

Федеральное агентство по образованию  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГОУВПО «АмГУ»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой Энергетики

\_\_\_\_\_ Н.В. Савина

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007г.

ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

для специальности 140205 – «Электроэнергетические системы и сети»

Составитель: ст. преп. А.Г. Тоушкин

Благовещенск 2007 г.

Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
факультета социальных наук  
Амурского государственного  
университета

А.Г. Тоушкин

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Введение в специальность» для студентов очной и заочной формы обучения специальности 140205 «Электроэнергетические системы и сети». - Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2007. – 77 с.

Учебно-методические рекомендации ориентированы на оказание помощи студентам очной и заочной формы обучения по специальности 140205 «Электроэнергетические системы и сети» для формирования фундаментальных знаний обо всех разделах энергетики и их взаимосвязях, об энергетических системах и основных, происходящих в них процессах преобразования, передачи и потребления электроэнергии.

Рецензент:

© Амурский государственный университет, 2007

## СОДЕРЖАНИЕ

<u>Введение.....</u>	<u>4</u>
<u>1 Рабочая программа дисциплины.....</u>	<u>5</u>
<u>1.1 Цели и задачи изучения дисциплины, ее место в учебном процессе.....</u>	<u>8</u>
<u>1.2 Содержание дисциплины.....</u>	<u>9</u>
<u>1.3 Перечень и темы промежуточных форм контроля знаний.....</u>	<u>10</u>
<u>1.4 Учебно-методические материалы по дисциплине.....</u>	<u>10</u>
<u>1.5 Учебно-методическая (технологическая) карта дисциплины.....</u>	<u>11</u>
<u>1.7 Лекционный курс.....</u>	<u>15</u>
<u>1.8 Зачет.....</u>	<u>17</u>
<u>2 Краткий конспект лекций.....</u>	<u>19</u>
<u>3 Самостоятельная работа студентов.....</u>	<u>32</u>
<u>3.1 Методические указания по проведению самостоятельной работы студентов.....</u>	<u>32</u>
<u>3.2 График самостоятельной учебной работы студентов.....</u>	<u>35</u>
<u>3.3 Методические указания по выполнению домашних заданий.....</u>	<u>35</u>
<u>3.4 Фонды домашних заданий.....</u>	<u>39</u>
<u>4 Методические указания по применению информационных технологий.....</u>	<u>40</u>
<u>5 Программные продукты, реально используемые в практической деятельности выпускника.....</u>	<u>41</u>
<u>6 Материалы по контролю качества образования.....</u>	<u>42</u>
<u>6.1 Методические указания по организации контроля знаний студентов.....</u>	<u>42</u>
<u>6.2 Фонд заданий для блиц-опроса.....</u>	<u>43</u>
<u>6.3 Итоговый контроль.....</u>	<u>45</u>
<u>7 Карта обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподавательского состава.....</u>	<u>48</u>
<u>Заключение.....</u>	<u>49</u>

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Введение в специальность» относится к блоку ФТД, является дисциплиной - Факультатив.

Курс «Введение в специальность» является одним из важнейших. Его влияние на студента-первокурсника мало знающего о своей профессии очень велико. Дисциплина «Введение в специальность» занимает важное место в учебном процессе. В этом общеэнергетическом курсе студент получает представление обо всех разделах энергетики и их взаимосвязях, об энергетических системах и основных, происходящих в них процессах преобразования, передачи и потребления электроэнергии.

В данном учебно-методическом комплексе отражены следующие вопросы: соответствие дисциплины «Введение в специальность» стандарту; показана рабочая программа дисциплины; подробно описан график самостоятельной учебной работы студентов по дисциплине на каждый семестр с указанием ее содержания, объема в часах, сроков и форм контроля; расписаны методические указания по проведению самостоятельной работы студентов; предложен краткий конспект лекций по данному курсу; методические рекомендации по выполнению домашних занятий; показан перечень программных продуктов, реально используемых в практике деятельности студентов; методические указания по применению современных информационных технологий для преподавания учебной дисциплины; методические указания профессорско-преподавательскому составу по организации межсессионного и экзаменационного контроля знаний студентов; комплекты заданий для домашних заданий; фонд тестовых заданий для оценки качества знаний по дисциплине; контрольные вопросы к зачету; карта обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподавательского состава.

По данной дисциплине не предусмотрены лабораторные занятия, курсовые работы (проекты), контрольные работы.

## **1 Рабочая программа дисциплины**

Рабочая программа по дисциплине «Введение в специальность» составлена на основании Государственного образовательного стандарта ВПО по направлению подготовки дипломированного специалиста 650900 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА специальности 140205 – «Электроэнергетические системы и сети» и типовой программы по специальности.

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации  
Амурский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
Е.С. Астапова

личная подпись, И.О.Ф

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Введение в специальность»  
для специальности «Электроэнергетические системы и сети»

Курс 1 Семестр 1

Лекции 18 (час.) Зачет

Самостоятельная работа 18 (час.)

Всего часов 36

Составитель А.Г. Тоушкин, старший преподаватель кафедры Энергетики  
(И.О.Ф., должность, ученое звание)

Факультет Энергетический

Кафедра Энергетики

2006 г.

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта ВПО 657900 «Электроэнергетика» и учебного плана специальности «Электроэнергетические системы и сети»: блок дисциплин специализации.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Энергетики

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Н.В. Савина

Рабочая программа одобрена на заседании УМС «\_\_\_\_\_»

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель \_\_\_\_\_ Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

\_\_\_\_\_ Г.Н. Торопчина

(подпись, И.О.Ф.)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель УМС факультета

\_\_\_\_\_ Ю.В. Мясоедов

(подпись, И.О.Ф.)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_ Н.В. Савина

(подпись, И.О.Ф.)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

## 1.1 Цели и задачи изучения дисциплины, ее место в учебном процессе

Государственный образовательный стандарт предусматривает изучение курса "Введение в специальность" для специальности 104205. Специальность учитывает деятельность инженера как специалиста-исследователя электроэнергетических систем; как проектировщика, электромонтажника и наладчика при новом строительстве и техническом перевооружении действующих сетей.

Целью данного курса является изучение основных сведений по выполнению сетей и систем. Уделено внимание преобразовательным устройствам, приемникам электрической энергии, источникам питания, средствам автоматизации и защиты сетей. Даются представления о качестве электрической энергии.

Теоретической базой дисциплины «Введение в специальность» являются полученные ранее знания по физике, математике, истории и на базе этого формируются представления о современных электрических сетях и системах, о составляющих их элементах, включая основное электрооборудование современных подстанций и о перспективном прогрессивном развитии электрических сетей.

В процессе всех видов занятий по изучению дисциплины «Введение в специальность» в соответствии с квалификационной характеристикой выпускников, студенты должны уметь: пользоваться справочной литературой, применять ПЭВМ, знать основные схемы преобразования электроэнергии.

## 1.2 Содержание дисциплины

### ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ (18 часов)

#### 1. ВВЕДЕНИЕ.

1.1 . Основные понятия и определения. Краткие сведения по истории развития электрических сетей. Особенности инженерных расчетов. Особенности технико-экономических расчетов. – 2 часа

#### 1.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ.

Классификация электрических сетей. Номинальное напряжение электропередачи. Примеры схем электропередачи. Основные параметры характеризующие режимы в электрических сетях - 2 часа.

#### 1.3. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Общие положения. Трансформаторы: классификация, режимы работы, основные электрические параметры. Выключатели: маркировка, назначение, основные конструкционные элементы. Разъединители: маркировка назначение. Линии электропередачи: основные элементы – опоры, провода, изоляторы, линейная арматура; маркировка основных элементов, назначение - 2 часа.

#### 1.4 ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ.

Классификация источников питания. Схемы распределительных устройств. Типы генераторов. Режимы работы – 2 часа.

#### 1.5. ЗАЩИТА, УПРАВЛЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ – 2 часа.

#### 1.6. КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ - 2 часа.

#### 1.7. ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ.

Баланс активной и реактивной мощности. Состав потерь электрической энергии. Организация учета электроэнергии – 2 часа.

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (18 часов)

Самостоятельная работа предусматривает:

- выполнение рефератов по темам лекционных занятий(10 часов);
- самостоятельная работа с рекомендуемой литературой и журналами

научно-технического направления (8 часов).

### 1.3 Перечень и темы промежуточных форм контроля знаний

Промежуточный контроль знаний студентов по дисциплине предусматривает две контрольные точки в 1 семестре, оценки по которым выставляются на основе информации о выполнении следующих заданий:

3.1. Выполнение рефератов по темам лекционных занятий – 1 контрольная точка.

