

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

Производство и передача электрической энергии

ООП: специальность 080502.65 Экономика и управление на предприятии в отраслях топливно-энергетического комплекса

Шифр по учебному плану: СД.Р.5

Факультет: энергетики очная форма обучения

Курс: 3, семестр: 5

Лекции: 36

Практические работы: 18 Лабораторные работы: 18

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: 5

Самостоятельная работа: 69

Экзамен: 5 Зачет: -

Всего: 186

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 060800 Экономика и управление на предприятии (по отраслям).(№ 238 эк/сп от 17.03.2000)

СД.Р.5, дисциплины национально- регионального (вузовского) компонента

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

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Левин Владимир Михайлович

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Фишов Александр Георгиевич

Ответственный за основную образовательную программу

доцент, к.э.н.

Чернов Сергей Сергеевич

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
СД.Р.00	Концептуальная записка по специальности 080502.65 Экономика и управление на предприятии в отраслях топливно-энергетического комплекса Требования к содержанию дисциплины: электроэнергетические системы (ЭЭС); физика процессов производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии в элементах ЭЭС; характеристики и параметры элементов ЭЭС и их схем замещения; методы расчета и анализа режимов линий электропередачи и разомкнутых электрических сетей; замкнутые электрические сети; повышение экономичности режимов передачи и распределения электрической энергии по замкнутым электрическим сетям; обеспечение баланса мощности и электрической энергии в ЭЭС	186

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 учёного совета факультета энергетики Протокол № 9 от 29.06.2007 г.
Адресат курса	Студенты третьего курса специальности "Экономика и управление на предприятиях ТЭК" 080502
Основная цель (цели) дисциплины	Приобретение основ технологической подготовки для понимания сущности и освоения методов анализа процессов производства, передачи и распределения и потребления электрической энергии.
Ядро дисциплины	Физика процессов производства электроэнергии генераторами электростанций, передачи и распределения электроэнергии в электрических сетях ЭЭС, потребления электроэнергии в узлах нагрузок потребителей. Характеристики и параметры элементов ЭЭС и их схемы замещения. Методы расчета и анализа режимов ЭЭС и электрических сетей.
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Некоторые дисциплины естественно-научного и общепрофессионального блоков.
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Для успешного усвоения дисциплины "Производство и передача электрической энергии" необходимы знания, полученные при изучении таких дисциплин

	профессиональной образовательной программы как "Математический анализ", "Концепции современного естествознания (физика)", "Теоретические основы электротехники", "Общая энергетика".
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Курс состоит из четырех взаимосвязанных модулей, читаемых последовательно. Особенность построения и проведения занятий заключается в организации понимания у студентов и активных методов их работы с теоретическим материалом курса через демонстрацию системного анализа и синтеза в лекциях-диалогах и лекциях-полилогах. При изучении курса производится промежуточный контроль остаточных знаний путем: проведения четырех контрольных работ (по одной в конце каждого модуля), выполнения индивидуального домашнего задания и расчетно-графической работы.

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	- о взаимосвязанности технологических процессов производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии; - об основных требованиях, предъявляемых к этим процессам и способах их обеспечения; - об экономических аспектах технических задач передачи и распределения электроэнергии в электрических сетях ЭЭС.
знать	
2	- о моделях элементов ЭЭС и электрических сетей для расчета установившихся режимов; - о методах расчета и анализа, установившихся режимов электрических сетей ЭЭС; - о методиках выбора средств регулирования параметров установившихся режимов.
уметь	
3	- сформулировать задачу расчета и анализа режима в электрической сети ЭЭС по заданной ситуации; - составить расчетную схему замещения электрической сети и определить ее параметры; - рассчитать режим электрической сети при заданном наборе исходных данных и ограничений; - оценить экономичность потокораспределения в замкнутой электрической сети; - рассчитать параметры воздействий по регулированию потоков мощности и напряжений в электрических сетях.
иметь опыт (владеть)	
4	- составления расчетной схемы замещения электрической сети для выполнения расчетов; - составления и проверки баланса электрической мощности в ЭЭС в отдельных узлах; - проведения расчетов электрических режимов сетей, анализа потокораспределения и уровней напряжения.

