

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

Электромагнитные переходные процессы

ООП: специальность 140205.65 Электроэнергетические системы и сети

Шифр по учебному плану: СД.Ф.1

Факультет: энергетики заочная форма обучения

Курс: 3 4, семестр: 6 7

Лекции: 10

Практические работы: 4 Лабораторные работы: 4

Курсовой проект: - Курсовая работа: 7 РГЗ: -

Самостоятельная работа: 156

Экзамен: 7 Зачет: -

Всего: 180

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)

СД.Ф.1, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Автоматизированных электроэнергетических систем протокол № 3 от 08.06.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Зырянов Вячеслав Михайлович

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Фишов Александр Георгиевич

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Фишов Александр Георгиевич

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
СД.Ф.1	ГОС по специальности 140205.65 Электроэнергетические системы и сети "Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах" Требования к содержанию дисциплины: статическая устойчивость электрической системы; практические критерии устойчивости; метод малых колебаний; статическая устойчивость с учетом действия регуляторов возбуждения и скорости переходные процессы в узлах нагрузки системы, устойчивость узлов нагрузки динамическая устойчивость электрической системы; способ площадей; анализ процессов с учетом форсировки возбуждения способы приближенного решения уравнения движения ротора генератора; понятие результирующей устойчивости; процесс выпадения генератора из синхронизма, условие ресинхронизации.	180

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	ГОС по специальности 140205 Электроэнергетические системы и сети
Адресат курса	Студенты заочного отделения, обучающиеся по специальности 140205.65 Электроэнергетические системы и сети
Основная цель (цели) дисциплины	Расширение физических представлений о режимах электроэнергетических систем и развитие умений по расчетам аварийных процессов с учетом действия противоаварийной автоматики, развитие представлений о нелинейных свойствах электрических систем их моделировании и использовании.
Ядро дисциплины	В дисциплине изучаются электромеханические переходные процессы в энергосистемах, обусловленные симметричными и несимметричными короткими замыканиями, коммутациями элементов энергосистем, обусловленные действием релейной защиты, противоаварийной автоматики и оперативного персонала, статическая и динамическая устойчивость энергосистем, анализируются системные аварии, математическое моделирование объектов и процессов, методы расчета величин и определения основных характеристик

	переходных режимов, связь нелинейных свойств электроэнергетической системы с переходным электромеханическим процессом.
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Перечень дисциплин: Высшая математика ТОЭ: Теория линейных электрических цепей и нелинейных электрических цепей Физика Электромеханика Передача и распределение электроэнергии Электромагнитные и электромеханические переходные процессы
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	1.Мат.анализ, интегральное и дифференциальное исчисление, численные методы анализа. 2.Физика (раздел - электромагнетизм). 3.ТОЭ - теория линейных и нелинейных электрических цепей. 4.Электрические машины и аппараты (трансформаторы, синхронные и асинхронные машины). 5.Передача и распределение электроэнергии. 6.Электромагнитные и электромеханические переходные процессы. 7.Электрические измерения.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	нет

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	О значении электромеханических переходных процессов в ЭЭС
2	О масштабах и последствиях системных аварий
3	О делении переходных процессов в ЭЭС
4	О нормировании расчетов устойчивости
5	Об апериодическом нарушении устойчивости, периодическом нарушении устойчивости, самораскачивании
6	О линеаризации и проявлениях нелинейностей в переходных режимах ЭЭС
7	О роли противоаварийной автоматики в переходных режимах ЭЭС
знать	
8	Методы анализа устойчивости
9	Математические модели основных энергетических объектов в анализе электромеханических переходных процессов
10	Процессы, сопровождающие переходные режимы электроэнергетических систем
11	Мероприятия, обеспечивающие переход ЭЭС к новому установившемуся значению
уметь	
12	Определять параметры схемы и режима для расчета электромеханического переходного процесса
13	Рассчитывать и анализировать переходный режим электроэнергетической системы
14	Использовать современные средства анализа режимов ЭЭС
15	Рассчитывать утяжеленные режимы
16	Выбирать меры по повышению устойчивости, средства ПА, уставки ПА
иметь опыт (владеть)	
17	Выбора уставок и объемов автоматической частотной разгрузки (АЧР)
18	Выбора вариантов исполнения АЧР и определения качества переходного процесса в условиях работы противоаварийной автоматики
19	Расчета утяжеленных режимов
20	Определения средств и уставок противоаварийной автоматики для предотвращения асинхронного режима

