

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 140204 – «Электрические станции»

Составитель: доцент А.Г. Ротачева

Благовещенск 2007 г.

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
энергетического факультета
Амурского государственного
университета

А.Г. Ротачева

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Введение в специальность» для студентов очной формы обучения специальности 140204 «Электрические станции». - Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2007. – 65 с.

Учебно-методические рекомендации ориентированы на оказание помощи студентам очной формы обучения по специальности 140204 «Электрические станции» 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

Введение	4
1. Рабочая программа дисциплины	6
2. Краткий конспект лекций	13
3. Самостоятельная работа студентов	41
3.1. Методические указания по проведению самостоятельной работе студентов	41
3.2. График самостоятельной учебной работы студентов	44
3.3. Методические указания по выполнению домашнего задания	45
3.4. Комплекты домашних заданий	56
4. Методические указания по проведению информационных технологий	56
5. Программные продукты, реально используемые в практической деятельности выпускника	57
6. Материалы по контролю качества образования	58
6.1. Методические указания по организации контроля знаний студентов	58
6.2. Фонд заданий для проведения блиц-опроса	59
6.3. Итоговый контроль	61
7. Карта обеспеченности дисциплины профессорско-преподавательского состава	64
Заключение	65

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 140204 – «Электрические станции» и типовой программы по специальности.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Амурский государственный университет»

(ГОУВПО «АмГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УНР
_____ Е.С. Астапова
личная подпись, И.О.Ф
" ____ " _____ 2006 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине "Введение в специальность"
для специальностей:
140204 – "Электрические станции"

Курс	<i>1</i>	Семестр	<i>1</i>
Лекции	<i>18 (час.)</i>		
Практические (семинарские) занятия	<i>_____ 8(час.)</i>	Зачет	<i>1 (семестр)</i>
Самостоятельная работа	<i>10 (час.)</i>		
Всего часов	<i>36 (час.)</i>		
Составитель	<i><u>А.Г. Ротачева, доцент</u></i>		
Факультет	<i>Энергетический</i>		
Кафедра	<i>Энергетики</i>		

2006 г.

Рабочая программа составлена на основании *Государственного образовательного стандарта ВПО по направлению подготовки дипломированного специалиста 650900 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА специальности 140204 – «Электрические станции»*.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры *Энергетики*
" __ " _____ 2006 г., протокол № _____
Заведующий кафедрой _____ Н.В. Савина

Рабочая программа одобрена на заседании _____
УМС
(наименование специальности)
" __ " _____ 2006 г., протокол № _____

Председатель _____ Н.В. Савина
(подпись, И.О.Ф.)

Рабочая программа переутверждена на заседании кафедры от _____
протокол № _____ .
Зав.кафедрой _____
подпись _____ Ф.И.О. _____

СОГЛАСОВАНО
Начальник УМУ
_____ Г.Н.Торопчина
(подпись, И.О.Ф.)
« ____ » _____ 2006 г.

СОГЛАСОВАНО
Председатель УМС факультета
_____ Ю.В.Мясоедов
(подпись, И.О.Ф.)
« ____ » _____ 2006 г.

СОГЛАСОВАНО
Заведующий выпускающей
кафедрой
Энергетики
_____ Н.В.
Савина
(подпись, И.О.Ф.)
« ____ » _____ 2006 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Государственный образовательный стандарт предусматривает изучение курса "Введение в специальность" для специальности 140204. Одна из экономических задач нашей страны - это разработка комплексных программ технического перевооружения и реконструкции производства, его непрерывного обновления на основе современной техники и передовой технологии.

Все это целиком распространяется на электрические станции. Специальности учитывают деятельность инженера по производству электрической энергии как специалиста исследователя по электрическим станциям; как проектировщика, электромонтажника и наладчика при новом строительстве и техническом перевооружении действующих предприятий.

Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель преподавания дисциплины состоит в том, чтобы дать основные сведения об электрических станциях и подстанциях. Даются представления о видах и типов, электрических станций и подстанций и электрооборудования

Задачи изучения дисциплины - освоение студентами типовых о видах и типов, электрических станций и подстанций и электрооборудования.

СТАНДАРТ ПО ПРЕДМЕТУ (выдержки)

Студент должен понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, основные проблемы дисциплины, определяющей конкретную область его деятельности, видеть их взаимосвязь в целостной системе знаний.

ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ КУРСА

В лекционном курсе в целостной форме обобщают полученные ранее знания по физике, истории и на базе этого формируются представления о современных электрических станциях и подстанциях, включая их оборудование и о перспективном прогрессивном развитии энергетики этих станций.

ЗНАНИЯ И УМЕНИЕ СТУДЕНТА

Студенты должны знать: принципы преобразования электрической энергии, синхронные генераторы, синхронные и асинхронные электродвигатели в процессе их эксплуатации; электрическую часть конденсационных, теплофикационных, атомных и гидравлических электростанций.

Студенты должны уметь пользоваться справочной литературой, знать маркировку трансформаторов, уметь ее расшифровывать, знать основные схемы электрических станций.

ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС (18 часов)

1. ВВЕДЕНИЕ

Основные понятия и определения - (2 часа).

2. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ - (6 часов)

Типы электрических станций, общие принципы компоновки, компоновка тепловых и атомных электростанций, особенности компоновки гидроэлектростанций.

3 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ - (6 часов)

Общие положения. Генераторы. Типы генераторов и их параметры, система охлаждения генераторов, система возбуждения.

Трансформаторы. Схема устройства, холостой ход и короткое замыкание. Основные понятия величины. Особенности технического выполнения трансформаторов. Условия обозначения и маркировка.

4. ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ - (4 час)

Основное вспомогательное оборудование электростанций и подстанций: выключатели, разъединители, трансформаторы тока, напряжения, разрядники, реакторы.

8 часов обзорных лекций читает библиотека.

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

Включает в себя изучение лекционного материала, справочной литературы.

КОНТРОЛИРУЮЩИЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Первые сведения о применении электроэнергии, Первый источник электроэнергии.
2. Гальванические схемы. Батареи из них.
3. Изобретение электромашинного генератора.
4. Типы электрических станций.
5. Тепловые электростанции.
6. Гидравлические электростанции.
7. Гидроаккумулирующие электростанции.
8. Атомные электростанции.
9. Виды генераторов.
10. Виды трансформаторов.
11. Схема устройства трансформатора.
12. Режимы работы трансформатора.
13. Внешняя характеристика трансформаторов.
14. Условные обозначения обмоток трансформаторов. Маркировка.
15. Режим работы генераторов.
16. Асинхронные двигатели.
17. Категории потребителей эл.энергии.
18. Электрооборудование эл.станций и подстанций.
19. Типы выключателей.
20. Типы разъединителей.
21. Трансформаторы тока.
22. Трансформаторы напряжения.
23. Опорные изоляторы.
24. Предохранители.

Задания для самостоятельной работы студентов.

В процессе изучения дисциплины (после каждого практического занятия) студенты последовательно разрабатывают предложенные

преподавателем вопросы к самостоятельной работе и защищают реферат согласно графику, указанному в учебно-методической (технологической) карте дисциплины.

Учебные пособия:

1. Слайды на медио проекторе.
2. Видео фильмы на DVD.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература.

1. Рожкова Л.Д., Корнеева Л.К. Чиркова Т.В. Электрооборудование электрических станций и подстанций.- М.: Академия, 2005.
2. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики. Учебник. – М.: Инфра – М.,2006.- 272с.
3. Основы современной энергетики. Курс лекций. В 2-х томах. / Под редакцией Е.В. Аметистова – М.: Издательство МЭИ, 2002. ч.1 Современная теплоэнергетика.