3.2. Отчет о работе с рекомендуемой литературой и журналами научно-технического направления (посещение читальных залов библиотеки) – 2 контрольная точка.

### 1.4 Учебно-методические материалы по дисциплине

#### 1. ПЕРЕЧЕНЬ ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ (ОСНОВНОЙ) ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. В.И. Идельчик. Электрические системы и сети: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.

1.2. Электротехнический справочник т. 3 кн. 1. Под общей ред. В.Г. Герасимова - М.: Издательство МЭИ, 2002 г. 964 с.

1.3. Венников В.А, Путятин Е.В. Введение в специальность. М: Высшая школа. 1988 г.

#### 2. ПЕРЕЧЕНЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

2.1. Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин. Электрооборудование станций и подстанций: учебник для техникумов. – 3–е издание. М.: Энергоатомиздат 1987. – 648 с.

2.2. Кацман М. М. Электрические машины. М: Высшая школа. 2003 г.

2.3. Иванов В.С, Соколов В.И. Режимы потребления и качества электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий. М: Энергоатомиздат. 1988 г.

2.5. Потери электроэнергии в электрических сетях. Под ред. Казанцева В.Н. М: Энергоатомиздат. 1983 г.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ НАГЛЯДНЫХ И ДРУГИХ ПОСОБИЙ

В качестве методического обеспечения дисциплины используются: схемы, таблицы, рисунки.

### 1.5 Учебно-методическая (технологическая) карта дисциплины

Номер недели	Номер темы	Вопросы, изучаемые на лекции	Занятия (номера)		Используемые наглядные и методические пособия	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
			практич. (семина.)	лаборат.		содержание	час	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	Введение. Основные понятия и определения. Краткие сведения по истории развития электроснабжения промышленных предприятий Современные проблемы при передаче и распределении электрической энергии. Особенности инженерных расчетов. Особенности технико-экономических расчетов.			.	Работа с литературой: В.И. Идельчик. Электрические системы и сети: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.	2	Контрольная точка, проверка индивидуального задания (реферат), зачет.
2	2	Классификация электрических сетей. Номинальное напряжение электропередачи.				Работа с литературой: В.И. Идельчик. Электрические системы и сети: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.	2	Контрольная точка, проверка индивидуального задания (реферат), зачет.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	2	Примеры схем электропередачи. Основные параметры характеризующие режимы в электрических сетях.	.			Работа с литературой: В.И. Идельчик. Электрические системы и сети: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.	2	Контрольная точка, проверка индивидуального задания (реферат), зачет.
4	3	Трансформаторы: классификация, режимы работы, основные электрические параметры. Выключатели: маркировка, назначение, основные конструкционные элементы.				Работа с литературой: Кацман М. М. Электрические машины. М: Высшая школа. 2003 г.	2	Контрольная точка, проверка индивидуального задания (реферат), зачет.
5	3	Разъединители: маркировка назначение. Линии электропередачи: основные элементы – опоры, провода, изоляторы, линейная арматура; маркировка основных элементов, назначение.				Работа с литературой: Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин. Электрооборудование станций и подстанций: учебник для техникумов. – 3-е издание. М.: Энергоатомиздат 1987. – 648 с.	2	Контрольная точка, проверка индивидуального задания (реферат), зачет.
6	4	Классификация источников питания. Схемы распределительных устройств. Типы генераторов. Режимы работы				Работа с литературой: В.И. Идельчик. Электрические системы и сети: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.	2	Контрольная точка, проверка индивидуального задания (реферат), зачет.
7	5	Защита, управление и автоматизация систем электроснабжения.				Работа с литературой: Электротехнический справочник т. 3 кн. 2. Под ред. А.Грудинского. М.: Энергоиздат, 1992 г.	2	Контрольная точка, проверка индивидуального задания (реферат), зачет.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	6	Качество электроэнергии. Основные понятия. Показатели качества электроэнергии.				Иванов В.С, Соколов В.И. Режимы потребления и качества электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий. М: Энергоатомиздат. 1988 г.	2	Контрольная точка, проверка индивидуального задания (реферат), зачет.
9	7	Общие рекомендации по экономии электроэнергии. Основные проблемы. Электробаланс, основные способы уменьшения потерь электроэнергии в СЭС ПП. Организация учета электроэнергии.				Потери электроэнергии в электрических сетях. Под ред. Казанцева В.Н. М: Энергоатомиздат. 1983 г.	2	Контрольная точка, проверка индивидуального задания (реферат), зачет.

### 1.6 График самостоятельной учебной работы студентов

№	Содержание самостоятельной работы, литература	Объем, часы	Формы контроля	Сроки, недели
1	2	3	4	5
1	Проработка лекционного материала по теме 1. Введение Работа с литературой: Венников В.А, Путятин Е.В. Введение в специальность. М: Высшая школа. 1988 г.	2	Блиц-опрос, рефераты, доклады	2 недели
2	Проработка лекционного материала по теме 2. Электрические сети Работа с литературой: В.И. Идельчик. Электрические системы и сети: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с..	2	Блиц-опрос, рефераты, доклады	4 недели
3	Проработка лекционного материала по теме 3. Основное оборудование используемое для передачи электроэнергии. Работа с литературой: Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин. Электрооборудование станций и подстанций: учебник для техникумов. – 3–е издание. М.: Энергоатомиздат 1987. – 648 с. Кацман М. М. Электрические машины. М: Высшая школа. 2003 г.	2	Блиц-опрос, рефераты, доклады	6 недели
4	Проработка лекционного материала по теме 4. Источники питания. Работа с литературой: : Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин. Электрооборудование станций и подстанций: учебник для техникумов. – 3–е издание. М.: Энергоатомиздат 1987. – 648 с. Электротехнический справочник т. 3 кн. 2. Под ред. А.Грудинско-го.М.:Энергоиздат, 1992 г.	2	Блиц-опрос, рефераты, доклады	8 недели

1	2	3	4	5
5	Проработка лекционного материала по теме 5. Защита, управление и автоматизация электроэнергетических систем Работа с литературой: Электротехнический справочник т. 3 кн. 2. Под ред. А.Грудинского. М.: Энергоиздат, 1992 г.	2	Блиц-опрос, рефераты, доклады	10 неделя
6	Проработка лекционного материала по теме 6. Качество электрической энергии. Работа с литературой: Иванов В.С, Соколов В.И. Режимы потребления и качества электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий. М: Энергоатомиздат. 1988 г.	2	Блиц-опрос, рефераты, доклады	12 неделя
7	Проработка лекционного материала по теме 7. Потери электроэнергии в электрических сетях. Потери электроэнергии в электрических сетях. Под ред. Казанцева В.Н. М: Энергоатомиздат. 1983 г.	2	Блиц-опрос, рефераты, доклады	14 неделя
8	Обзор материала лекций. Подготовка рефератов.	2	Защита рефератов	16 неделя
9	Обзор материала лекций. Подготовка к зачету.	2	Защита рефератов. Получение допуска к зачету	18 неделя

### 1.7 Лекционный курс.

Самостоятельная работа студентов включает изучение лекционного материала и дополнительной литературы по дисциплине при подготовке к занятиям, работу в библиотеке, написание реферата по предложенной теме и сдачу зачета. Контроль степени усвоения материала осуществляется с помощью вопросов для самопроверки. Также на каждой лекции предусмотрен 15 минутный опрос студентов по ранее (и самостоятельно) изученному материалу.

## Тема 1. ВВЕДЕНИЕ.

Основные понятия и определения. Краткие сведения по истории развития электрических сетей. Современные проблемы в энергосистемах. Особенности инженерных расчетов. Особенности технико-экономических расчетов.

## Тема 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ.

Классификация электрических сетей. Номинальное напряжение электропередачи. Примеры схем электропередачи. Основные параметры характеризующие режимы в электрических сетях - 2 часа.

## Тема 3. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Общие положения. Трансформаторы: классификация, режимы работы, основные электрические параметры. Выключатели: маркировка, назначение, основные конструкционные элементы. Разъединители: маркировка назначение. Линии электропередачи: основные элементы – опоры, провода, изоляторы, линейная арматура; маркировка основных элементов, назначение - 2 часа.

## Тема 4. ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ.

Классификация источников питания. Схемы распределительных устройств. Типы генераторов. Режимы работы – 2 часа.

## Тема 5. ЗАЩИТА, УПРАВЛЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Основные типы защит. Свойства защит. Защиты линий электропередачи. Защиты трансформаторов. Защиты силовых агрегатов.