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 6		

Дидактическая единица: способы приближенного решения уравнения движения ротора генератора;		
Установочная лекция	2	1, 2, 3, 4
Семестр: 7		
Дидактическая единица: статическая устойчивость электрической системы; практические критерии устойчивости; метод малых колебаний; статическая устойчивость с учетом действия регуляторов возбуждения и скорости		
. Электромеханические переходные процессы и их значение в функционировании ЭЭС. Системные аварии за рубежом и в России, их возникновение, развитие и последствия. Векторные диаграммы и характеристики мощности простейшей ЭЭС . Уравнение движения ротора, особенности, формы записи, классификация методов решения. Методы решения уравнения движения ротора.	1	1, 12, 8
Дидактическая единица: переходные процессы в узлах нагрузки системы, устойчивость узлов нагрузки		
Фазовые портреты нелинейных систем. Линеаризация. Исследование особых точек. Аналитически заданная нелинейность. Фазовый портрет нелинейной системы. Сепаратрисы. Аналитически заданная нелинейность. Физический смысл устойчивого и неустойчивого предельного циклов. Устойчивость параллельной работы синхронной машины. Особые точки. Линеаризация. Фазовый портрет. Переходные процессы и автоколебания релейной системы. Особенности поведения нелинейных систем. Применение методов Ляпунова в анализе электромеханических переходных процессов.	2	10, 12, 2, 4, 5, 8
Дидактическая единица: динамическая устойчивость электрической системы; способ площадей; анализ процессов с учетом форсировки возбуждения		
Влияние частоты на работу системы. Статические характеристики нагрузки по частоте. Регулирующий эффект нагрузки. Адаптация потребителей. Статические характеристики генератора по частоте. Динамические характеристики системы по частоте. Объем и размещение АЧР. Минимальный объем АЧР. Уставки АЧР по частоте и времени. Совмещенная АЧР.	1	1, 10, 11, 12, 4, 5, 8
Дидактическая единица: способы приближенного решения уравнения движения ротора генератора;		
Построение противоаварийной автоматики при больших дефицитах мощности. Дополнительная разгрузка. Делительная автоматика. Методика расчета аварийной разгрузки. Специальные виды частотной разгрузки. АЧР с зависимой характеристикой. АЧР с использованием фактора	2	10, 11, 12, 15, 16, 3, 4, 6, 7, 8

скорости. Снижение частоты при коротких замыканиях в автономных системах. Совместная работа противоаварийной автоматики. Частотное АПВ. Снижение частоты в цикле АПВ и АВР. Построение рациональных схем электроснабжения.		
Дидактическая единица: понятие результирующей устойчивости; процесс выпадения генератора из синхронизма, условие ресинхронизации.		
Построение противоаварийной автоматики при больших дефицитах мощности. До-полнительная разгрузка. Делительная автоматика. Методика расчета аварийной разгрузки. Специальные виды частотной разгрузки. АЧР с зависимой характеристикой. АЧР с использованием фактора скорости. Снижение частоты при коротких замыканиях в автономных системах. Совместная работа противоаварийной автоматики. Частотное АПВ. Снижение частоты в цикле АПВ и АВР. Построение рациональных схем электроснабжения.	2	12, 15, 16, 3, 4, 5, 8

Практические занятия

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 7			
Дидактическая единица: статическая устойчивость электрической системы; практические критерии устойчивости; метод малых колебаний; статическая устойчивость с учетом действия регуляторов возбуждения и скорости			
Построение векторных диаграмм простейшей электропередачи	Самостоятельное решение задачи под руководством преподавателя	1	1, 12, 13, 14, 2, 4, 8
Дидактическая единица: динамическая устойчивость электрической системы; способ площадей; анализ процессов с учетом форсировки возбуждения			
Уравнение движения и формы его записи. Расчет устойчивости методом фазовой плоскости.	Самостоятельное решение задачи под руководством преподавателя	1	15, 17, 19, 3, 4, 6, 9
Дидактическая единица: способы приближенного решения уравнения движения ротора генератора;			
Построение фазовых портретов	Самостоятельное	1	10, 4, 7, 9

консервативных и диссипативных систем.	решение задачи под руководством преподавателя		
Дидактическая единица: переходные процессы в узлах нагрузки системы, устойчивость узлов нагрузки			
Балансы по активной и реактивной мощности, статические характеристики по частоте и напряжению.	Самостоятельное решение задачи под руководством преподавателя	1	10, 11, 15, 16, 18, 2, 20, 4, 5, 7