Дополнительная литература.

1. Эл. часть станций и подстанций. Под редакцией А.А.Васильева. М: Энергоатомиздат, 1990г. 576 с.
2. С.В.Усов., В.В.Каштан., Е.Н.Кизеветер., Б.Н.Михалев и др. Эл. часть станций и подстанций. М: Энергоатомиздат.
3. Правила оформления дипломных и курсовых работ. Стандарт. – Благовещенск: АмГУ, 2004.-44с.

4. Учебно-методическая (технологическая) карта дисциплины.

Номер недели	Номер темы	Вопросы, изучаемые на лекции	Занятия (номера)		Используемые нагляд. и метод. пособия	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
			практич. (семина.)	лаборат.		содерж.	часы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	Основные понятия и определения об электрических станциях			Уч.пособие по курсу Эл.вар.			Блиц опрос
2	2	Общие характеристики электростанций			Фильмы по курсу.			Блиц опрос
3	2	Общие характеристики электростанций			Уч.пособие по курсу Эл.вар.			Блиц опрос
4	2	Общие характеристики электростанций			Уч.пособие по курсу Эл.вар.			Блиц опрос
5	3	Преобразование электрической энергии			Схемы.эл.вар.			Защита реферата
6	3	Преобразование электрической энергии			Фильмы по курсу.			
7	3	Преобразование электрической энергии			Схемы.эл.вар.			Защита реферата
8	4	Оборудование электрических станций			Фильмы по курсу.			
9	4	Оборудование электрических станций			Схемы.эл.вар.			Защита реферата

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 человеком) 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 отдельной

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. Общие характеристики электростанций (6 часа)

Виды электрических станций: тепловая электрическая станция (ТЭС), гидроэлектростанция (ГЭС), атомная электрическая станция (АЭС), приливная электростанция (ПЭС), гидроаккумулирующая станция (ГАЭС), теплоэлектроцентраль (ТЭЦ), тепловая конденсационная электрическая станция и др.

Тепловые конденсационные электрические станции (КЭС).

На тепловых электростанциях энергия сжигаемого топлива преобразуется в котле в энергию водяного пара: приводящего во вращение турбоагрегат (паровую турбину, соединенную с генератором). Механическая энергия вращения преобразуется генератором в электрическую. Топливом для электростанций служат уголь, торф, горючие сланцы, а так же газ и мазут. В отечественной энергетике на долю КЭС приходится до 60% выработки электроэнергии.

Основными особенностями КЭС являются: удаленность от потребителей электроэнергии, что определяет в основном выдачу мощности на высоких и сверхвысоких напряжениях, и блочный принцип построения электростанции. Мощность современных КЭС обычно такова: что каждая из них может обеспечить электроэнергией крупный район страны. Отсюда еще одно название э/станций этого типа - ГРЭС.

Энергоблок представляет как бы отдельную электростанцию со своим основным и вспомогательным оборудованием и центром управления - блочным щитом. Связей между соседними энергоблоками по технологическим линиям обычно не предусматривается. Построение КЭС по блочному принципу дает определенные технико-экономические преимущества, которые заключаются в следующем:

- облегчается применение пара высоких и сверхвысоких параметров вследствие более простой системы паропроводов, что особенно важно для освоения агрегатов большой мощности;
- упрощается и становится более четкой технологическая схема электростанции, вследствие чего увеличивается надежность работы и облегчается эксплуатация;
- уменьшается, а в отдельных случаях может вообще отсутствовать тепломеханическое оборудование;
- сокращается объем строительных и монтажных работ;
- уменьшаются капитальные затраты на сооружение электростанции;
- обеспечивается удобное расширение электростанции, причем новые энергоблоки при необходимости могут отличаться от предыдущих по своим параметрам.

Технологическая схема КЭС состоит из нескольких систем: топливоподачи; топливоприготовления; основного пароводяного контура вместе с парогенератором и турбиной; циркуляционного водоснабжения;

водоподготовки; золоулавливания и золоудаления и, наконец, электрической части станции.

Механизмы и установки, обеспечивающие нормальное функционирование всех этих элементов, входят в так называемую систему собственных нужд станции (энергоблока).

Наибольшие энергетические потери на КЭС имеют место в основном пароводяном контуре, а именно в конденсаторе, где отработавший пар, содержащий еще большее количество тепла, затраченного при парообразовании, отдает его циркуляционной воде. Тепло с циркуляционной водой уносится в водоемы, т.е. теряется. Эти потери в основном определяют к.п.д. электростанции, даже для самых современных КЭС не более 40-42%.

Электроэнергия, вырабатываемая электростанцией, выдается на напряжение 110-750 кВ, и лишь часть ее отбирается на собственные нужды через трансформатор собственных нужд, подключенный к выводам генератора.

Генераторы и повышающие трансформаторы соединяют в энергоблоки и подключают к распределительному устройству высокого напряжения, которое обычно выполняется открытыми (ОРУ). Варианты расположения основных сооружений могут быть различными.

Современные КЭС оснащаются в основном энергоблоками 200-800 МВт. Применение крупных агрегатов позволяет обеспечить быстрое наращивание мощностей электростанции, приемлемые себестоимость электроэнергии и стоимость установленного киловатта мощности станции.

Современные КЭС весьма активно воздействуют на окружающую среду: на атмо- гидро- и литосферу. Влияние на атмосферу складывается в большом потреблении воздуха для горения топлива и в выбросе значительного количества продуктов сгорания. Это в первую очередь газообразные окислы углерода: серы: азота: ряд которых имеют очень высокую активность. Летучая зола, прошедшая через золоуловители загрязняет воздух.

КЭС загрязняет гидросферу большими массами теплой воды: сбрасываемыми из конденсаторов турбин: а так же промышленными стоками, хотя они проходят тщательную очистку.

Для литосферы влияние КЭС оказывается не только в том: что для работы станции извлекаются большие массы топлива, отчуждаются и застраиваются земельные угодья, но и в том: что требуется много места для захоронения больших масс золы и шлака.

Теплофикационные теплоцентрали (ТЭЦ).

Этот вид электростанций предназначен для централизованного снабжения промышленных предприятий и городов электроэнергией и теплом. Являясь: как и КЭС, тепловыми электростанциями, оно отличаются от последних использованием тепла " отработавшего " в турбинах пара для нужд промышленного производства, а так же для отопления, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения. При такой комбинированной выработке электроэнергии и тепла достигается значительная экономия топлива по сравнению с отдельным энергоснабжением, т.е. выработкой электроэнергии на КЭС и получением тепла от местных котельных. Поэтому ТЭЦ получили широкое распространение в районах (городах) с большим потреблением тепла и электроэнергии. В целом на ТЭЦ производится около 25% всей электроэнергии вырабатываемой в России?

Особенности технологической схемы ТЭЦ Части схемы, которые по своей структуре подобны таковым для КЭС, здесь не указаны. Основное отличие заключается в специфике пароводяного контура и способе выдачи электроэнергии.

Специфика электрической части ТЭЦ определяется расположением электростанции вблизи центров электрических нагрузок. В этих условиях часть мощности может выдаваться в местную сеть непосредственно на генераторном напряжении. С этой целью на электростанции создается

обычно генераторное распределительное устройство (ГРУ). Избыток мощности выдается в энергосистему на повышенном напряжении.

Существенной особенностью ТЭЦ является также повышенная мощность теплового оборудования по сравнению с электрической мощностью электростанции. Это обстоятельство определяет больший относительный расход электроэнергии на собственные нужды, чем на КЭС.

