

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



КГУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР
_____ В.А. Дыганов
«___» _____ 2011 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б.3.В.8 Расчет и регулирование режимов
электроэнергетических систем**

Направление
подготовки

140400.62 Электроэнергетика и электроника

_____ (указывается код и наименование)

Профиль подготовки

Электроэнергетические системы и сети
заочная форма обучения в сокращенные сроки на базе
среднего профессионального образования

Квалификация (степень)
выпускника

_____ бакалавр

Форма обучения

_____ заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

г. Казань

2011

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является получение необходимых знаний в области проектирования электроэнергетических систем и сетей и расчета их режимов.

Задачей изучения дисциплины является овладение методами проектирования и его алгоритмом, основами расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей, ознакомление с методами энергосбережения в электроэнергетических системах и методами регулирования частоты и напряжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина «Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем» представляет собой дисциплину базовой части цикла профессиональных дисциплин (Б3) профиля подготовки «Электроэнергетические системы и сети» направления подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника. Дисциплина «Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем» базируется на курсах цикла естественнонаучных дисциплин (Б2) – Математика, Физика и Теоретические основы электротехники, читаемых в 1 – 4 семестрах, а также дисциплине базовой части цикла профессиональных дисциплин (Б3) – «Электроэнергетические системы и сети».

Знания, полученные при освоении дисциплины «Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем», необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы и изучении дисциплин "Оптимизация в электроэнергетических системах", "Применение ЭВМ в электроэнергетике" и программы магистерской подготовки «Оптимизация развития электроэнергетических систем».

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

–способность находить организационно-управленческие решения в нестандартных условиях и в условиях различных мнений и готовностью нести за них ответственность (ОК-4);

способностью определять стоимостную оценку основных производственных ресурсов (ПК-29);

готовностью систематизировать и обобщать информацию по использованию и формированию ресурсов предприятия (ПК-31);

–способность составлять расчётные схемы и схемы замещения электроэнергетических систем и их элементов для последующих расчетов (ПСК-1);

–способность рассчитывать режимы электроэнергетических систем (ПСК-2);

–способность рассчитывать технико-экономические показатели электрических сетей (ПСК-6);

–готовностью осуществлять расчет и проектирование электрических сетей с использованием программно-вычислительных комплексов (ПСК-9)

В результате изучения дисциплины, обучающиеся должны демонстрировать следующие результаты образования:

-знать

принципы передачи и распределения электроэнергии; основу конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи, методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей, методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях, особенности первичного, вторичного и третичного регулирования частоты, общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей;

-уметь

определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока (ПК-11); выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети;

-владеть

навыками проектирования районных электрических сетей;

навыками использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей;

навыками использования программно-вычислительных комплексов расчета режимов электрических систем и сетей.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем» составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

4.1. Структура дисциплины

Вид учебной работе	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры			
			7			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	180	12	180			
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	18		68			
Лекции (Лк)	6		6			
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	8	8	8			
Лабораторные работы (ЛР)	4	4	4			
и(или) другие виды аудиторных занятий						
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	162		162			
Курсовой проект (работа)	40		40			
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы	36		36			

ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	Э (36)		Э (36)			
--	--------	--	-----------	--	--	--

4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные	Самостоятельная работа студентов	
1.	Расчеты рабочих режимов сложных электрических сетей с применением методов матричной алгебры	8	18	1	2	1	16 (сам. работа) 15 ч – КП Часть I	Собеседование Прием практических заданий Проверка КП (Часть I)
2.	Нелинейные уравнения установившегося режима	8	18	0,5	1		12	Собеседование Прием практических заданий
3.	Особые режимы электрических сетей	8	18	1		1	10	Собеседование
4.	Неполнофазные режимы	8	18	1	2	2	10 (сам. работа) 25 ч – КП Часть II	Собеседование Прием практических заданий Проверка КП (Часть II)
5.	Регулирование качества электрической энергии	8	18	0,5			10	Собеседование
6.	Регулирование частоты в ЭЭС	8	18	1	1		12	Собеседование Прием практических заданий
7.	Регулирование напряжения в электрических сетях	8	18	1	2		16	Собеседование
	Экзамен	8	18				36	Устный
	Итого	8		6	8	4	162	

4.3. Содержание дисциплины

Раздел 1.