Лабораторная работа

Таблица 4.3

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 7			
Дидактическая единица: статическая устойчивость электрической системы; практические критерии устойчивости; метод малых колебаний; статическая устойчивость с учетом действия регуляторов возбуждения и скорости			
статическая устойчивость электрической системы; статическая устойчивость с учетом действия регуляторов возбуждения и скорости	Выполнение лабораторной работы на стенде и на компьютере	1	1, 12, 14, 15, 2, 3, 4
Дидактическая единица: переходные процессы в узлах нагрузки системы, устойчивость узлов нагрузки			
переходные процессы в узлах нагрузки системы, устойчивость узлов нагрузки	Выполнение лабораторной работы на стенде и на компьютере	1	1, 12, 13, 17, 19, 2, 20, 4, 5
Дидактическая единица: динамическая устойчивость электрической системы; способ площадей; анализ процессов с учетом форсировки возбуждения			
динамическая устойчивость электрической системы; анализ процессов с учетом форсировки возбуждения	Выполнение лабораторной работы на стенде и на компьютере	1	1, 10, 11, 13, 14, 3, 5
Дидактическая единица: понятие результирующей устойчивости; процесс выпадения генератора из синхронизма, условие			

ресинхронизации.			
понятие результирующей устойчивости; процесс выпадения генератора из синхронизма, условие ресинхронизации.	Выполнение лабораторной работы на стенде и на компьютере	1	1, 11, 13, 15, 17, 2, 3, 4, 5

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 7, Курсовая работа

Курсовая работа "Расчет и анализ переходных процессов в электрической системе". - 50 часов

Цель работы. Иметь навыки расчета и анализа токов несимметричных коротких замыканий, пределов передаваемой мощности с учетом и без учета автоматических регуляторов возбуждения, а также динамической устойчивости с применением качественных и количественных методов.

Задание

Выполнить анализ заданных параметров генераторов, трансформаторов, нагрузок и при необходимости изменить состав и параметры оборудования.

Составить схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательности по заданному варианту для расчета тока несимметричного короткого замыкания.

Определить параметры схем замещения.

Выполнить эквивалентирование схем замещения относительно точки короткого замыкания.

Определить ток несимметричного короткого замыкания. Определить симметричные составляющие напряжений в точке короткого замыкания и в заданной преподавателем точке. С указанием масштабов построить векторные диаграммы напряжений в точке короткого замыкания и в заданной точке.

Для заданных преподавателем условий составить схему замещения с целью расчета электро-механических переходных процессов. Определить начальные условия для расчета электро-механического переходного процесса (выполнить расчет нормального режима).

Определить пределы передаваемой мощности без учета действия регулятора возбуждения и с учетом действия регуляторов возбуждения пропорционального и сильного действия. Оценить и сопоставить результаты.

Качественным методом (например, методом площадей) выполнить расчет и дать оценку динамической устойчивости.

Количественным методом (например, методом последовательных интервалов) выполнить расчет и дать оценку динамической устойчивости.

Сформулировать и записать основные выводы по работе.

Исходные данные:

- " Схема электрической системы.
- " Параметры генераторов.
- " Параметры ЛЭП и трансформаторов.
- " Параметры нагрузок.

Разделы курсовой работы:

1. Задание и исходные данные в табличной форме
2. Схема полной электрической системы

3. Результаты анализа состава и параметров оборудования
4. Исходные схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательности и расчет их параметров
5. Эквивалентирование схем замещения прямой, обратной и нулевой последовательности, эквивалентные схемы замещения с указанием параметров
6. Расчет симметричных составляющих токов и напряжений в точке короткого замыкания с указанием конечных результатов в именованных единицах
7. Расчет симметричных составляющих напряжений в точке, удаленной от точки короткого замыкания и построение векторных диаграмм напряжений с указанием масштабов
8. Схема для расчета электромеханических переходных процессов
9. Расчет нормального режима по схеме п.8
10. Расчеты пределов мощности с построением угловых характеристик мощности
11. Расчет динамической устойчивости методом площадей с построением площадок ускорения и торможения
12. Расчет динамической устойчивости методом последовательных интервалов с построением графика угла ротора во времени

Курсовая работа оформляется на листах формата А4, включает все перечисленные разделы и пояснения к ним. Допускается оформление как рукописным, так и печатным способом.