Размещение ТЭЦ преимущественно в крупных промышленных центрах, повышенная мощность теплового оборудования в сравнении с электрическим повышают требования к охране окружающей среды.

Гидроэлектростанция (ГЭС)

Один из важнейших способов получения электрической энергии основан на использовании водной энергии. Гидроэнергетика-отрасль техники и прикладная наука, соединяющая в себе элементы гидротехники и энергетики. В ней изучаются как способы получения электрической энергии, так и гидротехнические сооружения, необходимые для получения электрической энергии на основе использования водной энергии.

Гидроэлектростанция (ГЭС) - основной объект гидроэлектроэнергетики, она представляет собой неразрывную систему гидротехнических сооружений и оборудования для получения электрической энергии из воды. Гидроэлектростанции по-прежнему занимают особо важное место в современных энергетических системах, выполняя главную роль по регулированию параметров в нестационарном режиме, а также покрывая наиболее неравномерную часть графиков нагрузки. Кроме того, низкая стоимость товарной продукции ГЭС весьма положительно сказывается на ценообразовании электроэнергии на рынке её сбыта.

Главными преимуществами ГЭС являются:

- гидроэнергия возобновима (пока существует река);
- низкая стоимость электроэнергии (на порядок ниже, чем на ТЭС или АЭС);

-высокая маневренность (увеличение или уменьшение вырабатываемой гидроагрегатом энергии производится в течение нескольких секунд увеличением или уменьшением подачи воды к агрегату); маневренная (пиковая) энергия (мощность) особенно ценна, так как идет на покрытие пиков потребления энергии и является аварийным резервом энергосистем;

- относительная экологическая чистота;

-экономия трудовых ресурсов; замена действующих в России ГЭС на ТЭС и АЭС потребовала бы дополнительно 500 тыс. рабочих (с учетом шахтеров, добывающих топливо, железнодорожников, это топливо транспортирующих), для малонаселенных районов Сибири и Дальнего Востока экономия трудовых ресурсов особенно важна.

Главные недостатки ГЭС:

-потери плодородных земель, затопляемых водохранилищами
наибольшие потери плодородных земель характерны для низко и средне напорных гидроузлов

равнинных рек европейской части страны. В условиях Сибири и Дальнего Востока потери (в основном леса) в результате затоплений существенно ниже. В горных условиях (Кавказ, Памир, Алтай, Саяны) эти потери минимальны;

-водохранилища иногда приводят к ухудшению качества воды. Это обусловлено снижением скорости движения воды в водотоке и связанным с этим уменьшением естественной способности к самоочищению;

-создание водохранилищ без соответствующих компенсационных мероприятий наносит урон рыбному хозяйству. Плотины являются препятствием для миграции проходной и полу проходной рыбы. Затопление естественных нерестилищ, сильные изменения уровня воды в водохранилищах создают трудности для размножения рыб.

-негативному влиянию водохранилищ предписывается и то, что гидроэлектростанции становятся толчком для строительства в непосредственной близости от источника энергии и воды территориально-

промышленных комплексов, вредные сточные воды которых создают исключительно высокую техногенную нагрузку на воды водохранилища. Примером могут служить все Волжские и Братское водохранилища.

Главным недостатком электрической энергии является практическая невозможность ее накопления и складирования. Современные электрические аккумуляторы еще не обладают необходимой емкостью. Электрическая энергия потребляется сразу после того, как производится. Этим она отличается от любого товара.

-создание крупных водохранилищ изменяет климат региона. Зима становится мягче, а лето прохладнее.

Крупная ГЭС- это не только источник электрической электроэнергии. Появление крупной ГЭС существенно влияет на природную среду региона, а также оказывает благотворное преобразующее влияние на состояние экономики и социальную сферу.

В 60-80 годы XX века наметился некоторый спад в строительстве крупных гидроузлов. Однако, в 90-е годы спад во многих странах был преодолен. Например, в Китае, где одновременно строятся 70 плотин высотой более 15 метров, и где сооружается самая крупная ГЭС мира «Три ущелья» мощностью 18,2 млн. кВт.

Советский Союз долгие годы занимал лидирующее положение в мировой гидроэнергетике. В свое время Красноярская и Саяно-Шушенская ГЭС были самыми мощными в мире. После распада СССР лидирующее позиции России и стран СНГ были утрачены. В настоящее время Саяно-Шушенская и Красноярская ГЭС занимают соответственно шестое и седьмое место в мире.

Номер п/п	Наименование ГЭС	Страна	Установленная мощность тыс. кВт	Примечание
1	Три ущелья	Китай	18200	Строится
2	Итайпу	Италия	12600	Действующая
3	Грэнд-Кули	США	10830	Действующая
4	Гури	Венесуэла	10300	Действующая
5	Тукуруи	Бразилия	8000	Действующая

6	Саяно-шушенская	Россия	6400	Действующая
7	Красноярская	Россия	6000	Действующая
8	Ла Гранте	Канада	5328	Действующая
9	Черчил-Фулз	Канада	5225	Действующая

Крупнейшие ГЭС России

Река	Наименование ГЭС	Мощность МВт	Река	Наименование ГЭС	Мощность МВт
Енисей	Саяно-Шушенская Майнская	6721	Волга	Волжская	2541
	Красноярская	6000	Буря	Бурейская	2000
Ангара	Братская	4500	Волга	Саратовская	1315
	Усть-Илимская	4320	Зя	Зэйская	1290
	Богучанская	4000	Кама	Нижекамская	1248

Атомные электростанции

Атомные электростанции (АЭС) относятся к тепловым электрическим станциям, однако из-за ряда специфических особенностей выделяются в самостоятельную группу. Первая в мире атомная станция была пущена в 1954 году, а сейчас работают Белоярская, Нововоронежская, Ленинградская, Кольская и другие АЭС, которые постепенно будут вытеснять электростанции, работающие на органическом топливе. Коэффициент полезного действия атомных электростанций пока невысок – 20 – 30 %.

Устройство, в котором происходит процесс деления ядер с выделением теплоты, называют атомным реактором. На АЭС применяют несколько видов реакторов: водоводяные энергетические ВВЭР-440, ВВЭР-1000, РБМК-1500, а также на быстрых нейтронах.

Схема атомной электростанции показана на рис. 2. Для регулирования скорости процесса выделения теплоты (его замедления) в атомных реакторах применяют графитовые стержни. Теплота, выделяемая при получении ядерной энергии, передается в реакторе 1 охлаждающему теплоносителю (например, обычной воде, диоксиду углерода, гелию), который с помощью реакторного насоса 9 пропускается через специальный теплообменник 2, а затем с помощью насоса 8 перекачивается в парогенератор 3. Здесь вода

превращается в пар, поступающий в турбину 4. На одном валу с турбиной находится генератор (турбогенератор 5), от которого электроэнергия подается в электрическую сеть. Реактор 1 и промежуточный теплообменник 2 являются источниками радиоактивного излучения, опасного для жизни.

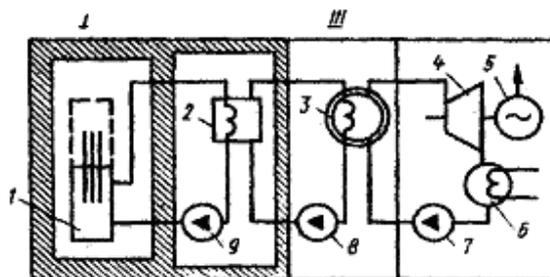


Рисунок 2. – Схема атомной электростанции

Для приема электроэнергии, вырабатываемой электростанциями, ее преобразования и электроснабжения потребителей передачи электроэнергии из одного энергорайона в другой служат электрические сети и их подстанции. В зависимости от характера потребителей, расположения и мощности электростанции в данном районе, конфигурации, длины и напряжения электрических сетей, атмосферных и других условия электрические подстанции имеют различное назначение и разнообразное оборудование.