## Тема 6. КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

Основные показатели качества. Источники искажения качества. Влияние источников искажения на качество электроэнергии. Нормирование показателей качества.

## Тема 7. ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ.

Баланс активной и реактивной мощности. Состав потерь электрической энергии. Организация учета электроэнергии.

## 1.8 Зачет

Зачет предусматривает ответы на два теоретических вопроса.

Вопросы к зачету.

1. Первые сведения о применении электроэнергии. Первый источник электроэнергии.
2. Изобретение электромашинного генератора.
3. Формирование электротехнической промышленности.
4. Современные проблемы при передаче и распределении электрической энергии.
5. Потери электроэнергии при передаче. Состав потерь.
6. Схема устройства трансформатора. Принцип работы.
7. Режимы работы трансформатора.
8. Современное исполнение трансформаторов. Условные обозначения обмоток трансформаторов. Маркировка.
9. Выключатели. Маркировка. Исполнение. Назначение.
10. Разъединители. Типы разъединителей. Маркировка. Назначение.
11. Линии электропередач. Основные элементы.
12. Опоры воздушных линий электропередачи. Маркировка. Назначение.
13. Изоляторы. Типы изоляторов. Назначение.
14. Проходные изоляторы.
15. Подвесные изоляторы.
16. Опорные изоляторы.
17. Материалы используемые для исполнения изоляции.
18. Провода воздушных линий. Маркировка. Назначение.
19. Самонесущие изолированные провода.
20. Линейная арматура.
21. Распределительные устройства подстанций. Основные элементы.
22. Схемы распределительных устройств подстанций.
23. Измерительные трансформаторы. Маркировка. Назначение.

24. Трансформаторы тока.
25. Трансформаторы напряжения
26. Категории потребителей электроэнергии. Понятие надежности.
27. Применяемые в электротехнике изоляционные материалы.
28. Понятие о внутренней и внешней изоляции.
29. Назначение защиты. Понятие селективности.
30. Оперативные переключения.
31. Диспетчерский пункт электроснабжения. Его устройство.
32. Понятие об автоматизации. АВР и АПВ. АЧР.
33. Показатели качества электроэнергии. Отклонение напряжения. Колебания напряжения. Несинусоидальность напряжения.
34. Несимметричные режимы ЭЭС.
35. Баланс электрической энергии.
36. Основные способы уменьшения потерь электроэнергии.
37. Организация учета электроэнергии.
38. Баланс электрической энергии и мощности.
39. Источники питания. Типы источников питания.
40. Схемы распределительных устройств источников питания.
41. Явнополюсный синхронный генератор.
42. Неявнополюсный синхронный генератор.
43. Компенсация реактивной мощности.
44. Синхронный компенсатор.
45. Батарея статических конденсаторов.
46. Классификация электрических сетей.
47. Что такое дальние электрические передачи сверхвысокого напряжения?
48. Источники питания находящиеся в нашем регионе.
49. Что такое электроэнергетическая система? Как осуществляются межсистемные связи?
50. Дальневосточная Региональная Сетевая Компания. Ее функции.

Для допуска к зачету достаточными основаниями являются выполнение, сдача и проверка всех индивидуальных заданий.

Студент, не сдавший одной или двух работ (заданий) и допущенный к экзамену в порядке исключения, отвечает также на дополнительные вопросы по теме этих работ (заданий). Для подготовки ответа студенту отводится 40 мин. Для получения удовлетворительной оценки достаточно показать знание основных понятий по теме вопросов. Оценка «хорошо» выставляется студенту, правильно ответившему на основные вопросы билета. Оценка «отлично» выставляется, если, кроме того, студент правильно ответил на дополнительные вопросы по темам, смежным с темами основных вопросов. При этом неправильные ответы на дополнительные вопросы могут служить основанием для снижения оценки до «удовлетворительно», если эти ответы свидетельствуют о слабом понимании материала.

## **2 Краткий конспект лекций**

### Тема 1. ВВЕДЕНИЕ (2 часа).

Курс «Введение в специальность» является одним из важнейших. Его влияние на студента-первокурсника мало знающего о своей профессии очень велико. В этом курсе студент получает *представление обо всех разделах энергетики* и их взаимосвязях, об энергетических системах и основных, происходящих в них процессах преобразования, передачи и потребления электроэнергии. О принципах работы и конструктивном выполнении энергетических установок, о современном состоянии и перспективах развития энергетики.

Энергетика рассматривается как одна из подсистем единой глобальной системы функционирования человеческого общества, включающей, так же подсистемы, окружающую среду и различные отрасли хозяйства.

Понятие «энергетика» и «энергетическая наука» употребляется давно, однако и в настоящее время вкладываемый в них смысл нельзя считать установившемся.

Под *энергетикой* или *энергетической системой* следует понимать совокупность больших естественных (природных) и искусственных (созданных че-

ловеком) систем, предназначенных для получения, преобразования. Распределения и использования в народном хозяйстве энергетических ресурсов всех видов.

Под *энергетической наукой* понимается система знаний о свойствах и взаимодействиях энергетических потоков и влияние их на человеческое общество в социальном, экономическом и научно-техническом планах и влиянии на окружающую среду.

*Энергетика представляет собой большую систему*, призванную способствовать реорганизации человеческого общества на основе научно-технического прогресса и развития всего народного хозяйства.

Энергетика, являясь большой системой, состоит из отдельных подсистем, связанных между собой таким образом, что раздельное рассмотрение подсистем невозможно без учета их взаимного влияния и обратных связей.

Изучение курса «Введение в специальность» относится к первому этапу подготовки инженера. *Роль инженера* в современном обществе очень велика. Инженеры могут и должны непосредственно превращать науку в производительную силу общества. Используя ее достижения для повышения производительности труда и качества ее продукции в сфере материального производства.

В системе электроснабжения объектов можно выделить три вида электроустановок:

по производству электроэнергии – электрические станции;

по передаче, преобразованию и распределению электроэнергии – электрические сети и подстанции;

по потреблению электроэнергии в производственных и бытовых нуждах – приемники электроэнергии.

Тема 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ (2 часа).

Производство, распределение и потребление электрической и тепловой энергии рассмотрим схематически. Электростанции производят электрическую энергию, а теплофикационные электростанции производят электрическую и тепловую энергию. По виду первичного источника энергии, преобра-

зуемого в электрическую или тепловую энергию, электростанции делятся на тепловые (ТЭС), атомные (АЭС) и гидравлические (ГЭС).

Передача электроэнергии от электростанций по линиям электропередачи осуществляется при напряжениях 110 – 1150 кВ, т.е. значительно превышающих напряжения генераторов. Электрические подстанции применяются для преобразования электроэнергии одного напряжения в электроэнергию другого напряжения.

Классификация сетей может осуществляться по роду тока, номинальному напряжению, выполняемым функциям, характеру потребителей, конфигурации схемы сети и т.д.

По выполняемым функциям сети различаются на системообразующие, питающие и распределительные. Системообразующие сети напряжением 330-1150 кВ осуществляют функции формирования объединенных энергосистем, объединяя мощные электростанции и обеспечивая их функционирование как единого объекта управления, и одновременно обеспечивают передачу электроэнергии от мощных электростанций. Системообразующие сети осуществляют системные связи. Режимом системообразующих сетей управляет диспетчер объединенного диспетчерского управления.

Питающие сети предназначены для передачи электроэнергии от подстанций системообразующей сети к центрам питания распределительных сетей – узловым районным подстанциям. Питающие сети обычно замкнутые. Как правило, напряжение этих сетей 110 – 220 кВ.

Распределительная сеть предназначена для передачи электроэнергии на небольшие расстояния от шин низшего напряжения районных подстанций к промышленным, городским, сельским потребителям. Такие распределительные сети обычно разомкнутые или работают в разомкнутом режиме. В свою очередь по характеру потребителя распределительные сети подразделяются на промышленные, городские и сельскохозяйственного назначения.

Для электроснабжения больших промышленных предприятий и крупных городов осуществляется глубокий ввод высокого напряжения, т.е. соору-

жение подстанций с первичным напряжением 110-500 кВ вблизи центров нагрузок.

### Тема 3. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Передача электрической энергии осуществляется по линиям электропередачи, которые могут быть кабельные и воздушные, переменного и постоянного тока, высокого и сверхвысокого напряжения.

Воздушные линии электропередачи выполняются на стальных и железобетонных опорах. Опоры могут быть различного типа: промежуточные, анкерные, угловые, транспозиционные. Кроме того они могут иметь и различную форму.