Расчеты рабочих режимов сложных электрических сетей с применением методов матричной алгебры. Основы расчета нормальных режимов сложных электрических сетей методами матричной алгебры. Описание схем с помощью матриц соединения. Закон Ома в матричной форме, законы Кирхгоффа. Расчет режима электрической сети «прямым» методом и методом узловых напряжений. Расчеты токораспределения методом контурных токов. Итерационный метод решения узлового уравнения. Итерационные методы.

Раздел 2.

Нелинейные уравнения установившегося режима. Причины нелинейности уравнений режима. Формы записи нелинейных уравнений. Решение уравнений методом Гаусса. Применение метода Зейделя для решения нелинейных уравнений узловых напряжений.

Раздел 3.

Особые режимы электрических сетей. Причины возникновения несимметрии параметров режима. Искажения синусоиды тока и напряжения в электрических сетях. Особенности расчета несимметричных режимов, фазные и симметричные координаты. Параметры элементов сети и составление схем замещения при несимметричных режимах.

Раздел 4.

Неполнофазные режимы. Расчет режима работы линии при обрыве одной и двух фаз. Методы симметрирования параметров режима в электрических сетях, симметрирующий эффект батареи статических конденсаторов.

Раздел 5.

Регулирование качества электрической энергии. Взаимосвязь изменений частоты, напряжений, активных и реактивных мощностей в системе. Условия обеспечения нормальных значений частоты и напряжений в сетях электроэнергетической системы. Характеристики зависимости активной и реактивной мощностей потребителей от частоты и напряжения.

Раздел 6.

Регулирование частоты в ЭЭС. Первичное регулирование частоты в энергосистеме. Принцип действия регулятора скорости турбины. Статизм характеристики регулятора частоты. Вторичное регулирование частоты. Участие электростанций различного типа в покрытии суммарной нагрузки энергосистем.

Раздел 7.

Регулирование напряжения в электрических сетях. Методы и принципы регулирования напряжения. Регулирование напряжения на электростанциях. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях с двухобмоточными и трехобмоточными трансформаторами, а также автотрансформаторами. Регулирование напряжения методом изменения потерь напряжения в сети.

4.4. Содержание практических занятий

№ п/п	Т Е М А	По какому разделу лекционного курса	Число Часов
6 СЕМЕСТР			
1-2	Описание схем замещения с помощью матриц соединения. Работа с матрицами.	1	1
3-6	Составление линейных уравнений установившегося режима. Решение систем узловых уравнений различными методами. Итерационные методы решения уравнений.	1	1
7-8	Нелинейные уравнения узловых напряжений. Методы решения нелинейных узловых уравнений.	2	1
9-15	Составление схем замещения при несимметричных режимах. Расчет режимов электрической сети при одностороннем отключении одного и двух фазных проводов. Расчет фазных токов и напряжений в различных элементах электрической сети. Учет емкостной составляющей ЛЭП при несимметричном режиме. Составление схем замещения при двустороннем отключении фазных проводов.	4	2
16	Характеристики регуляторов скорости генераторов. Регулирование частоты в энергосистеме в нормальном и послеаварийном режимах.	6	1
17	Регулирование напряжения на ПС с помощью РПН. Использование источников реактивной мощности для регулирования напряжения в электрических сетях.	7	1

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ (количество часов)
1	1	Расчет режима ЭЭС с разными номинальными напряжениями (4 часа)
2-3	3-4	Расчет неполнофазных режимов электрической сети (8 часов)

4	3	Исследование несимметричного установившегося режима работы трехфазной электрической сети с односторонним питанием (4 часа)
		Сдача выполненных работ (1 час)

4.6. Курсовое проектирование

Курсовой проект выполняется в рамках самостоятельного обучения с использованием методических указаний:

Гарифуллин М.Ш., Козлов В.К. Электроэнергетические системы и сети. Программа, методические указания и задания к курсовому проекту. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2006 – 1,3 п.л.

