучить дисциплину повторно на платной основе.

8. В случае выставления итоговой оценки по дисциплине "неудовлетворительно" с правом последующей пересдачи (FX) в результате такой пересдачи студент имеет право получить

оценку не выше E ("удовлетворительно").

9. Мониторинг качества учебной деятельности студента в течение семестра осуществляется в форме выставления преподавателями оценок за "контрольные недели"

(7-ая и 12-ая недели семестра) в трехдневный срок после ее завершения в единой информационной системе университета в соответствии с табл.3.

Таблица 3

Контр.неделя	Балл за контрольную неделю	Количество набранных баллов
7 к.н.	0 баллов ("не справляется")	0-9
	1 балл ("освоено не в полном объеме")	10-15
	2 балла ("освоено в полном объеме")	16-20

12 к.н.	0 баллов ("не справляется")	0-17
	1 балл ("освоено не в полном объеме")	18-23
	2 балла ("освоено в полном объеме")	24-28

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Университетская библиотека online [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система. - Россия, 2001
2. Университетская библиотека online [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система. - Россия, 2001

В электронном виде

1. Университетская библиотека online [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система. - Россия, 2001. - Режим доступа: www.biblioclub.ru. - Загл. с экрана.
2. Университетская библиотека online [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система. - Россия, 2001. - Режим доступа: www.biblioclub.ru. - Загл. с экрана.

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Разевиг В. Д. Система сквозного проектирования электронных устройств DesignLab 8. 0 / В. Д. Разевиг. - М., 2000. - 698 с. : ил.
2. Применение цифровых вычислительных машин в электроэнергетике : учебное пособие для электроэнергетических специальностей вузов / Щербачев О. В. [и др.] ; под ред. Щербачева О. В. - М., 1980. - 236 с.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Университетская библиотека online [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система. - Россия, 2001

В электронном виде

1. Университетская библиотека online [Электронный ресурс] : электронная библиотечная система. - Россия, 2001. - Режим доступа: www.biblioclub.ru. - Загл. с экрана.

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

1. Для единичного воздействующего напряжения (V_{in}) построить зависимости тока в начале и напряжения в конце (V_{out}) одноканальной идеальной линии от параметра $t=k*\tau$ ($k=[0;6]$) (первые три колебания). Нагрузка - активное сопротивление R_n ; τ - время пробега волны по линии.
2. Определить фазное напряжение ($U_{\phi}=?$) в конце ненагруженной трехфазной идеальной (симметричной по Фортескью) линии в момент времени $2\tau_1$ для заданных входных постоянных напряжений - $U_{\phi}(ABC)$.
3. Построить зависимость $i(t)$ в нелинейном резисторе, характеристика нелинейности которого задана, при приложении к нему треугольного напряжения (U_{max} - амплитуда колебания). Указать в ответе токи в моменты излома тока (три первые значения).