Линии электропередачи могут иметь различную конструкцию фазы. Так например воздушные линии до 220 кВ включительно выполняются одним проводом марки АС в каждой фазе. При этом на разные номинальные напряжения используются разные сечения проводов: 35 кВ от АС – 70 до АС – 150; 110 кВ от АС – 70 до АС – 240; 220 кВ от АС – 240 до АС – 500. Для линий напряжением 330 кВ и выше каждая фаза выполняется расщепленной – от двух проводов и выше.

Для изоляции проводов ВЛ от опор используются подвесные изоляторы. Материалом для изготовления изоляторов может служить стекло, фарфор и полимерные материалы. Изоляторы имеют различную длину пути утечки тока и различную разрушающую силу, т.е. чем больше нагрузка на изолятор, тем более прочным он должен оказаться.

Для перехода с одного уровня напряжения на другой и распределения электрической энергии между различными сетями используют электрические подстанции. К основному (силовому) оборудованию на подстанциях относятся: трансформаторы, выключатели, разъединители, шинные конструкции. К вспомогательному (измерительному) оборудованию можно отнести – трансформаторы тока, трансформаторы напряжения, устройства релейной защиты, приборы учета электроэнергии, устройства автоматики, высокочастотную связь и т.д.

Самым дорогим оборудованием и при этом выполняющим главную функцию (преобразование электроэнергии с одного уровня напряжения на другой) являются силовые трансформаторы.

Они могут быть различной мощности, различные по исполнению, также по уровням напряжения (коэффициентам трансформации).

Так например трансформатор марки АТДЦТН – 125000/220/110 является автотрансформатором трехфазным, с системой охлаждения – принудительное дутье и циркуляция масла, трехобмоточным, с регулированием под напряжением, мощностью 125 МВА, номинальным напряжением высокой стороны 220 кВ, средней стороны 110 кВ.

Обычно трансформаторы работают на разные секции шин (на разную нагрузку). Но возможно их включение на параллельную работу. Для этого должны соблюдаться некоторые условия, например: одинаковая мощность, одинаковая группа соединений обмоток, одинаковый коэффициент трансформации, иначе параллельная работа трансформаторов невозможна.

Выключатели и разъединители являются коммутационными аппаратами, которые позволяют производить безопасные переключения, в результате чего перераспределяются перетоки мощности между линиями и трансформаторами. Кроме того выключатели имеют способность отключать токи коротких замыканий, которые имеют большую величину относительно рабочих токов.

Для соединения коммутационных аппаратов, силовых трансформаторов, линий электропередачи используются шинные конструкции, которые крепятся при помощи изоляторов. Шинные конструкции могут быть жесткими и гибкими. Жесткая ошиновка применяется на напряжение до 10 кВ. Шины выбираются таким образом, чтобы выдерживать не только ток нагрузки, но и токи короткого замыкания. При протекании по ним токов короткого замыкания в шинных конструкциях возникают динамические усилия, также возникает избыточный тепловой импульс.

#### Тема 4. ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ.

Как уже говорилось выше, источниками питания в энергосистемах слу-

жат тепловые электрические станции, атомные электрические станции, гидравлические станции. Кроме того для конкретного энергорайона не имеющего своей электрической станции источником питания может являться узловая районная подстанция. Которая связана с энергосистемой по линиям электропередачи 220 кВ и выше.

На тепловых электрических станциях первичным источником энергии является – органическое топливо: уголь, газ, мазут; на атомной электрической станции – урановый концентрат; на ГЭС – вода.

Кроме ТЭС, АЭС, ГЭС существуют и другие виды электростанций – гидроаккумулирующие, дизельные, солнечные, геотермальные, приливные и ветроэлектростанции. Однако мощность их не велика.

Электрическая часть электростанции включает в себя разнообразное оборудование. К основному оборудованию предназначенному для производства и распределения электроэнергии относятся: синхронные генераторы, вырабатывающие электроэнергию, сборные шины, предназначенные для приема электроэнергии от генераторов и распределения ее к потребителям, коммутационные аппараты, повышающие трансформаторы, электроприемники собственных нужд (насосы, вентиляторы, аварийное освещение), обеспечивающие жизнеспособность электрической станции.

Для тепловых электрических станций основным продуктом выдаваемым потребителям является тепловая энергия, а побочным электрическая. Поэтому график их работы очень сильно зависит от времени года и температуры окружающей среды и носит сезонный характер (например зимой тепловые станции вырабатывают больше электроэнергии).

Для ГЭС время года имеет меньшую роль, но в зимний период когда практически нет осадков запасы воды в водохранилище значительно снижаются. В летний период и во время паводков может быть избыток воды, тогда на ГЭС производят сброс лишней воды мимо генераторов.

На атомных электростанциях режимы работы практически не зависят от погодных явлений.

В Амурской области есть несколько электрических станций: Зейская ГЭС, Бурейская ГЭС, Благовещенская ТЭЦ, Райчихинская ГРЭС.

## Тема 5. ЗАЩИТА, УПРАВЛЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В условиях эксплуатации возможны повреждения отдельных элементов системы электроснабжения. В ряде случаев повреждение должно быть ликвидировано в течение долей секунды, совершенно очевидно, что человек не в состоянии справиться с такой задачей. Поэтому для определения места повреждения и подачи сигнала на отключение соответствующих выключателей устанавливаются специальные автоматические устройства. Это и есть релейная защита, действующая на отключение. В некоторых случаях выключение и защита совмещаются в одном аппарате (предохранитель, автомат).

Иногда в условиях эксплуатации возникают ненормальные режимы, существование которых допустимо в течение некоторого времени. Нарушение нормального режима в этих случаях может быть ликвидировано действием оперативного персонала. При этом нецелесообразно немедленное отключение элемента электрической сети, а достаточно дать сигнал персоналу. Это осуществляется релейной защитой, действующей на сигнал.

Релейная защита - только часть автоматики, получившая применение в системах раньше других автоматических устройств. Вместе с тем, одна релейная защита не в состоянии обеспечить надежность и бесперебойность электроснабжения. В этом нетрудно убедиться на примере рассмотренных схем электроснабжения. Распределительную подстанцию в сетях напряжением 6... 10 кВ обычно выполняют в виде двух секций. Каждая питающая линия связана только со своей секцией и обеспечивает питание потребителей только своей секции. Совершенно очевидно, что при повреждении одной из линий и ее отключении соответствующая секция обесточивается, а электроснабжение ее потребителей прекращается. Электроснабжение потребителей может быть восстановлено, если включить секционный аппарат. Эта операция должна быть осуществлена максимально возможно быстро для потребителей первой категории, поэтому в

качестве секционного аппарата используется выключатель и для его включения используется устройство автоматики, получившее название *автоматического включения резерва - АВР*.

Опыт эксплуатации воздушных линий электропередач показал, что после быстрого отключения до 70... 90% повреждений самоустраняются, а линия, включенная повторно, остается в работе. И здесь повторное включение осуществляется с помощью автоматики - устройством, получившим название *автоматического повторного включения - АПВ*.

Применительно к релейной защите и автоматике под надежностью понимают свойство этих устройств выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени.

Для обеспечения надежности релейная защита и автоматика должны выполняться при помощи высококачественных и надежно работающих реле и других элементов. Их монтаж должен быть надежным, т. е. таким, при котором исключается обрыв проводов, замыкание между ними, ложное срабатывание от механических сотрясений и др. Существенное значение для надежности имеет правильная эксплуатация защиты и автоматики. Состояние всех устройств защиты и автоматики должно периодически проверяться. Так как каждый элемент может оказаться неисправным, то надежность защиты и автоматики тем выше, чем меньше число элементов они содержат. Особенно важно уменьшение числа наименее надежных элементов, которыми являются контакты реле. Поэтому для увеличения надежности устройства следует стремиться к его упрощению. Существенное повышение надежности устройств релейной защиты и автоматики может быть достигнуто применением бесконтактных элементов.

### **Основные принципы действия релейной защиты**

**Токовые защиты.** Защиты, для которых воздействующей величиной является ток, проходящий в месте их включения, получили название *токовых*. Первыми токовыми защитами, и вообще первыми защитами, были плавкие

предохранители. В настоящее время, наряду с плавкими предохранителями, широко используют аппараты, получившие название *реле*. Они позволяют выполнять более совершенные защиты. Реле тока являются основными реле токовой защиты. Они приходят в действие при отклонении величины тока в защищаемом элементе от заданного значения. Реле, действующее при возрастании тока, называется *максимальным реле тока*, а реле, реагирующее на снижение этой величины, - *минимальным реле тока*. Токовые защиты выполняют с включением реле на полные фазные токи, а также на симметричные составляющие этих токов. В зависимости от способа обеспечения селективности токовые защиты делятся на максимальные токовые и токовые отсечки

**Защиты напряжения.** Для защиты напряжения воздействующей величиной является напряжение цепи в месте включения защиты. Основное реле защиты - реле напряжения, которое приходит в действие при отклонении величины напряжения от заданного значения.