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 5		
Модуль: Введение в электроэнергетику. Электроэнергетические системы (ЭЭС).		
Дидактическая единица: Электроэнергетические		

системы (ЭЭС)		
Исторические и другие аспекты электроэнергетики; ретроспектива ситуации в электроэнергетике; основные термины и определения	2	1
Модуль: Физика процессов производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии в элементах ЭЭС.		
Дидактическая единица: Физика процессов производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии в элементах ЭЭС		
Физические процессы и принципы действия в элементах ЭЭС (генераторах, трансформаторах, ЛЭП, электродвигателях)	4	1, 2
Модуль: Характеристики и параметры элементов ЭЭС и их схем замещения.		
Дидактическая единица: Характеристики и параметры элементов ЭЭС и их схем замещения		
Характеристики элементов ЭЭС (ЛЭП, трансформаторов, электродвигателей, узлов комплексной нагрузки) Составление схем замещения и расчет их параметров по паспортным данным.	4	2, 4
Модуль: Методы расчета и анализа режимов линий электропередачи и разомкнутых электрических сетей.		
Дидактическая единица: Методы расчета и анализа режимов линий электропередачи и разомкнутых электрических сетей.		
Разомкнутые электрические сети. Падение и потеря напряжения на участке электрической сети. Потери мощности и электрической энергии в элементах электрической сети. Методики расчета электрического режима ЛЭП по мощности нагрузки Векторные диаграммы ЛЭП в нагрузочном режиме и режиме холостого хода Векторные диаграммы ЛЭП в нагрузочном режиме и режиме холостого хода.	10	1, 2, 3, 4
Модуль: Замкнутые электрические сети.		
Дидактическая единица: Замкнутые электрические сети		
Понятие "замкнутая электрическая сеть" Приведение замкнутой сети к сети с двухсторонним питанием Составление расчетной схемы замещения сети Методика расчета режима сети с двухсторонним питанием	4	2, 3, 4
Модуль: Повышение экономичности режимов передачи и распределения электрической энергии по		

замкнутым электрическим сетям.		
Дидактическая единица: Повышение экономичности режимов передачи и распределения электрической энергии по замкнутым электрическим сетям		
Понятие "естественного" и "экономического" потокораспределения сети с двухсторонним питанием Меры повышения экономичности замкнутой электрической сети (понятие однородности)	2	3, 4
Модуль: Обеспечение баланса мощности и электрической энергии в ЭЭС.		
Дидактическая единица: Обеспечение баланса мощности и электрической энергии в ЭЭС		
Баланс активной и реактивной мощности в ЭЭС и способы его обеспечения Баланс электрической энергии в ЭЭС	2	1, 3, 4
Модуль: Качество электрической энергии.		
Дидактическая единица: Качество электрической энергии		
Требования к обеспечению качества электрической энергии в ЭЭС. ГОСТ 13109-97 Показатели качества электрической энергии Влияние низкого качества напряжения на режимы и работу оборудования ЭЭС	2	1, 2, 3, 4
Модуль: Регулирование параметров электрического режима ЭЭС и электрических сетей.		
Дидактическая единица: Регулирование параметров электрического режима ЭЭС и электрических сетей.		
Способы и принципы регулирования напряжения в электрических сетях ЭЭС Выбор параметров регулирующих устройств для обеспечения желаемых уровней напряжения.	6	2, 3

Практические занятия

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 5			
Модуль: Характеристики и параметры элементов ЭЭС и их схем замещения.			
Дидактическая единица: Характеристики и параметры элементов ЭЭС и их схем замещения			
Модели элементов ЭЭС; определение характеристик и параметров моделей		4	1, 2, 3, 4
Модуль: Методы расчета и анализа режимов линий электропередачи и разомкнутых электрических сетей.			
Дидактическая единица: Методы			

расчета и анализа режимов линий электропередачи и разомкнутых электрических сетей.			
Расчеты режимов ЛЭП и разомкнутых электрических сетей		4	2, 3, 4
Модуль: Замкнутые электрические сети.			
Дидактическая единица: Замкнутые электрические сети			
Расчеты режимов простейших замкнутых электрических сетей		4	3, 4
Модуль: Обеспечение баланса мощности и электрической энергии в ЭЭС.			
Дидактическая единица: Обеспечение баланса мощности и электрической энергии в ЭЭС			
Расчеты воздействий по регулированию баланса реактивной мощности и уровней напряжений в электрических сетях ЭЭС		6	2, 3, 4