Тема 3. Преобразование электрической энергии (6 часа)

Станции в своем названии содержат указание на то, какой вид первичной энергии, в какую вторичную энергию на них преобразуется. Например, ТЭС преобразует тепло (первичную энергию) в электрическую энергию (вторичную), ГЭС – механическую энергию движения воды в электрическую, АЭС – атомную энергию в электрическую и др.

Электроустановка – это совокупность машин, аппаратов, линий электропередачи и вспомогательных устройств, предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

Основное электрооборудование электрических станций и подстанций: синхронные генераторы, силовые трансформаторы и автотрансформаторы, синхронные и статические компенсаторы.

На современных электростанциях применяются *синхронные генераторы* трехфазного переменного тока. Первичными двигателями для них являются паровые турбины или гидротурбины. В первом случае это *турбогенератор*, а во втором – *гидрогенератор*.

Паровые турбины, являются первичными двигателями, наиболее экономичны при высоких скоростях.

Большинство *турбогенераторов* быстроходные, т.е. имеют максимальное число оборотов 3000. Если бы наши электроустановки были рассчитаны на частоту 60 Гц, то номинальное число оборотов соответственно увеличилось бы до 3600.

Генераторы небольших мощностей, соединенные с дизелями и другими поршневыми машинами, изготавливаются на 750 – 1500 об/мин.

Гидрогенераторы большой и средней мощности выполняются с вертикальным валом, в верхней части которого располагается генератор, а в нижней – гидротурбина. Мощность гидротурбины и ее скорость определяются величиной напора и расхода воды. Гидрогенераторы при больших мощностях изготавливаются на 60 – 125 об/мин, т.е. они являются тихоходными машинами.

Силовые трансформаторы и автотрансформаторы предназначены для преобразования электроэнергии переменного тока с одного напряжения на другое. Наибольшее распространение получили трехфазные трансформаторы, так как потери в их на 12 – 15 % ниже, а расход активных материалов и стоимость на 20 – 25 % меньше, чем в группе трех однофазных трансформаторов такой же суммарной мощности.

Однофазные трансформаторы применяются, если невозможно изготовление трехфазных трансформаторов необходимой мощности или затруднена их транспортировка.

Мощный трансформатор высокого напряжения представляет собой сложное устройство, состоящее из большого числа конструктивных элементов, основными из которых являются: магнитная система (магнитопровод), обмотки, изоляция, выводы, бак, охлаждающее устройство, механизм регулирования напряжения, защитные и измерительные устройства, тележка.

Силовые трансформаторы являются основным электрическим оборудованием электроэнергетических систем, обеспечивающим передачу и распределение электроэнергии на переменном трехфазном токе от электрических станций к потребителям. С помощью трансформаторов напряжение повышается от генераторного до значений, необходимых для электропередач системы (35... 750 кВ), а также многократное ступенчатое понижение напряжения до значений, применяемых непосредственно в приемниках электроэнергии (0,22...0,66 кВ).

В справочных данных на трансформаторы приводятся: тип, номинальная мощность, номинальные напряжения обмоток, потери мощности холостого хода и короткого замыкания, напряжение короткого замыкания, ток холостого хода.

На повышающих и понизительных подстанциях применяют трехфазные или группы однофазных трансформаторов с двумя или тремя отдельными обмотками. В зависимости от числа обмоток трансформаторы разделяются на двухобмоточные и трехобмоточные. Двухобмоточные трансформаторы номинальной мощностью больше 25 МВ-А выполняются с расщепленной обмоткой вторичного напряжения 6... 10 кВ. Обмотки высшего, среднего и низшего напряжений принято сокращенно обозначать соответственно ВН, СН, НН.

В настоящее время применяются трансформаторы следующих стандартных номинальных мощностей: 25,40, 63, 100, 160,250, 400,

630, 1000, 1600, 2500, 4000, 6300, 10 000, 16 000, 25 000, 32000, 40 000, 63 000, 80 000, 160 000 кВ • А.

Условные обозначения типов трансформаторов состоят из букв, которые обозначают:

первые буквы: О - однофазный, Т - трехфазный;

последняя буква: Н - выполнение одной обмотки с устройством регулирования напряжения под нагрузкой (РПН);

Р - трансформатор с расщепленной обмоткой низшего напряжения;

Т - трехобмоточный трансформатор;

М, Д, ДЦ, С, З - система охлаждения трансформаторов.

В настоящее время трансформаторы выполняются с переключением ответвлений обмотки без возбуждения (ПБВ) и с переключением ответвлений обмотки под нагрузкой - РПН (табл. 4.1).

Переключение без возбуждения осуществляется после отключения всех обмоток от сети при помощи ответвлений обмотки ВН или СН. Трехфазные понижающие трансформаторы мощностью 25... 80 000 кВ • А напряжением до 35 кВ включительно имеют четыре ответвления (± 2 x 2,5 %) номинального напряжения. Понижающие трансформаторы напряжением НО и 220 кВ имеют ответвления для ПБВ только в трехобмоточном исполнении на обмотках СН при напряжении 38,5 кВ.

Трансформаторы с воздушным охлаждением называются сухими (С). Изготавливаются мощностью до 1600 кВ • А включительно для установки в закрытых помещениях. Преимущество сухих трансформаторов заключается в их пожаробезопасности и сравнительной простоте конструкции.

Естественное масляное охлаждение (М) применяется для трансформаторов мощностью до 6300 кВ•А.

При мощности трансформаторов 10000 кВ•А и более применяется масляное охлаждение с воздушным дутьем (Д). Обдувание поверхности радиаторов позволяет увеличить теплоотдачу на 50% и более. В настоящее

время трансформаторы снабжаются системой дутьевого охлаждения при помощи вентиляторов.

Масляное охлаждение с принудительной циркуляцией (Ц) позволяет значительно увеличить отвод тепла. К баку масляного трансформатора подключают центробежный насос, который прогоняет горячее масло через воздушный или водяной охладитель.

На трансформаторах мощностью 63 МВ · А и более используют две системы охлаждения ДЦ.

Трансформаторы с охлаждением негорючим жидким диэлектриком совтолом (Н) изготавливаются мощностью до 2500 кВ·А включительно.

Буква З обозначает, что трансформатор без расширителя и защита осуществляется с помощью азотной подушки.

Пример условного обозначения трансформатора ТРДН -40 000/110: трехфазный трансформатор с расщепленной обмоткой НН, масляным охлаждением, дутьем и естественной циркуляцией масла, РПН, номинальной мощностью 40 000 кВ · А, напряжением 110 кВ.

Важным параметром подключения трансформатора к сети является группа и схема соединений его обмоток. *Группой соединений* называют угловое (кратное 30°) смещение векторов между одноименными вторичными и первичными линейными напряжениями холостого хода трансформатора. Возможны четыре схемы соединения силовых трансформаторов: звезда Y, звезда с выведенной нейтралью Y_N , треугольник A, зигзаг Z. Группа соединений указывается числами от 0 до 12. Например, 11 соответствует углу 330° .