Защита, срабатывающая при уменьшении напряжения, называется *минимальной защитой напряжения*. Основным ее реле является минимальное реле напряжения. Защита, предназначенная для действия при превышении напряжением заданной величины, называется *максимальной защитой напряжения*; для ее выполнения используют максимальное реле напряжения.

Защиту можно выполнить с включением реле на полные фазные и междуфазные напряжения, а также на симметричные составляющие этих напряжений. Селективное действие защиты напряжения обеспечивается теми же способами, что и у токовых защит.

**Токовые направленные защиты.** Токовая направленная защита действует в зависимости от величины тока и его фазы по отношению к напряжению на шинах подстанции, где защита установлена. Защита срабатывает, если ток превысит заданную величину, а его фаза будет соответствовать короткому замыканию на защищаемом элементе. Такое действие обеспечивается включением в схему защиты наряду с реле тока реле мощности, реагирующего на направление мощности КЗ.

Токовые направленные защиты, так же как и ненаправленные, бывают с выдержкой времени и мгновенного действия и могут выполняться реагирующими на полные напряжения и токи фаз или на их симметричные составляющие.

**Дистанционные защиты.** При КЗ в связи с увеличением тока в защищаемом элементе и уменьшением напряжения  $U$  отношение  $UII$  уменьшается по величине. Поэтому защиту от КЗ можно выполнить с учетом изменения величины этого отношения. Такая защита называется *дистанционной*. Основным ее органом является реле сопротивления. Схему защиты выполняют так, что ее выдержка времени находится в зависимости от расстояния между местом установки защиты и точкой КЗ; с увеличением этого расстояния растет и выдержка времени.

**Дифференциальные защиты.** Дифференциальная защита основана на принципе сравнения токов или фаз токов по концам защищаемого участка или в соответствующих ветвях параллельно соединенных элементов электрической установки. Связь между сравниваемыми токами осуществляется проводами. Дифференциальный принцип позволяет выполнять защиту, как правило, быстродействующей.

**Высокочастотные защиты.** Высокочастотная защита используется в качестве защиты магистральных линий электропередач. Как и дифференциальная защита, она основана на принципе сравнения между собой однородных электрических величин по концам защищаемой линии. Связь между сравниваемыми величинами осуществляется обычно с помощью токов высокой частоты. В качестве линии связи используется сама защищаемая линия. Высокочастотный принцип позволяет выполнить защиту быстродействующей.

## Тема 6. КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

Приемники электроэнергии (ПЭ) и аппараты, присоединенные к электрическим сетям, предназначены для работы при определенных номинальных параметрах: номинальной частоте переменного тока, номинальном напряжении, номинальном токе и т.п. Долгое время основными режимными параметрами, опре-

деляющими качество электрической энергии, считались значение частоты в электрической системе и уровни напряжения в узлах сети. Однако, по мере внедрения в технологические производственные процессы электропотребителей, обладающих нелинейными вольт-амперными характеристиками, все чаще приходилось учитывать возможные нарушения симметрии, синусоидальности формы кривой напряжения в трехфазных сетях.

На показатели качества электрической энергии заметное влияние оказывают параметры сетей. Например, напряжение на зажимах ПЭ будет зависеть от протяженности и характера сети, находящейся между источником питания (ИП) и данными ПЭ. Поэтому показатели, связанные с напряжением, являются местными (локальными), имеющими различные значения в точках сети. Частота сети является общесистемным (глобальным) параметром качества электрической энергии.

Опыт проектирования и эксплуатации электрических сетей показывает, что мероприятия по исключению и снижению влияния электрических сетей на показатели качества электроэнергии могут быть весьма дорогими. Поддержание оптимального уровня напряжения на зажимах каждого ПЭ в общем случае нецелесообразно в первую очередь, по экономическим соображениям. Действительно, поскольку ПЭ могут иметь неодинаковые режимы работы и находятся электрически на разном удалении от ИП, то для поддержания оптимального напряжения на зажимах каждого из них необходимо снабдить их индивидуальными регуляторами напряжений. Очевидно, что это слишком дорого. Более выгодным является групповое регулирование напряжения, когда общее регулирующее устройство устанавливается для группы ПЭ. При этом, естественно, номинальное напряжение будет поддерживаться лишь у некоторых из ПЭ, тогда как у остальных напряжение может отклоняться от номинального в большую или меньшую сторону.

Из-за этого в какой-то мере могут ухудшаться технические параметры производственных установок, отрицательно влияя на их экономичность. Однако экономия от замены индивидуального регулирования напряжения правиль-

но выбранным групповым, как правило, перекрывает соответствующее снижение экономичности производства.

В требованиях к качеству электрической энергии, (ГОСТ 13109 - 99), указываются технически допустимые пределы отклонений значений от номинальных параметров. Первый у нас в стране государственный стандарт на качество электроэнергии был введен в 1967 г. (ГОСТ 13109 - 67). Он был скорректирован в 1979 и в 1987 гг., а в настоящее время действует новый ГОСТ 13109-99.

На этапе проектирования сети при нормальных режимах ее работы необходимо рассчитывать показатели качества электроэнергии (ПКЭ) и выбирать наиболее экономичные средства приведения параметров режимов к допустимым пределам (нормам). В условиях эксплуатации в электрической сети должен осуществляться систематический контроль за ПКЭ и соответственно приниматься меры по приведению параметров к допустимым нормам.

### **Показатели качества электроэнергии**

ГОСТ 13109-99 устанавливает показатели и нормы качества электрической энергии (КЭ) в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются электрические сети, находящиеся в собственности различных потребителей, или приемники электрической энергии (точки общего присоединения - ТОП).

Этот ГОСТ устанавливает 11 основных показателей качества электроэнергии (ПКЭ):

- 1) отклонение частоты;
- 2) установившееся отклонение напряжения;
- 3) размах изменения напряжения;
- 4) дозу фликера (мерцания или колебания);
- 5) коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения;
- 6) коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей напряжения
- 7) коэффициент несимметрии напряжений по обратной последова-

тельности;

- 8) коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности;
- 9) глубину и длительность провала напряжения;
- 10) импульсное напряжение;
- 11) коэффициент временного перенапряжения;

При определении значений некоторых показателей КЭ используют следующие вспомогательные параметры электрической энергии:

- 1) частоту повторения изменений напряжения;
- 2) интервал между изменениями напряжения;
- 3) глубину провала напряжения;
- 4) частота появления провалов напряжения;
- 5) длительность импульса по уровню 0,5 его амплитуды;
- 6) длительность временного перенапряжения;

Установлены два вида норм ПКЭ: нормально допустимые (норм.) и предельно допустимые (пред.).

## Тема 7. ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ.

На сегодняшний день потери электроэнергии являются актуальным вопросом. Потери электроэнергии делятся на два вида: коммерческие и технические. Когда речь заходит о коммерческих потерях, то имеется в виду либо плохой учет электроэнергии, либо хищение электроэнергии частными лицами и даже организациями. Технические потери относятся к физическим процессам – это выделение тепловой энергии в результате прохождения тока по различного рода оборудованию, имеющему активное сопротивление.

Величина технических потерь напрямую зависит от качества оборудования при помощи которого производится, передается, трансформируется и распределяется электрическая энергия. Чем больше коэффициент полезного действия такого оборудования, тем ниже потери. Кроме того, на величину потерь влияет загруженность оборудования. Поскольку потери электроэнергии зависят от квадрата тока текущего по токоведущим частям, то увеличение нагрузки в

два раза приводит к увеличению потерь в четыре раза. Для снижения потерь применяют повышенные уровни напряжения. При большем уровне напряжения и неизменной величине передаваемой мощности ток снижается, а значит снижаются и потери.

Есть и другие способы снижения потерь, например компенсация реактивной мощности. Если нагрузка потребителей носит индуктивный характер (в большинстве случаев), то на шинах низкого напряжения устанавливаются конденсаторные батареи или синхронные компенсаторы, которые вырабатывают реактивную мощность необходимую для потребителя. На величину этой мощности снижается реактивная мощность текущая по ВЛ и трансформаторам, что приводит к разгрузке силового оборудования и снижению в нем потерь. При избытке реактивной мощности устанавливаются реакторы, которые как нагрузка несут индуктивный характер.