4.7. Структура распределения компетенций по разделам

Разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции						Σ общее количество компетенций
		ОК-4	ПК-11,29,31	ПСК-1	ПСК-2	ПСК-6	ПСК-9	
Расчеты рабочих режимов сложных электрических сетей с применением методов матричной алгебры	20			У	З, У, В		З	3
Нелинейные уравнения установившегося режима	13,5		У	У	З		З, У, В	4
Особые режимы электрических сетей	12			З	З			2
Неполнофазные режимы	15			У	З, У, В		З, У, В	3
Регулирование качества электрической энергии	10,5						З	1
Регулирование частоты в ЭЭС	14						З	1
Регулирование напряжения в электрических сетях	19	З, У, В				З, У, В	З	3
Курсовой проект	40			У	У		У	3
Экзамен (1 з.е)	36	З	З	З	З	З	З	6
<i>Итого</i>	180							

Сумма компетенций и их элементов, предлагаемых к формированию по каждой теме/разделу, и соотношенная с часами на изучение данной темы/раздела, позволяет оценить реальность формирования компетенций и скорректировать распределение часов.)

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Раздел дисциплины	Компетенция	ОТ	Оценочные средства	Самостоятельная работа
Расчеты рабочих режимов сложных электрических сетей с применением методов матричной алгебры	ПСК-1, ПСК-2, ПСК-9	Лекции Практические занятия Лабораторные занятия	Тест на знание, владение и умение пользоваться методами расчета электрических сетей	Подготовка к тесту; 13 стр. самостоятельного изучения литературы. Расчет КП
Нелинейные уравнения установившегося режима	ПК-11, ПК-29, ПК-31, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-9	Лекция Практическое занятие	Тест на знание методов расчета электрических сетей	Подготовка к тесту; 8 стр. самостоятельного изучения литературы
Особые режимы электрических сетей	ПСК-1, ПСК-2	Лекции Лабораторные занятия	Тест на знание принципа расчета особых режимов	Подготовка к тесту; 10 с. самостоятельного изучения литературы
Неполнофазные режимы	ПСК-1, ПСК-2, ПСК-9	Лекции Практические занятия Лабораторные занятия	Тест на знание, владение и умение пользоваться методами расчета неполнофазных режимов	Подготовка к тесту; 15 с. самостоятельного изучения литературы Расчет КП
Регулирование качества электрической энергии	ПСК-9	Лекции	Тест на знание статических характеристик потребителей электроэнергии	Подготовка к тесту; 8 с. самостоятельного изучения литературы
Регулирование частоты в ЭЭС	ПСК-9	Лекция Практические занятия	Тест на знание методов регулирования частоты в электрических сетях	Подготовка к тесту; 10 с. самостоятельного изучения литературы
Регулирование напряжения в электрических сетях	ОК-4, ПСК-6, ПСК-9	Лекции Практическое занятие	Тест на знание основных технико-экономических показателей электрических сетей	Подготовка к тесту; 20 с. самостоятельного изучения литературы
Курсовой проект	ПСК-1, ПСК-2, ПСК-9	Самостоятельная работа и консультации	Защита Курсового проекта	Проведение расчетов с применением ЭВМ.
Экзамен	ОК-4, ПК-11, ПСК-1, ПСК-2, ПСК-6, ПК-9		Устный экзамен - собеседование	

Лекционные занятия проводятся в форме лекций-визуализаций (с использованием презентаций), проблемных лекций.

Практические занятия проводятся в форме рассмотрения и решения типовых задач (с элементами формы семинара)

Самостоятельная работа включает чтение учебной и специальной литературы, подготовку к тестам, расчет курсового проекта и подготовка его к защите.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ раздела	Вопросы раздела для самостоятельной проработки	Кол-во часов
7 СЕМЕСТР		
1	Преобразование сети и исключение узлов; расчеты однородных сетей; учет слабой заполненности матриц; методы эквивалентирования сети	16
2	Методы решения уравнений режима электрической сети: методом Ньютона, выделением диагональной подматрицы	12
3	Источники несимметрии и несинусоидальности в электрических сетях.	10
4	Учет емкости ЛЭП при неполнофазных режимах	10
5	Автоматическое регулирование частоты и активной мощности.	10
6	Учет фактора надежности при проектировании электрических сетей. Изменения частоты в эксплуатации: причины и следствия.	12
7	Регулирование напряжения в распределительных сетях методом характеристического узла	16

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Пример теста из Раздела 1

В схеме замещения электрической системы нелинейным источникам тока соответствуют:

+	генераторы с заданной мощностью
+	нагрузки потребителей, заданные статической характеристикой
+	нагрузки потребителей, заданные постоянной мощностью
-	сопротивления обмоток трансформатора
-	заземленные нейтралы трансформаторов

Пример теста из Раздела 2

Нелинейность системы уравнений физически определяется тем, что все параметры схемы замещения линейны, кроме :

+	источников тока
-	сопротивлений линий
-	сопротивлений трансформаторов
-	источников электромагнитного излучения

Пример теста из Раздела 3

2.Режимы называются особыми, если ...