На электрических станциях и подстанциях наибольшее распространение получили следующие схемы и группы соединений двухобмоточных трансформаторов:

звезда - звезда с выведенной нейтралью Y/Y_N - 12;

звезда - треугольник Y/Δ - 11;

звезда с выведенной нейтралью - треугольник Y_N/A - 11.

В трехобмоточных трансформаторах наиболее часто применяются соединения: звезда - звезда с выведенными нейтральными - треугольник $Y/Y_n/A$ - 11, 12.

Автотрансформаторы применяются при небольших коэффициентах трансформации (менее 2), при которых они более экономичны, чем трансформаторы. Кроме того, автотрансформаторы применяются в сетях напряжением 220 кВ и выше для регулирования напряжения (линейные регуляторы).

Автотрансформаторы с первичным напряжением ВН 220 кВ имеют номинальные мощности 32, 63, 125 и 200 МВ-А.

Маркировка автотрансформаторов начинается с буквы А, например, АТДЦТН - 2000000/220 обозначает автотрансформатор трехфазный с масляным охлаждением с принудительной циркуляцией и дутьем, трехобмоточный, с РПН, номинальной мощностью 200 000 кВ-А, напряжением 220 кВ.

Трехфазные трехобмоточные автотрансформаторы изготавливаются с соединением обмоток ВН (220 кВ) и СН (110 кВ) в звезду и добавочной обмотки НН (6,3...38,5 кВ) в треугольник.

Преобразовательные агрегаты

Преобразовательные агрегаты предназначены для питания:

- электролизных установок цветной металлургии и химической промышленности;
- дуговых вакуумных и графитировочных электропечей;
- установок для электрохимической обработки металлов и гальваностегии;
- цеховых сетей постоянного тока, от которых питаются электроприводы, не требующие регулирования подводимого к ним напряжения.

В качестве преобразователей переменного тока в постоянный используются кремниевые выпрямительные агрегаты. Каждый агрегат состоит из трансформатора, одного или двух, или четырех выпрямительных

блоков, и другого комплектующего оборудования. Трансформаторы для полупроводниковых агрегатов электролизных установок применяются типа ТДНП -10Ш)... 40 000/10...35 - трехфазные с РПН.

Кремниевые выпрямительные агрегаты для дуговых вакуумных электропечей и графитировочных печей аналогичны выпрямительным блокам агрегатов для электролизных установок. Трансформаторы для выпрямительных агрегатов дуговых вакуумных электропечей применяются типа ТМНПВ - 4000... 12 500/6... 10.

Для питания вакуумных электропечей применяются также параметрические источники тока (ПИТ), главной особенностью которых является высокая точность стабилизации тока нагрузки при емкостном характере коэффициента мощности и при его значении, равном единице. ПИТ состоит из трансформатора, трехфазного резонансного реактора, конденсаторной установки, выпрямителя и вспомогательных устройств. Разработаны ПИТ на номинальные токи 12,5; 25; 37,5; 50 кА и номинальное напряжение 75 В.

В установках для электрохимической обработки металлов и нанесения различных гальванических покрытий применяют кремниевые преобразовательные агрегаты. Для таких установок требуется регулирование выпрямленного тока в широких пределах, что обеспечивается соответствующим регулированием напряжения. Агрегаты ВАКР и ВАК выполнены на тиристорах и могут работать в режиме автоматического и ручного регулирования выпрямленного напряжения и тока.

Приемники электрической энергии

В зависимости от выполняемых функций, возможностей обеспечения схемы питания от энергосистемы, величины и режимов потребления электроэнергии и мощности, особенностей правил пользования электроэнергией потребителей электроэнергии принято делить на следующие основные группы:

- промышленные и приравненные к ним;
- производственные сельскохозяйственные;
- бытовые;
- общественно-коммунальные (учреждения, организации, предприятия торговли и общественного питания и др.).

К промышленным потребителям приравнены следующие предприятия: строительные, транспорта, шахты, рудники, карьеры, нефтяные, газовые и другие промыслы, связи, коммунального хозяйства и бытового обслуживания.

Промышленные потребители являются наиболее энергоемкой группой потребителей электрической энергии.

Каждая из групп потребителей имеет определенный режим работы. Так, например, электрическая нагрузка от коммунально-бытовых потребителей с преимущественно осветительной нагрузкой отличается большой неравномерностью в различное время суток. Днем нагрузка небольшая, к вечеру она возрастает до максимума, ночью она резко падает и к утру вновь возрастает. Электрическая нагрузка промышленных предприятий более равномерна в течение дня и зависит от вида производства, режима рабочего дня и числа смен.

Требования, предъявляемые к надежности электроснабжения от источников питания, определяются потребляемой мощностью объекта и его видом.

Приемники электрической энергии в отношении обеспечения надежности электроснабжения разделяются на несколько категорий. Первая категория - электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный экономический ущерб, повреждение дорогостоящего оборудования, расстройство сложного технологического процесса, массовый брак продукции. Примером электроприемников первой категории в промышленных установках могут быть электроприемники насосных станций

противопожарных установок, системы вентиляции в химически опасных цехах, водоотливных и подъемных установок в шахтах и т. п. В городских сетях к первой категории относят центральные канализационные и водопроводные станции, АТС, радио и телевидение, а также лифтовые установки высотных зданий. Допустимый интервал продолжительности нарушения электроснабжения для электроприемников первой категории не более 1 мин.

Из состава электроприемников первой категории выделяется особая группа (нулевая категория) электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы для жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего оборудования. Например, к электроприемникам нулевой категории относятся операционные помещения больниц, аварийное освещение. Вторая категория- электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовым недоотпускам продукции, массовым простоям рабочих, механизмов. Допустимый интервал продолжительности нарушения электроснабжения для электроприемников второй категории не более 30 мин.

Примером электроприемников второй категории в промышленных установках являются приемники прокатных цехов, основных цехов машиностроения, текстильной и целлюлозно-бумажной промышленности. Школы, детские учреждения и жилые дома до пяти этажей и т. п. обычно относят к приемникам второй категории.

Третья категория- все остальные электроприемники, не подходящие под определение первой и второй категорий. К этой категории относятся установки вспомогательного производства, склады неответственного назначения.

Электроприемники первой категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых источников питания, при отключении одного из них переключение на резервный должно осуществляться

автоматически. Согласно определению ПУЭ независимыми источниками питания являются такие, на которых сохраняется напряжение при исчезновении его на других источниках, питающих эти электроприемники. Согласно ПУЭ к независимым источникам могут быть отнесены две секции или системы шин одной или двух электростанций или подстанций при соблюдении следующих условий:

- каждая из этих секций или систем шин питается от независимых источников;
- секции шин не связаны между собой или же имеют связь, автоматически отключающуюся при нарушении нормальной работы одной из секций шин.

Для электроснабжения электроприемников особой группы должен предусматриваться дополнительный третий источник питания, мощность которого должна обеспечивать безаварийную остановку процесса.

Электроприемники второй категории рекомендуется обеспечивать от двух независимых источников питания, переключения можно осуществлять не автоматически.

Электроснабжение электроприемников третьей категории может выполняться от одного источника при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта и замены поврежденного оборудования, не превышают одних

Промышленность потребляет основную долю электрической энергии. Нужно отметить, что за последнее время удельное потребление электрической энергии промышленностью значительно снизилось за счет быстрых темпов развития других отраслей народного хозяйства (сельского хозяйства, транспорта) и увеличения потребляемой ими электроэнергии.

Заметно увеличилось потребление *электроэнергии коммунально-бытовыми приборами и установками*. В самой промышленности произошло увеличение доли производства средств потребления, что даже сказалось на перераспределении удельных потреблений электроэнергии.