### **3 Самостоятельная работа студентов**

3.1 Методические указания по проведению самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов включает изучение лекционного материала и дополнительной литературы по дисциплине при подготовке к занятиям, работу в библиотеке, написание реферата по предложенной теме и сдачу зачета. Контроль степени усвоения материала осуществляется с помощью вопросов для самопроверки. Также на каждой лекции предусмотрен 15 минутный опрос студентов по ранее (и самостоятельно) изученному материалу.

#### **Тема 1. Введение.**

Основные понятия и определения. Краткие сведения по истории развития электрических сетей. Современные проблемы в энергосистемах. Особенности инженерных расчетов. Особенности технико-экономических расчетов.

Вопросы для самопроверки.

1. Первые сведения о применении электроэнергии. Первый источник электроэнергии.
2. Что такое «энергетика»?

3. Чем занимается специальность «Электроэнергетические системы и сети»
4. В чем заключаются инженерные и технико-экономические расчеты?
5. Какова роль инженера в современном обществе?

### **Тема 2. Электрические сети.**

Классификация электрических сетей. Номинальное напряжение электропередачи. Примеры схем электропередачи. Основные параметры характеризующие режимы в электрических сетях - 2 часа.

Вопросы для самопроверки:

1. Системообразующие сети.
2. Распределительные сети.
3. Что такое стандартный ряд номинальных напряжений?
4. Что такое потоки мощности (активной, реактивной), угол разворота векторов относительно базисного узла (дельта), уровень напряжения и отклонение его от номинального?

### **Тема 3. Основное оборудование, используемое для передачи электрической энергии**

Общие положения. Трансформаторы: классификация, режимы работы, основные электрические параметры. Выключатели: маркировка, назначение, основные конструкционные элементы. Разъединители: маркировка назначение. Линии электропередачи: основные элементы – опоры, провода, изоляторы, линейная арматура; маркировка основных элементов, назначение - 2 часа.

Вопросы для самопроверки:

1. В каких режимах могут работать трансформаторы?
2. Какие условия должны соблюдаться при параллельном подключении трансформаторов в работу?
3. Назовите основные способы гашения дуги в выключателях?
4. Что такое анкерная опора? В каких случаях она устанавливается?
5. Основные элементы линейной арматуры.
6. Типы подвесных изоляторов.

### **Тема 4. Источники питания.**

Классификация источников питания. Схемы распределительных устройств. Типы генераторов. Режимы работы – 2 часа.

Вопросы для самопроверки:

1. Тепловые электрические станции.
2. Атомные электрические станции
3. Гидроэлектростанции.
4. Узловые районные подстанции.

### **Тема 5. Защита, управление и автоматизация электроэнергетических систем**

Основные типы защит. Свойства защит. Защиты линий электропередачи. Защиты трансформаторов. Защиты силовых агрегатов.

Вопросы для самопроверки.

1. Защита линий электропередач, назначение и принципы работы.
2. Защита трансформаторов, назначение и принципы работы.
3. Свойства защит.
4. Основные требования, предъявляемые к свойствам защит.
5. Аварийные процессы в ЭЭС.

### **Тема 6. Качество электроэнергии.**

Основные показатели качества. Источники искажения качества. Влияние источников искажения на качество электроэнергии. Нормирование показателей качества.

Вопросы для самопроверки.

1. Основные показатели качества электроэнергии.
2. Источники искажения качества электроэнергии.
3. Влияние источников искажения на качество электроснабжения.
4. Нормирование показателей качества электроэнергии. Допустимые отклонения.
5. Мероприятия по улучшению качества электроэнергии.

### **Тема 7. Потери энергии в электрических сетях.**

Баланс активной и реактивной мощности. Состав потерь электрической

энергии. Организация учета электроэнергии.

Вопросы для самопроверки.

1. Понятие потерь электроэнергии. Виды и причины возникновения потерь.
2. Что такое баланс активной и реактивной мощности?
3. Какие способы снижения потерь электроэнергии вы знаете?
4. Система учета и контроля потерь электроэнергии.
5. Технические средства позволяющие снизить потери электроэнергии.

### 3.2 График самостоятельной учебной работы студентов

График самостоятельной работы студентов по дисциплине на каждый семестр с указанием ее содержания, объема в часах, сроков и форм контроля показан в пункте 1.6. В пункте 3.1 более подробно расписано содержание самостоятельной работы студентов.

### 3.3 Методические указания по выполнению домашних заданий

Целью выполнения домашнего задания является самостоятельное изучение материала при подготовке к следующему занятию. Основным типом домашнего задания для данной дисциплины являются рефераты и доклады.

Преподавателем выдается тема реферата (доклада) с указанием литературы, которая может быть использована. В реферате (докладе) раскрывается суть поставленного вопроса, обсуждаются основные проблемы, раскрываются задачи данной темы. В конце реферата (доклада) студент должен сделать выводы, подвести итог о выше сказанном.

Ниже показан пример реферата на тему **«Турбогенератор»**.

#### 1. Общая характеристика турбогенератора.

Турбогенераторы предназначены для выработки электроэнергии в продолжительном номинальном режиме работы при непосредственном соединении с паровыми или газовыми турбинами. Турбогенераторы устанавливаются на тепловых и атомных электростанциях.

В зависимости от мощности турбогенераторы подразделяются на три основные группы: мощностью до 32 МВт, 60 – 320 МВт и выше 500 МВт. По

частоте вращения различают турбогенераторы четырех полюсные 1500 об/мин и двухполюсные 3000 об/мин для сети 50 Гц.

По виду приводной турбины турбогенераторы классифицируются на генераторы, приводимые во вращение паровой турбиной, и генераторы с приводом от газовой турбины.

По системе охлаждения турбогенераторы подразделяются на машины с воздушным, с косвенным водородным, непосредственным водородным и жидкостным охлаждением.

По применяемой системе возбуждения турбогенераторы классифицируются на машины со статической системой самовозбуждения, независимой тиристорной системой возбуждения и бесщеточным возбуждением.

Турбогенераторы имеют закрытое исполнение, обеспечивающее систему самовентиляции по замкнутому циклу.

Циркуляция охлаждающего воздуха в турбогенераторе осуществляется внутренними вентиляторами, укрепленными по обеим сторонам бочки ротора. Для уменьшения попадания пыли внутрь корпуса статора на валу предусмотрены воздушные уплотнения. Для восполнения утечек воздуха предусмотрен засос воздуха из окружающей среды через фильтры, расположенные на внешних щитах.

Сердечник статора состоит из разделенных вентиляционными каналами пакетов. Пакеты набираются из сегментов электротехнической стали толщиной 0,5 мм. Обмотка статора – двухслойная с укороченным шагом. При эксплуатации турбогенераторов контроль нагрева осуществляется термометрами сопротивления, установленными в пазах в местах максимальных температур. Обмотка имеет шесть выводов, которые проходят через встроенные трансформаторы тока.

Ротор турбогенератора изготовлен из цельной стальной поковки. В точке ротора выполнены пазы, в которые уложена обмотка возбуждения. Изоляция – класса нагревостойкости F с допустимой рабочей температурой 145 °С.

Лобовые части обмотки закрыты немагнитными роторными бандажами,

имеющими горячую посадку на центрирующие кольца. Ротор динамически балансируется. Для увеличения поверхности теплоотдачи на бочке ротора выполнено рифление.

Контактные кольца изготавливаются из износостойкой стальной поковки и насаживаются на вал с промежуточной изолировочной втулкой.

Щеточная траверса состоит из двух металлических шин, собранных на стальных шпильках, и крепится к кожуху контактных колец. Траверса и контактные кольца закрыты кожухом. Смазка подшипников скольжения - циркуляционная под давление от масляной системы турбины. Подшипник со стороны контактных колец изолирован от фундаментной плиты, маслопровода и электропровода подсвета слива масла.

Контроль температуры активных частей генератора, подшипников, охлаждающего воздуха и воды осуществляется термометрами.

## 2. Системы возбуждения генераторов.

В качестве основной системы возбуждения для генераторов серии Т используется бесщеточная система возбуждения с автоматическим регулятором возбуждения; бесщеточный возбудитель – консольного типа закрытого исполнения с замкнутым циклом вентиляции.

Для возбуждения турбогенераторов серии ТВФ используется полупроводниковая система независимого возбуждения. Возбудителем является индуктивный генератор повышенной частоты с воздушным охлаждением. В корпус генератора встроено выпрямительное устройство и возбудитель. Исполнения возбудителя – закрытое, с самовентилиацией по замкнутому циклу. Подшипники – щитовые с принудительной смазкой.