Семестр- 7, Индив. работа

Подготовка к экзамену (30 час.)

Семестр- 7, Подготовка к занятиям

Подготовка к занятиям (76 часов) включает:

- 1) работу с теоретическим материалом (лекции или учебные пособия)
- 2) выполнение домашнего задания
- 3) подготовка теоретического материала к предстоящему занятию
- 4) подготовка к лабораторным занятиям; обработка данных, полученных при выполнении лабораторных работ, и оформление отчета по лабораторной работе; подготовка к защите лабораторных работ

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Допуск к экзамену возможен при выполнении практических заданий, выполнении и защите лабораторных работ, выполнении и защите курсовой работы.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Долгов А. П. Устойчивость электрических систем : учебное пособие / А. П. Долгов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 174, [1] с. : ил., табл.
2. Веников В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : Учебник для электроэнерг. спец. вузов. - М., 1985. - 536 с. : ил.

В электронном виде

1. Долгов А. П. Устойчивость электрических систем : учебное пособие / А. П. Долгов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 174, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/dolgov.pdf>

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Долгов А. П. Режимы электроэнергетических систем : сборник задач / А. П. Долгов, А. В. Лыкин, В. М. Чебан ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 68 с. : ил.
2. Куликов Ю. А. Переходные процессы в электрических системах : учебное пособие по направлению "Электроэнергетика" / Ю. А. Куликов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 283 с. : ил. - Рекомендовано МО.
3. Бушуев В. В. Динамические свойства энергообъединений / В. В. Бушуев, Н. Н. Лизалек, Н. Л. Новиков. - М., 1995. - 320 с. : ил.

В электронном виде

1. Долгов А. П. Режимы электроэнергетических систем : сборник задач / А. П. Долгов, А. В. Лыкин, В. М. Чебан ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 68 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2003/dolg.rar>

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Переходные процессы в электрических системах : задания и методические указания по курсовой работе и контрольному заданию / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Д. В. Армеев, А. П. Долгов, В. М. Чебан]. - Новосибирск, 2006. - 59, [1] с. : ил.

В электронном виде

1. Переходные процессы в электрических системах : задания и методические указания по курсовой работе и контрольному заданию / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Д. В. Армеев, А. П. Долгов, В. М. Чебан]. - Новосибирск, 2006. - 59, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/3080.rar>

8.2 Программное обеспечение

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Теоретические вопросы по "Электромеханическим переходным процессам в электрических системах"

1. Назначение АЧР. Требования к АЧР.
2. Статические характеристики нагрузки по частоте. Адаптация потребителей.
3. Допустимые отклонения частоты. Допустимая частотно-временная зона.
4. Статические характеристики турбоагрегата по частоте. Регулируемая и нерегулируемая турбина.
5. Динамические характеристики при отсутствии вращающегося резерва. Характеристическое уравнение и его решение. Физический смысл составляющих в решении
6. Выбор объемов и размещение АЧР
7. Уставки АЧР по частоте и времени.
8. Недостатки раздельного способа построения АЧР (АЧР-1, АЧР-II).
9. Совмещенная АЧР. Принципы построения.
10. Дополнительная разгрузка. Назначение.
11. Назначение и организация делительной автоматики по частоте.
12. Выделение расчетных режимов при выборе АЧР.
13. Особенности построения АЧР с зависимой характеристикой
14. Преимущества АЧРЗХ. Выбор уставок.
15. АЧР с использованием фактора скорости. Рекомендации по применению.
16. Назначение ЧАПВ. Последовательность подключений.
17. Уставки при ЧАПВ.
18. Особенности изменения частоты при КЗ в автономных системах
19. Проблема совмещения АЧР с АПВ и АВР.
20. Способы решения проблемы совмещения АЧР с АПВ и АВР.
21. Законы регулирования частоты в системе. Их преимущества и недостатки.
22. Распределение нагрузки между агрегатами, снабженными АРЧВ, в автономной системе по статическим характеристикам.
23. Структурная схема регулятора частоты. Характеристическое уравнение и его анализ.
24. Мнимостатический закон, его преимущества. Распределение нагрузок между агрегатами при этом законе регулирования.
25. Задачи и средства регулирования напряжения и реактивной мощности в ЭЭС.
26. Методы регулирования напряжения электрической станции. Основные особенности.