Электрификация сельского хозяйства во многом определяется специфическими условиями этой отрасли, выражающимися в распространении производства на обширных территориях, низкой концентрации труда, сезонности и др.

В сельском хозяйстве электрическая энергия применяется для самых различных нужд: обогрева помещений в парниковых хозяйствах, электромашинного орошения и т.д.

Большое количество электрической энергии потребляет *электрифицированный железнодорожный транспорт*. В настоящее время важнейшие магистральные артерии в нашей стране электрифицированы. Переход на электрическую тягу позволил повысить пропускную способность за счет увеличения скорости движения поездов, снизить себестоимость перевозок, повысить экономию топлива и т.д.

Для электрификации железнодорожного транспорта используется как постоянный, так и переменный ток.

Электрическая энергия в быту расходуется во все возрастающих количествах. По мере развития электротехнической промышленности создаются более совершенные бытовые приборы, которые находятся в наличии в каждой семье.

Потребление электрической энергии промышленными предприятиями, транспортом, электробытовыми приборами, меняется как в течении суток, так и в течении года. В утренние часы, когда начинают работу предприятия, включается освещение в квартирах, потребление электроэнергии значительно возрастает, т.е. *наступает утренний максимум нагрузки*. Днем нагрузка уменьшается. Вечером нагрузка достигает максимальных величин.

Система электроснабжения объекта состоит из питающих, распределительных, трансформаторных и преобразовательных подстанций и связывающих их кабельных и воздушных сетей, а также токопроводов.

Система электроснабжения может быть выполнена в нескольких вариантах, из которых выбирается оптимальный. При его выборе

учитываются степень надежности, обеспечение качества электроэнергии, удобство и безопасность эксплуатации, возможность применения прогрессивных методов электромонтажных работ.

Узловой распределительной подстанцией (УРП) называется центральная подстанция объекта напряжением 35... 220 кВ, получающая питание от энергосистемы и распределяющая ее по подстанциям глубоких вводов на территории объекта.

Главной понижающей подстанцией (ГПП) называется подстанция, получающая питание непосредственно от районной энергосистемы и распределяющая энергию на более низком напряжении (6 или 10 кВ) по объекту.

Подстанцией глубокого ввода (ПГВ) называется подстанция на напряжение 35...220 кВ, выполненная по упрощенным схемам коммутации на первичном напряжении, получающая питание непосредственно от энергосистемы или от УРП. ПГВ обычно предназначается для питания отдельного объекта (крупного цеха) или района предприятия.

Система электроснабжения может быть выполнена в нескольких вариантах, из которых выбирается оптимальный. При его выборе учитываются степень надежности, обеспечение качества электроэнергии, удобство и безопасность эксплуатации, возможность применения прогрессивных методов электромонтажных работ.

Электрические сети внутри объекта выполняются по магистральным, радиальным или смешанным схемам.

Радиальные схемы распределения электроэнергии применяются в тех случаях, когда пункты приема расположены в различных направлениях от центра питания.

Радиальная схема питания обладает большой гибкостью и удобствами в эксплуатации, так как повреждение или ремонт одной линии отражается на работе только одного потребителя.

Магистральные схемы напряжением 6... 10 кВ применяются при линейном («упорядоченном») размещении подстанций на территории объекта, когда линии от центра питания до пунктов приема могут быть проложены без значительных обратных направлений. Магистральные схемы имеют следующие преимущества: лучшую загрузку кабелей при нормальном режиме, меньшее число камер на РП. К недостаткам магистральных схем следует отнести усложнение схем коммутации при присоединении ТП и одновременное отключение нескольких потребителей, питающихся от магистрали, при ее повреждении.

Для выполнения электрических сетей применяются неизолированные (голые) и изолированные провода, кабели, токопроводы.

Голые провода не имеют изолирующих покровов. Их можно прокладывать только в условиях, исключающих случайные прикосновения к ним людей. Прикосновение проводящим предметом к одному или нескольким проводам приведет к замыканию. Наибольшее распространение голые провода получили на воздушных линиях, расположенных на открытом воздухе. Провода подвешиваются к опорам при помощи изоляторов и арматуры.

Большинство сетей напряжением до 1 кВ внутри помещений выполняются изолированными проводами, т. е. проводами, имеющими изолирующие, а иногда защитные покровы.

Кабелем называют многопроволочный провод или несколько скрученных вместе изолированных проводов при помещении в общую герметическую оболочку. Силовые кабели предназначены для прокладки в земле, под водой, на открытом воздухе и внутри помещений.

Токопроводом называют устройство, предназначенное для canalization электроэнергии при открытой прокладке в производственных и электротехнических помещениях, по опорным конструкциям, колоннам и фермам зданий. К токопроводам относятся шинные магистрали различного исполнения, которые называются *шинопроводами*.

Материалами для токоведущих частей проводов и кабелей являются медь, алюминий, их сплавы и сталь.

Медь - один из лучших проводников электрического тока, и поэтому необходимые технико-экономические показатели (потери электроэнергии) можно получить при меньших сечениях медных проводов, чем при проводах из других материалов. Твердотянутая медь при температуре +20°C имеет удельное сопротивление 18 Ом • мм² в расчете на 1 км. Медные провода хорошо противостоят влиянию атмосферных условий и большинству химических реагентов, находящихся в воздухе.

Алюминий - худший проводник, чем медь. Его проводимость примерно в 1,6 раза меньше проводимости меди, однако проводимость алюминия все же достаточно высока, чтобы его можно было использовать в качестве токопроводящего материала для проводов и кабелей. Действию атмосферных явлений алюминий противостоит так же хорошо, как и медь.

Стальные провода используются в тех случаях, когда требуется передать небольшую мощность и, следовательно, небольшое сечение, например, в сельских сетях. Стальные провода с большим сопротивлением на разрыв используются для устройства переходов воздушных линий через широкие реки, ущелья и т. п. при длине пролета более 1 км.

Активное и реактивное сопротивление стальных проводов значительно выше, чем проводов из цветного металла, и поэтому область применения этих проводов ограничена. Существенный недостаток стальных проводов - их высокая коррозия. Для повышения коррозионной стойкости стальные провода изготавливают из оцинкованной проволоки.

Энергия является мерой способности объекта совершить работу. Известно много видов энергии, например тепловая, механическая, электрическая, излучения, химическая, ядерная, массы. В ряде публикаций теплоту не относят к отдельному виду энергии, а считают лишь формой или способом ее передачи.

Широко распространенные и перспективные источники энергии имеют следующие ориентировочные значения этого критерия:

- теплота сжигаемого топлива - 30-46 %;
- электроэнергия - 95 % и более;
- источники механической энергии: ветровая - 30 %, водных потоков рек - 60 %, волновая и приливная — 65 %;
- тепловые возобновляемые источники - 35 %;
- фотоэлектрические преобразователи - 15 %.

Источники энергии делятся на невозобновляемые (истощаемые) и возобновляемые (неистощаемые).

Невозобновляемые источники энергии - это природные запасы вещества и материалов, которые могут быть использованы человеком для производства энергии. В первую очередь к ним следует отнести ископаемые топлива и продукты их переработки: каменный и бурый уголь, сланцы, торф, нефть, природный и попутный газ. Это также отходы некоторых производств: металлургической промышленности, процессов химической и термохимической переработки углеродистого и углеводородного сырья и т.д.

Возобновляемые источники энергии - это источники на основе постоянно существующих или периодически возникающих в окружающей среде потоков энергии: Солнца, ветра, тепловой энергии Земли, морей и океанов, рек, биомассы (растений и животных).