+	существенно нарушается симметрия параметров режима
+	искажаются синусоиды токов и напряжений сети
-	частота в сети существенно снижается
-	напряжение потребителей ниже номинального

Пример теста из Раздела 4

Переход от системы симметричных составляющих к фазным координатам справедлив для

+	напряжения
+	падения напряжения
+	тока
-	частоты

Пример теста из Раздела 5

К качественным показателям режима относятся

+	частота
-	относительные потери
-	удельный расход топлива
+	напряжение
+	давление и температура пара
+	температура теплофикационной воды

Пример теста из Раздела 6

Регулирование частоты в энергосистемах в основном осуществляется методом

+	ведущей электростанции
-	ведомой электростанции
-	активной электростанции

-	первичной электростанции
---	--------------------------

Пример теста из Раздела 7

При встречном регулировании напряжения в электрических сетях напряжение в центре питания должно поддерживаться:

+	в часы максимума нагрузки не ниже 1,05 от номинального значения
-	в часы максимума нагрузки не ниже 1,1 от номинального значения
+	в часы минимума нагрузки не выше номинального значения
-	в часы минимума нагрузки не выше 1,05 от номинального значения

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов-н/Д.: Феникс; Красноярск: Издательские проекты, 2006. – 720 с.
2. Лыкин А.В. Электрические системы и сети. – М.: Университетская книга; Логос, 2006. – 254 с.

б) дополнительная литература:

3. Авербух А.М. Решение задач по неполнофазным режимам и сложным видам коротких замыканий. – Л.: «Энергия», 1972. – 160 с.
4. Маркович И.М. Режимы энергетических систем. М.: Энергия, 1969. – 352 с.
5. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. М.: Энергоатомиздат, 1989, 592с.
6. Евдокунин Г.А. Электрические системы и сети. Санкт-Петербург, 2001, 592 с.
7. Электрические системы в примерах и иллюстрациях. Под ред. В.А.Веникова. М.: Высшая школа, 1983, 504 с.
8. Поспелов Г.Е., Федин В.Т. Проектирование электрических сетей и систем. Мн.: Высшая школа 1978, 304 с.
9. Справочник по проектированию электроэнергетических систем. Под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: Энас, 2007, 352 с.

периодические издания (журналы)

10. Ежемесячный научно-технический журнал "Электрические станции".
11. Ежемесячный научно-технический журнал "Электричество".
12. Приложение к журналу "Энергетик" – "Энергетика за рубежом".

13. Производственно-технический журнал «Электро». Изд-во ООО «Кэпитал Сайн Трэйд», Москва.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Имеются Специальные вычислительные и логические компьютерные программы, созданные сотрудниками и преподавателями кафедры Электроэнергетические системы и сети КГЭУ, методические материалы с примерами расчетов.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лабораторные работы проводятся в дисплейном классе, ауд. Б-302 и межкафедральной лаборатории Б-306.

* * *

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и с учетом рекомендаций ПрООП ВПО по направлению подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника и профилю Электроэнергетические системы и сети.

Автор: _____
подпись

к.т.н., доцент, Гарифуллин М.Ш.
ученая степень (звание), расшифровка подписи

Рецензент: _____
подпись

доцент, Апполонова Н.Г.
ученая степень (звание), расшифровка подписи

Программа обсуждена и одобрена на заседании методического совета кафедры ЭСиС от 18 октября 2011 г., протокол № 4.

Заведующий кафедрой ЭСиС _____
подпись

д.ф.-м.н., проф., Козлов В.К.
ученая степень (звание), расшифровка подписи

« ____ » _____ 2011 г.

Директор института ИЭЭ _____
подпись

д.ф.-м.н., проф., Козлов В.К.
ученая степень (звание), расшифровка подписи

« ____ » _____ 2011 г.

Согласовано:

Зав. выпускающей кафедрой ЭСиС _____
подпись

д.ф.-м.н., проф., Козлов В.К.
ученая степень (звание), расшифровка подписи

« ____ » _____ 2011 г.