Для турбогенераторов мощностью 160 – 800 МВт применяется тиристорная система независимого возбуждения. В качестве возбудителя используются синхронные трехфазные генераторы переменного тока. Генераторы имеют замкнутую воздушную вентиляцию, воздух охлаждается охладителями, встроенными в корпус статора. Возбудители имеют два стояковых подшипника скольжения с принудительной смазкой. Возбуждение регулируется автоматическим

регулятором.

Возбуждение турбогенераторов мощностью 1000 – 1200 МВт осуществляется по независимой схеме с помощью бесщеточного возбудителя, соединенного с валом турбогенератора. Возбудители представляют собой обращенные синхронные генераторы повышенной частоты, которые питают обмотку возбуждения турбогенераторов через вращающиеся диодные выпрямители.

Турбогенераторы серии ТГВ имеют тиристорные системы возбуждения. Для турбогенераторов мощностью 200 – 300 МВт применяется статическая система самовозбуждения с питанием обмотки ротора от шин турбогенератора через выпрямительный трансформатор с преобразованием переменного тока в постоянный посредством статических тиристорных преобразователей.

Для турбогенераторов мощностью 500 МВт применяется независимая тиристорная система возбуждения с питанием обмотки ротора от вспомогательного синхронного трехфазного генератора, с преобразователем переменного тока в постоянный с помощью статических тиристорных преобразователей.

### 3. Режим работы турбогенераторов.

При изменении напряжения на выводах обмотки статора в пределах  $\pm 5\%$  номинального генератор развивает номинальную мощность при номинальном коэффициенте мощности. При этом ток в обмотке статора соответственно изменяется в пределах  $\pm 5\%$ . Работа генератора разрешается при напряжении на выводах обмотки статора не более  $110\%$  номинального.

При отклонениях частоты в пределах  $\pm 2,5\%$  номинальной номинальная мощность генератора сохраняется.

Генератор сохраняет номинальную мощность при одновременных отклонениях напряжения и частоты при условии, что в режимах работы с повышенным напряжением и пониженной частотой сумма абсолютных отклонений напряжения и частоты не должна превышать  $6\%$ .

В аварийных условиях генераторы допускают кратковременные перегрузки по токам статора и ротора.

Допускается продолжительная работа генератора при несимметричной

нагрузке, если ток обратной последовательности не превышает 8 % номинального значения тока статора, а токи в фазах не превышают номинального значения.

При несимметричных коротких замыканиях по термической стойкости ротора турбогенераторы должны выдерживать значения произведения квадрата тока обратной последовательности в относительных единицах на допустимое время работы в секундах.

Генератор допускает в аварийных условиях кратковременную работу без возбуждения в асинхронном режиме. Длительность работы без возбуждения не должна быть более 15 мин, допустимая нагрузка при этом – не более 40 % номинальной. Нагрузка должна быть снижена до 60 % номинальной в течение первых 30 с после потери возбуждения.

В нормальных условиях генератор должен включаться в сет методом точной синхронизации. В аварийных условиях допускается включение в сеть методом самосинхронизации, при этом ток статора, рассчитанный по сверхпереходному индуктивному сопротивлению, не должен превышать трехкратного номинального значения.

Номинальная температура охлаждающего водорода 40 ° С. При снижении температуры холодного водорода ниже номинальной мощность генератора повышать не разрешается. Снижение температуры водорода ниже 20 ° С не рекомендуется. При повышении температуры холодного водорода выше номинальной мощность должна быть уменьшена.

Температура холодного дистиллята должна находиться в пределах 35-45 ° С. Номинальная температура охлаждающей воды в газоохладителях 33 ° С. Наименьшая температура охлаждающей воды 15 ° С.

#### 3.4 Фонды домашних заданий

Домашние задания выполнены в виде перечня тем рефератов.

Комплект домашних заданий (темы рефератов).

1. Альтернативные источники энергии.
2. Производство электрической энергии.

3. Потребители электрической энергии.
4. Основные задачи электрификации
5. Основное оборудование тепловых станций. Турбогенератор.
6. Основное оборудование гидроэлектростанций. Гидрогенератор.
7. Атомные электрические станции.
8. Опоры воздушных линий электропередачи.
9. Арматура, применяемая в воздушных линиях электропередачи.
10. Дальние линии электропередачи.
11. Распределительные устройства и схемы соединений.
12. Основное оборудование подстанций. Трансформатор.
13. Основное оборудование подстанций. Элегазовый выключатель.
14. Основное оборудование подстанций. Воздушный выключатель.
15. Основное оборудование подстанций. Масляный выключатель.
16. Изоляторы (фарфоровые, стеклянные, полимерные).
17. Показатели качества электроэнергии.
18. Потери электроэнергии. Основные понятия. Способы уменьшения потерь.
19. История развития электротехники.
20. Материалы, используемые для изоляции.
21. Кабельные линии электропередачи.
22. Понятие об автоматизации систем электроснабжения. АВР, АПВ, АЧР.
23. Надежность электроснабжения потребителей электроэнергии.
24. Система учета электроэнергии. Назначение и организация учета.
25. Влияние электроэнергетики на человеческое общество и окружающую среду.
26. Самонесущие изолирующие провода.

#### **4 Методические указания по применению информационных технологий**

К информационному обеспечению можно отнести следующие ресурсы:

1. Система автоматизации библиотек «IRBIS». Данная система, предназначенная для обеспечения возможности поиска информации о книжном фонде библиотеки ВУЗа. Система позволяет искать информацию о библиотечном издании по следующим критериям: ключевые слова, автор, заглавие, год издания и др.;

2. Информационная система нормативных документов «Kodeks». Система, предназначенная для поиска нормативных документов, применяемых в области энергетики.

3. Всемирная сеть InterNet. Данная сеть позволяет иметь доступ к информационным ресурсам всего мира и университета в частности. Адрес сайта Амурского государственного университета [www.amusru.ru](http://www.amusru.ru). В частности на данном сайте можно своевременно узнать о событиях в ВУЗе, получить доступ к информационным ресурсам университета, в том числе к информации об аттестации, лицензировании.

4. Локальная библиотека кафедры Энергетики «Студент». Данный ресурс представляет собой электронные варианты книжного фонда, необходимого для учебного процесса.

В процессе обучения используются электронные презентации лекций с элементами активного обучения. Перечень лекций: «Выработка электроэнергии на электростанциях»; «Передача и распределение электроэнергии». Использование медиапроектора для просмотра фильма «Воздушные линии электропередач с применением самонесущих изолирующих проводов».

**5 Программные продукты, реально используемые в практической деятельности выпускника.**

В процессе изучения дисциплины «Введение в специальность» студент при подготовке к домашним заданиям, к лекционным курсам использует программные продукты. Но применение этих программ происходит поверхностно, т.е. даются основные понятия. Подробное изучение этих программ проводится по дисциплине «Пакеты прикладных программ», «Математические модели».

1. На кафедре имеется программное обеспечение. Оно представляет собой программы необходимые для учебного процесса и которое может каждый студент установить себе, для освоения учебного материала на собственных персональных компьютерах.

*Программы для ознакомления студентов:*

1. MS Visio (2002, 2003); графический редактор
2. MathCad (2000, 2001, 2003) – система математических расчетов;
3. MatLab – система моделирования;
4. Modus – Тренажерный комплекс;
5. SDO-6 – Расчет режимов и оптимизация режимов ЭЭС;
6. RASTR, RastWin – Расчет режимов электрических систем;
7. Energy1 – Расчет сети;
8. Uchet – Учет электроэнергии;
9. Kaktys – контролирующая и обучающая программа;
10. Tkz-3000v.lut – Расчет токов короткого замыкания;
11. Runge – Расчет уравнений движения работы синхронных машин;
12. Curspm G2, Curspm G2 – Автоматизированный расчет графиков электрических нагрузок;
13. «Krnnet» – Расчет технико-экономических параметров эл.сети;
14. Delphi-6.0 – система быстрой разработки программ;
15. Model – Моделирование параметров режима.

## **6 Материалы по контролю качества образования**

### **6.1 Методические указания по организации контроля знаний студентов**

На лекциях проводится блиц-опрос (текущий контроль) по пройденному материалу, проверка домашнего задания, т.е. обсуждение рефератов (докладов). В конце семестра проводится зачет (вопросы к зачету приведены ниже в пункте 6.3).

План проведения блиц-опроса:

1. Напоминается тема предыдущего занятия;
2. Студентам задается 4 – 5 вопросов по предыдущей теме занятия;

3. Проводится анализ полученных ответов.

6.2 Фонд заданий для блиц-опроса

Блиц-опрос №1.