Запасы и перспективы использования различных источников энергии определяются энергетическими ресурсами.

Энергетический ресурс - носитель энергии, который используется в настоящее время или может быть использован в перспективе. В настоящее время основными потребляемыми энергетическими ресурсами являются природные топлива и энергия потоков воды» которые представляют собой не что иное, как преобразованную энергию Солнца. Предварительно переработанный, преобразованный энергетический ресурс, непосредственно

используемый на стадии конечного потребления, а также природный энергетический ресурс, потребляемый на этой стадии, называются *энергоносителями*. Примеры энергоносителя - природный газ, мазут (котельное топливо), горячая вода и пар в системах центрального тепло-снабжения и т. д.

Энергетические ресурсы подразделяют на первичные и вторичные.

Первичный энергоресурс - энергоресурс, который не был подвергнут какой-либо переработке.

Вторичный энергоресурс (ВЭР) - энергоресурс, получаемый в виде побочного продукта основного производства или являющийся таким продуктом. Фактически ВЭР являются отходами производства. Применение ВЭР позволяет значительно повысить эффективность использования энергии.

Топливо-энергетический комплекс, охватывающий получение, передачу, преобразование и использование различных видов энергии и энергетических ресурсов, называется энергетикой.

Энергетика делится на классическую и неклассическую.

Классическая энергетика базируется на использовании ископаемого горючего или ядерного топлива и энергии воды крупных рек (рис. 1). Она подразделяется на теплоэнергетику, электроэнергетику, ядерную энергетику и гидроэнергетику.

Неклассическая энергетика включает возобновляемые источники энергии и ВЭР: энергию Солнца (тепловая энергия, превращенная тепловая энергия, кинетическая энергия, фотосинтез), тепловую энергию Земли, энергию планетарного движения (приливы), ВЭР (тепловые, горючие и перепадов давления).

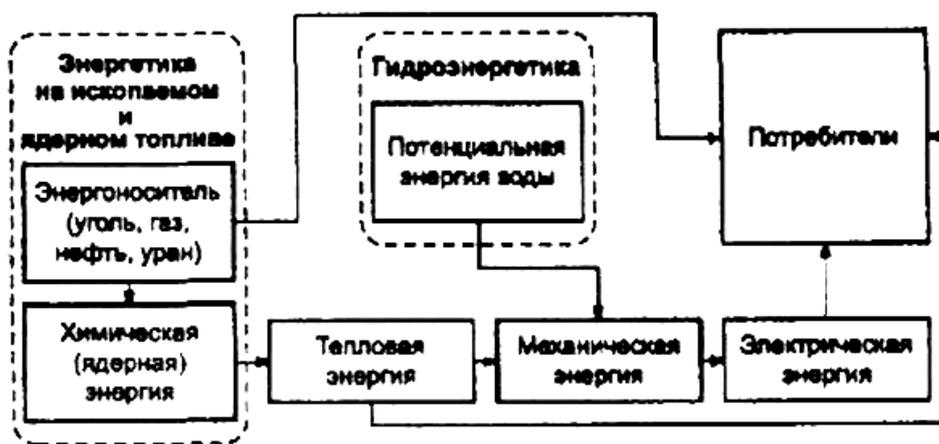


Рис. 1. Энергетическая цепочка, основанная на большой энергетике

Энергетические цепочки от источника до конечного потребления энергии включают преобразование энергии в различные виды. Эти процессы и составляют сущность энергетики.

Вместе с тем на каждой стадии производства и потребления энергии имеются ее потери (чаще всего в виде теплоты), рассеивающейся обратно в окружающую среду.

Решение вопросов уменьшения потерь энергии и ее эффективного использования на всех стадиях составляет сущность энергосбережения.

Энергетический объект – любое сооружение или группа сооружений предназначенные для производства, транспорта, распределения и/или преобразования энергии, а также ее использование для производства продукции.

Энергосберегающая политика государства - правовое, организационное и финансово-экономическое регулирование деятельности в области энергосбережения;

Непроизводительный расход энергетических ресурсов - расход энергетических ресурсов, обусловленный несоблюдением требований, установленных государственными стандартами, а также нарушением требований, установленных иными нормативными актами, технологическими регламентами и паспортными данными для действующего оборудования;

Энергопотребление – физическая величина, отражающая количество потребляемого хозяйственным субъектом энергоресурса определенного качества, которая используется для расчета показателей энергоэффективности.

Энергосбережение - организационная, научная, практическая и информационная деятельность, направленная на эффективное использование энергетических ресурсов и реализуемая с применением технических, экономических и правовых методов. Энергосбережение включает широкий набор взаимосвязанных действий и методов для обеспечения эффективного использования энергии.

Эффективное использование энергии - достижение экономически и социально оправданного уменьшения использования энергетических ресурсов на единицу продукции или услуг при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении требований к охране окружающей природной среды.

Показатель энергоэффективности – абсолютная или удельная величина потребления или потери энергетических ресурсов для продукции любого назначения, установленная государственными стандартами.

Экономия энергии - результаты реализации мер, применяемых в целях снижения непроизводительных потерь топлива, электроэнергии, теплоты, механической энергии.

Тема 4. Оборудование электрических станций (4 часа)

Система электроснабжения объекта состоит из питающих, распределительных, трансформаторных и преобразовательных подстанций и связывающих их кабельных и воздушных сетей, а также токопроводов.

Система электроснабжения может быть выполнена в нескольких вариантах, из которых выбирается оптимальный. При его выборе учитываются степень надежности, обеспечение качества электроэнергии, удобство и безопасность эксплуатации, возможность применения прогрессивных методов электромонтажных работ.

Узловой распределительной подстанцией (УРП) называется центральная подстанция объекта напряжением 35... 220 кВ, получающая питание от энергосистемы и распределяющая ее по подстанциям глубоких вводов на территории объекта.

Главной понижающей подстанцией (ГПП) называется подстанция, получающая питание непосредственно от районной энергосистемы и распределяющая энергию на более низком напряжении (6 или 10 кВ) по объекту.

Подстанцией глубокого ввода (ПГВ) называется подстанция на напряжение 35...220 кВ, выполненная по упрощенным схемам коммутации на первичном напряжении, получающая питание непосредственно от энергосистемы или от УРП. ПГВ обычно предназначается для питания отдельного объекта (крупного цеха) или района предприятия.

Система электроснабжения может быть выполнена в нескольких вариантах, из которых выбирается оптимальный. При его выборе учитываются степень надежности, обеспечение качества электроэнергии, удобство и безопасность эксплуатации, возможность применения прогрессивных методов электромонтажных работ.

Электрические сети внутри объекта выполняются по магистральным, радиальным или смешанным схемам.

Радиальные схемы распределения электроэнергии применяются в тех случаях, когда пункты приема расположены в различных направлениях от центра питания.

Радиальная схема питания обладает большой гибкостью и удобствами в эксплуатации, так как повреждение или ремонт одной линии отражается на работе только одного потребителя.

Магистральные схемы напряжением 6... 10 кВ применяются при линейном («упорядоченном») размещении подстанций на территории объекта, когда линии от центра питания до пунктов приема могут быть проложены без значительных обратных направлений. Магистральные схемы

имеют следующие преимущества: лучшую загрузку кабелей при нормальном режиме, меньшее число камер на РП. К недостаткам магистральных схем следует отнести усложнение схем коммутации при присоединении ТП и одновременное отключение нескольких потребителей, питающихся от магистрали, при ее повреждении.