Лабораторная работа

Таблица 4.3

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 5			
Модуль: Характеристики и параметры элементов ЭЭС и их схем замещения.			
Дидактическая единица: Характеристики и параметры элементов ЭЭС и их схем замещения			
Исследование режимов электропотребления и характеристик электрических нагрузок		4	2, 4
Модуль: Методы расчета и анализа режимов линий электропередачи и разомкнутых электрических сетей.			
Дидактическая единица: Методы расчета и анализа режимов линий электропередачи и разомкнутых электрических сетей.			
Исследование режимов ЛЭП-220 кВ		4	1, 2, 4
Модуль: Регулирование параметров электрического режима ЭЭС и электрических сетей.			
Дидактическая единица:			

Регулирование параметров электрического режима ЭЭС и электрических сетей.			
Регулирование напряжения в сети 110/10 кВ		6	1, 2, 4
Модуль: Обеспечение баланса мощности и электрической энергии в ЭЭС.			
Дидактическая единица: Обеспечение баланса мощности и электрической энергии в ЭЭС			
Регулирование баланса реактивной мощности и напряжения в разветвленной электрической сети при учете неравномерности электропотребления в узлах нагрузки		4	1, 2, 3, 4

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 5, РГЗ

Целью РГР "Режимы электрической сети ЭЭС" (20 часов) является освоение:

- методов компьютерного моделирования и анализа нормальных установившихся режимов реальной электрической сети ЭЭС при вариации нагрузок подстанций;
- способов обеспечения необходимого уровня баланса реактивной мощности и напряжений узлов сети при заданных ограничениях;
- методики оценки потерь активной мощности и электрической энергии в сети при учете неравномерности электропотребления

Семестр- 5, Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену по дисциплине - 27 часов

Семестр- 5, Подготовка к занятиям

Подготовка к занятиям (22 часа) включает:

- 1) работу с теоретическим материалом (лекции или учебные пособия)
- 2) выполнение домашнего задания
- 3) подготовка теоретического материала к предстоящему занятию

В заключение лекционного цикла по дисциплине проводится итоговая лекция-консультация, цель которой - завершить (при необходимости скорректировав) формирование у студентов целостной системы знаний по дисциплине, обеспечить дополнительный тренинг полученных умений и навыков работы с материалом. Студентам предлагаются смысловые фразы (утверждения) - силлогизмы, очерчивающие некоторую тематическую область дисциплины, которая ими же заполняется усвоенным ранее материалом. Таким образом, у студентов появляется дополнительная возможность самостоятельно структурировать усвоенный материал, а у преподавателя - контролировать уровень остаточных знаний. Подробнее с методикой построения и примером проведения лекции - консультации можно ознакомиться в [6] из списка рекомендованной дополнительной литературы.

СИЛЛОГИЗМЫ

1. Физические процессы в электрической сети моделируются соответствующими параметрами схем замещения и характеристиками сетевых объектов (линий, трансформаторов, узлов нагрузок)

1.1. Индуктивное сопротивление ЛЭП изменяется в некоторых пределах в зависимости от распределения электромагнитного поля вокруг провода (жила кабеля) и внутри материала проводника.