**Тема 1. Введение.**

Основные понятия и определения. Краткие сведения по истории развития электрических сетей. Современные проблемы в энергосистемах. Особенности инженерных расчетов. Особенности технико-экономических расчетов.

Вопросы для самопроверки.

6. Первые сведения о применении электроэнергии. Первый источник электроэнергии.
7. Что такое «энергетика»?
8. Чем занимается специальность «Электроэнергетические системы и сети»
9. В чем заключаются инженерные и технико-экономические расчеты?
10. Какова роль инженера в современном обществе?

Блиц-опрос №2.

**Тема 2. Электрические сети.**

Классификация электрических сетей. Номинальное напряжение электропередачи. Примеры схем электропередачи. Основные параметры характеризующие режимы в электрических сетях - 2 часа.

Вопросы для самопроверки:

1. Системообразующие сети.
2. Распределительные сети.
3. Что такое стандартный ряд номинальных напряжений?
4. Что такое потоки мощности (активной, реактивной), угол разворота векторов относительно базисного узла (дельта), уровень напряжения и отклонение его от номинального?

Блиц-опрос №3.

**Тема 3. Основное оборудование, используемое для передачи электрической энергии**

Общие положения. Трансформаторы: классификация, режимы работы,

основные электрические параметры. Выключатели: маркировка, назначение, основные конструкционные элементы. Разъединители: маркировка назначение. Линии электропередачи: основные элементы – опоры, провода, изоляторы, линейная арматура; маркировка основных элементов, назначение - 2 часа.

Вопросы для самопроверки:

1. В каких режимах могут работать трансформаторы?
2. Какие условия должны соблюдаться при параллельном подключении трансформаторов в работу?
3. Назовите основные способы гашения дуги в выключателях?
4. Что такое анкерная опора? В каких случаях она устанавливается?
5. Основные элементы линейной арматуры.
6. Типы подвесных изоляторов.

Блиц-опрос №4.

#### **Тема 4. Источники питания.**

Классификация источников питания. Схемы распределительных устройств. Типы генераторов. Режимы работы – 2 часа.

Вопросы для самопроверки:

1. Тепловые электрические станции.
2. Атомные электрические станции
3. Гидроэлектростанции.
4. Узловые районные подстанции.

Блиц-опрос №5.

#### **Тема 5. Защита, управление и автоматизация электроэнергетических систем**

Основные типы защит. Свойства защит. Защиты линий электропередачи. Защиты трансформаторов. Защиты силовых агрегатов.

Вопросы для самопроверки.

1. Защита линий электропередач, назначение и принципы работы.
2. Защита трансформаторов, назначение и принципы работы.
3. Свойства защит.

4. Основные требования, предъявляемые к свойствам защит.
5. Аварийные процессы в ЭЭС.

#### Блиц-опрос №6.

#### **Тема 6. Качество электроэнергии.**

Основные показатели качества. Источники искажения качества. Влияние источников искажения на качество электроэнергии. Нормирование показателей качества.

Вопросы для самопроверки.

4. Основные показатели качества электроэнергии.
5. Источники искажения качества электроэнергии.
6. Влияние источников искажения на качество электроснабжения.
4. Нормирование показателей качества электроэнергии. Допустимые отклонения.
5. Мероприятия по улучшению качества электроэнергии.

#### Блиц-опрос №7.

#### **Тема 7. Потери энергии в электрических сетях.**

Баланс активной и реактивной мощности. Состав потерь электрической энергии. Организация учета электроэнергии.

Вопросы для самопроверки.

1. Понятие потерь электроэнергии. Виды и причины возникновения потерь.
2. Что такое баланс активной и реактивной мощности?
3. Какие способы снижения потерь электроэнергии вы знаете?
4. Система учета и контроля потерь электроэнергии.
5. Технические средства позволяющие снизить потери электроэнергии.

#### 6.3 Итоговый контроль

В конце семестра, на зачетной неделе проводится зачет.

Контрольные вопросы к зачету по дисциплине «Введение в специальность».

#### **Билет № 1**

1. Первые сведения о применении электроэнергии. Первый источник электроэнергии.

2. Категории потребителей электроэнергии. Понятие надежности.

**Билет № 2**

1. Изобретение электромашинного генератора.

2. Применяемые в электротехнике изоляционные материалы.

**Билет № 3**

1. Формирование электротехнической промышленности.

2. Понятие о внутренней и внешней изоляции.

**Билет № 4**

1. Современные проблемы при передаче и распределении электрической энергии.

2. Назначение релейной защиты. Понятие селективности.

**Билет № 5**

1. Потери электроэнергии при передаче. Состав потерь.

2. Оперативные переключения.

**Билет № 6**

1. Схема устройства трансформатора. Принцип работы.

2. Диспетчерский пункт электроснабжения. Его устройство.

**Билет № 7**

1. Режимы работы трансформатора.

2. Понятие об автоматизации. АВР и АПВ. АЧР.

**Билет №. 8**

1. Современное исполнение трансформаторов. Условные обозначения обмоток трансформаторов. Маркировка.

2. Показатели качества электроэнергии. Отклонение напряжения. Колебания напряжения. Несинусоидальность напряжения.

**Билет № 9**

1. Выключатели. Маркировка. Исполнение. Назначение.

2. Несимметричные режимы ЭЭС.

**Билет № 10**

1. Разъединители. Типы разъединителей. Маркировка. Назначение.
2. Баланс электрической энергии.

**Билет № 11**

1. Линии электропередач. Основные элементы.
2. Основные способы уменьшения потерь электроэнергии.

**Билет № 12**

1. Опоры воздушных линий электропередачи. Маркировка. Назначение.
2. Организация учета электроэнергии.

**Билет № 13**

1. Изоляторы. Типы изоляторов. Назначение.
2. Баланс электрической энергии и мощности.

**Билет № 14**

1. Проходные изоляторы.
2. Источники питания. Типы источников питания.

**Билет № 15**

1. Подвесные изоляторы.
2. Схемы распределительных устройств источников питания.

**Билет № 16**

1. Опорные изоляторы.
2. Явнополюсный синхронный генератор.

**Билет № 17**

1. Материалы используемые для исполнения изоляции.
2. Неявнополюсный синхронный генератор.

**Билет № 18**

1. Провода воздушных линий. Маркировка. Назначение.
2. Компенсация реактивной мощности.

**Билет № 19**

1. Самонесущие изолированные провода.
2. Синхронный компенсатор.

**Билет № 20**

1. Линейная арматура.
2. Батарея статических конденсаторов.

**Билет № 21**

1. Распределительные устройства подстанций. Основные элементы.
2. Классификация электрических сетей.

**Билет № 22**

1. Схемы распределительных устройств подстанций.
2. Что такое дальние электрические передачи сверхвысокого напряжения?

**Билет № 23**

1. Измерительные трансформаторы. Маркировка. Назначение.
2. Источники питания находящиеся в нашем регионе.

**Билет № 24**

1. Трансформаторы тока.
2. Что такое электроэнергетическая система? Как осуществляются межсистемные связи?

**Билет № 25**

1. Трансформаторы напряжения.
2. Дальневосточная Региональная Сетевая Компания. Ее функции.

**7 Карта обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподавательского состава**

Лекции	Практические занятия (библиотека)	Самостоятельная работа	Зачет
Старший преподаватель кафедры Энергетики Тоушкин Алексей Геннадьевич	Зав. Сектором научной библиотеки Пацкевич Валерия Викторовна	Пацкевич Валерия Викторовна, Тоушкин Алексей Геннадьевич.	Старший преподаватель кафедры Энергетики Тоушкин Алексей Геннадьевич

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебно-методический комплекс ориентирован на оказание помощи студентам очной формы обучения по специальности 140205 «Электроэнергетические системы и сети» для формирования фундаментальных знаний обо всех разделах энергетики и их взаимосвязях, об энергетических системах и основных, происходящих в них процессах преобразования, передачи и потребления электроэнергии.

В данном учебно-методическом комплексе отражены полные вопросы: показана рабочая программа дисциплины; подробно описан график самостоятельной учебной работы студентов по дисциплине на каждый семестр с указанием ее содержания, объема в часах, сроков и форм контроля; расписаны методические указания по проведению самостоятельной работы студентов; предложен краткий конспект лекций по данному курсу; методические рекомендации по выполнению домашних занятий; показан перечень программных продуктов, реально используемых в практике деятельности студентов; комплекты заданий для домашних заданий; фонд тестовых заданий для оценки качества знаний по дисциплине; контрольные вопросы к зачету; карта обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподавательского состава.