- 1.2. Емкостной эффект ЛЭП, включенной под напряжение без нагрузки (на холостом ходу), в большей степени проявляется для ЛЭП высокого напряжения.
- 1.3. Данные измерений в опытах холостого хода и короткого замыкания силового трансформатора (автотрансформатора) характеризуют электромагнитные процессы в обмотках и сердечнике и являются основой для расчета параметров его схемы замещения.
- 1.4. Величина и знак коэффициента мощности нагрузки оказывают влияние на соотношение напряжений по концам питающей ЛЭП.
- 1.5. Обобщенные параметры графика нагрузки дают исчерпывающую характеристику электропотребления на рассматриваемом интервале времени.
2. Выбор методики для расчета режимов ЛЭП или сети согласован с заданным набором исходных параметров.
 - 2.1. Потери активной и реактивной энергии в элементах электрической сети определяются параметрами схемы и режима сети, а также продолжительностью существования данного режима.
 - 2.2. Различная загрузка отдельных участков электрической сети приводит к неравенству напряжений в узлах сети и отличию их от номинального значения.
 - 2.3. Неравномерность электропотребления (суточная, сезонная) влияет на изменение режимных параметров электрической сети.
 - 2.4. Изменение режима разомкнутой электрической сети возможно только при изменении её схемы или мощностей нагрузок.
 - 2.5. Проявление регулирующего эффекта нагрузки оказывает влияние на изменение напряжения питающих шин.
3. Экономичность режима замкнутой электрической сети определяется величиной уравнивающего тока (мощности) в ней.
 - 3.1. Изменение режима замкнутой электрической сети возможно без изменения схемы сети и нагрузок потребителей.
 - 3.2. Режим однородной замкнутой сети экономичнее режима неоднородной замкнутой сети.
 - 3.3. Учет однородности позволяет упростить методику расчета режима замкнутой электрической сети.
 - 3.4. Ключевым пунктом в методике расчета электрической сети с двусторонним питанием является определение точки (точек) потоко раздела мощности.
 - 3.5. "Экономическое" потокораспределение отличается от "естественного" потокораспределения в неоднородной замкнутой электрической сети и может быть обеспечено несколькими способами воздействия на сеть.
4. Уровни баланса активной и реактивной мощности в электроэнергетической системе оказывают влияние на качество электрической энергии и надежность электроснабжения потребителей.
 - 4.1. Баланс активной мощности в электроэнергетической системе является необходимым условием существования нормального установившегося режима.
 - 4.2. Границы применимости средств регулирования напряжения в электрических сетях задаются уровнем баланса реактивной мощности в ЭЭС.
 - 4.3. Качество электрической энергии регламентировано ГОСТ и задает допустимый интервал изменения частоты и напряжения в узлах ЭЭС.
 - 4.4. Регулирование уровня баланса и режима электрической сети достигается подключением к ней средств компенсации реактивной мощности.
 - 4.5. Переключение регулировочных отпайки силовых трансформаторов (автотрансформаторов) под нагрузкой позволяет обеспечить желаемый уровень напряжения в узлах электрической сети для различных режимов электропотребления в соответствии с требованиями "встречного" регулирования.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Для организации контроля над процессом обучения и установления правил аттестации студентов по дисциплине применяется бально-рейтинговая система.

При текущей аттестации в семестре по всем видам учебной деятельности студент может набрать до 60 баллов.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на экзамене, равно 40.

В течение семестра (текущая аттестация) возможно получение следующих максимальных баллов по видам работ:

Вид работы	За одну	Кол-во работ	Всего	
Задачи и упражнения	2	8	16	
Лабораторные работы	3	4	12	
Контрольные работы	5	2	10	
ИДЗ		7	1	7
РГР		15	1	15
И т о г о -				60

Баллы выставляются в сроки, определенные преподавателем. Лабораторные работы защищаются не позднее выполнения следующей работы.

Допуск студентов к экзамену возможен только при выполненных и защищенных лабораторных работах, расчетно-графической работе и количестве баллов по текущей аттестации не менее 30.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Лыкин А. В. Электрические системы и сети : [учебное пособие по направлению 140200 "Электроэнергетика"] / А. В. Лыкин. - М., 2007. - 253 с. : ил. - Рекомендовано УМО.
2. Справочник по проектированию электрических сетей / [И. Г. Карапетян и др.] ; под ред. Д. Л. Файбисовича. - М., 2007. - 350, [1] с. : табл.

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Основы современной энергетики. В 2 т.. Т. 2 : [учебник для втузов по направлению "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение"] / под общ. ред. Е. В. Аметистова. - М., 2008. - 630, [1] с., [8] л. цв. ил. : ил. табл. + [2] отд. л. цв. ил.. - Рекомендовано УМО.
2. Организация лекции-диалога : Метод. подходы в дисциплине "Электрические сети и системы" / Новосиб. гос. техн ун-т; сост. : А. Г. Фишов и др. - Новосибирск, 1996. - 22 с. : ил.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Производство и передача электрической энергии : методические указания и задания для самостоятельной работы 3 курса ФЭН направления 080100 дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. М. Левин, Д. В. Кузьмина]. - Новосибирск, 2009. - 47, [1] с. : ил., табл.

В электронном виде

1. Производство и передача электрической энергии : методические указания и задания для самостоятельной работы 3 курса ФЭН направления 080100 дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. М. Левин, Д. В. Кузьмина]. - Новосибирск, 2009. - 47, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3758.pdf>

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Вопросы для самопроверки:

1. Почему необходимым условием существования нормального установившегося режима ЭЭС является выполнение баланса P и Q ?
2. Какие показатели характеризуют качество электрической энергии в ЭЭС?
3. Возможно ли регулирование баланса P в системе и каким образом это осуществляется?
4. Какова область применения ИРМ в системе?
5. Приведите структуру баланса Q в системе и дайте характеристику всех составляющих
6. Дайте пояснение и проиллюстрируйте эффекты от применения СК в качестве компенсирующего устройства в электрической сети ЭЭС.
7. Почему возникает задача регулирования напряжения в электрических сетях ЭЭС, и каким образом она решается?
8. Приведите классификацию принципов регулирования напряжения в электрических сетях ЭЭС.
9. Каковы возможности регулирования напряжения в ЭЭС?
10. Существует утверждение, что БК при продольном включении в рассечку ЛЭП повышает напряжение на приемном конце. Так ли это? Проиллюстрируйте ответ.
11. Почему условие баланса P является необходимым, но не достаточным условием существования нормального режима ЭЭС?
12. Существует ли связь между качеством электроэнергии и уровнями баланса P и Q в системе? Если да, то в чем она проявляется?
13. Возможно ли регулирование баланса Q в системе и каким образом это осуществляется?
14. Существуют ли ограничения по располагаемой Q у известных ИРМ, чем эти ограничения обусловлены?
15. Дайте характеристику РЭН с точки зрения баланса Q в системе.
16. Дайте пояснение и проиллюстрируйте эффекты от применения БК в качестве компенсирующего устройства в электрической сети ЭЭС.
17. Справедливо ли утверждение о том, что неравномерность графика нагрузки оказывает влияние на решение задачи регулирования напряжения в ЭЭС? На что именно это влияние распространяется?
18. Каковы требования "встречного регулирования" напряжения и возможности их выполнения в электрических сетях ЭЭС?
19. Можно ли ожидать эффекта по изменению уровня напряжения на шинах потребителя при подключении БК? Если да, то проиллюстрируйте этот эффект и укажите как рассчитать требуемую мощность БК.
20. Какова особенность регулирования напряжения в электрической сети с помощью РПН автотрансформаторов и трех обмоточных трансформаторов понижающих подстанций?

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение электрических сетей и их классификация. Требования к электрическим сетям электроэнергетических систем.
2. Область применения номинальных напряжений. Понятие о регулировании напряжения.
3. Категорирование потребителей электрической энергии. Требование ПУЭ к надежности электроснабжения потребителей разных категорий.
4. Схемы замещения и параметры ЛЭП.
5. Схемы замещения и параметры двухобмоточных трансформаторов.
6. Схемы замещения и параметры трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов.
7. Графики электрических нагрузок. Время использования максимальной нагрузки.

8. Статические характеристики и регулирующие эффекты нагрузок.
9. Потери мощности и электроэнергии в ЛЭП.
10. Потери мощности и электроэнергии в трансформаторах (автотрансформаторах).
11. Время максимальных потерь.
12. Падение и потеря напряжения в элементах электрической сети. Основные соотношения.
13. Векторная диаграмма ЛЭП в режиме холостого хода.
14. Физический смысл повышения напряжения в конце ЛЭП в режиме холостого хода.
15. Векторная диаграмма ЛЭП в нагрузочном режиме.
16. Влияние величины и знака коэффициента мощности нагрузки на соотношение напряжений по концам ЛЭП (векторная диаграмма).
17. Методика расчета разомкнутой электрической сети по данным "начала".
18. Методика расчета разомкнутой электрической сети по данным "конца".
19. Методика расчета электрической сети с двусторонним питанием.
20. Понятие "естественного" потокораспределения в сети с двусторонним питанием.
21. Понятие уравнивающей мощности (уравнивающего тока) в сети с двусторонним питанием.
22. Однородные электрические сети. Расчет режимов однородных замкнутых электрических сетей.
23. Понятие "экономического" потокораспределения в неоднородных замкнутых электрических сетях.
24. Способы повышения экономичности режимов неоднородных замкнутых электрических сетей.
25. Качество электрической энергии и его обеспечение. Основные показатели качества электрической энергии (ГОСТ 13109-97).
26. Баланс активной мощности в электроэнергетической системе и его обеспечение.
27. Способы регулирования баланса активной мощности в ЭЭС и область их применения.
28. Баланс реактивной мощности в электроэнергетической системе и его обеспечение.
29. Способы регулирования баланса реактивной мощности в ЭЭС и область их применения.
30. Источники реактивной мощности (типология и область применения).
31. Способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях. Компенсация реактивной мощности.
32. Регулирование напряжения в сети с помощью отпаяк РПН трансформаторов (автотрансформаторов). Встречное регулирование напряжения в центре питания.