На всех видах перечисленных подстанций применяют вспомогательное оборудование.

Выключатель – Это коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения тока под нагрузкой.

Разъединитель – это контактный коммутационный аппарат, предназначенный для отключения и включения электрической цепи без тока, для создания видимого разрыва.

Трансформатор тока предназначен для уменьшения первичного тока до значений, наиболее удобных для измерительных приборов и реле, а также для отделения цепей измерения и релейной защиты от первичных цепей высокого напряжения.

Трансформатор напряжения предназначен для уменьшения первичного напряжения до значения 100 или $100/\sqrt{3}$ В и для отделения цепей измерения и релейной защиты от первичных цепей высокого напряжения.

Предохранитель - коммутационный электрический аппарат, предназначенный для отключения защищаемой цепи от токов короткого замыкания.

Реактор служит для искусственного увеличения сопротивления короткозамкнутой цепи, а следовательно, для ограничения токов КЗ и поддержания необходимого уровня напряжения при повреждениях за реактором.

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 станций и подстанций. Современные проблемы при строительстве электрических станций и подстанций. Особенности инженерных расчетов электрических станций и подстанций. Особенности технико-экономических расчетов.

Вопросы для самопроверки.

1. Первые сведения о применении электроэнергии. Первый источник электроэнергии.
2. Что такое «энергетика»?
3. Чем занимается специальность «Электрические станции»
4. В чем заключаются инженерные и технико-экономические расчеты ?
5. Какова роль инженера в современном обществе?

Тема 2. Общие характеристики электростанций

Виды электрических станций: тепловая электрическая станция (ТЭС), гидроэлектростанция (ГЭС), атомная электрическая станция (АЭС), приливная электростанция (ПЭС), гидроаккумулирующая станция (ГАЭС), теплоэлектроцентраль (ТЭЦ), тепловая конденсационная электрическая станция и др.

Вопросы для самопроверки.

1. Классификация электрических станций.
2. Тепловая электрическая станция (ТЭС). Привести примеры.
3. Гидроэлектростанция (ГЭС). Привести примеры.

4. Атомная электрическая станция (АЭС). Привести примеры.
5. Гидроаккумулирующая станция (ГАЭС). Привести примеры.
6. Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ). Привести примеры.
7. Тепловая конденсационная электрическая станция (КЭС). Привести примеры.
8. Возобновляющие источники электроэнергии.

Тема 3. Преобразование электрической энергии

Общие положения. Генераторы. Трансформаторы. Схема устройства. Холостой ход и короткое замыкание. Основные паспортные величины. Особенности технического выполнения генераторов, трансформаторов. Условные обозначения и маркировка. Виды нагрузки в данных схемах (активная, индуктивная, емкостная, смешанная).

Вопросы для самопроверки.

1. Определение, назначение и принцип работы генераторов. Классификация генераторов.
2. Определение, назначение и принцип работы трансформатора. Классификация трансформаторов.
3. Виды нагрузки и их характеристика.
4. Категории потребителей электроэнергии.
5. Шины и токопроводы.
6. Понятие потерь электроэнергии. Виды и причины возникновения потерь.

Тема 4. Оборудование электрических станций

Схемы электростанций и подстанций. Вспомогательное оборудование электростанций и подстанций.

Вопросы для самопроверки.

1. Факторы, влияющие на выбор схемы электрических станций и подстанций.
2. Понятия: ГВ, ПГВ, ГПП, ТП, КТП, ОРУ, ЗРУ.
3. Виды высоковольтных выключателей.

- 4.Высоковольтные разъединители.
5. Измерительные трансформаторы тока.
- 6 Измерительные трансформаторы напряжения.
7. Ограничители перенапряжения.
8. Токоограничивающие реакторы.

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 ниже. В пункте 3.1 более подробно расписано содержание самостоятельной 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, Путьгин Е.В. Введение в специальность. М: Высшая школа. 1988 г.	2	Блиц-опрос, рефераты, доклады	2 неделя
2	Проработка лекционного материала по теме 2. Общие характеристики электростанций Работа с литературой: Венников В.А, Путьгин Е.В. Введение в специальность. М: Высшая школа. 1988 г. Эл. часть станций и подстанций. Под редакцией А.А.Васильева. М: Энергоатомиздат, 1990г. 576 с. Основы современной энергетики. Курс лекций. В 2-х томах. / Под редакцией Е.В. Аметистова – М.: Издательство МЭИ, 2002. ч.1 Современная теплоэнергетика.	2	Блиц-опрос, рефераты, доклады	4 неделя
3	Проработка лекционного материала по теме 2. Общие характеристики электростанций Работа с литературой: Венников В.А, Путьгин Е.В. Введение в специальность. М: Высшая школа. 1988 г. Эл. Электрическая часть станций и подстанций. Под редакцией А.А.Васильева. М: Энергоатомиздат, 1990г. 576 с. Основы современной энергетики. Курс лекций. В 2-х томах. / Под редакцией Е.В. Аметистова – М.: Издательство МЭИ, 2002. ч.1 Современная теплоэнергетика.	2	Блиц-опрос, рефераты, доклады	6 неделя
4	Проработка лекционного материала по теме 3. Преобразование электрической энергии. Работа с литературой: Кацман М. М. Электрические машины. М: Высшая школа. 2003 г. Личин В.И. Электроника. Ростов-на-	2	Блиц-опрос, рефераты, доклады	8 неделя

	Дону: Феникс. 2002 г. М. Энергия. 1973 г. Электротехнологические пром. установки. Под ред. Свенчанского А.А. - М.: Энергоиздат, 1982 г			
5	Проработка лекционного материала по теме 3. Преобразование электрической энергии. Работа с литературой: Кацман М. М. Электрические машины. М: Высшая школа. 2003 г. Личин В.И. Электроника. Ростов-на-Дону: Феникс. 2002 г. М. Энергия. 1973 г. Электротехнологические пром. установки. Под ред. Свенчанского А.А. - М.: Энергоиздат, 1982 г	2	Блиц-опрос, рефераты, доклады	10 неделя
6	Проработка лекционного материала по теме 6. Оборудование электрических станций Работа с литературой: Электрическая часть станций и подстанций. Под редакцией А.А.Васильева. М: Энергоатомиздат, 1990г. 576 с. Основы современной энергетики. Курс лекций. В 2-х томах. / Под редакцией Е.В. Аметистова – М.: Издательство МЭИ, 2002. ч.1 Современная теплоэнергетика. Рожкова Л.Д., Корнеева Л.К. Чиркова Т.В. Электрооборудование электрических станций и подстанций.- М.: Академия, 2005.	2	Блиц-опрос, рефераты, доклады	12 неделя
7	Проработка лекционного материала по теме 6. Оборудование электрических станций Работа с литературой: Электрическая часть станций и подстанций. Под редакцией А.А.Васильева. М: Энергоатомиздат, 1990г. 576 с. Основы современной энергетики. Курс лекций. В 2-х томах. / Под редакцией Е.В. Аметистова – М.: Издательство МЭИ, 2002. ч.1 Современная теплоэнергетика. Рожкова Л.Д., Корнеева Л.К. Чиркова Т.В. Электрооборудование электрических станций и подстанций.- М.: Академия, 2005.	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

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 **«Электрические станции»**.

ГИДРОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ.

Гидроэлектростанция (ГЭС)- комплекс сооружений и оборудования, посредством которых энергия потока воды преобразуется в электрическую энергию. ГЭС состоит из последовательной цепи гидротехнических сооружений, обеспечивающих необходимую концентрацию потока воды и создание напора. Энергетическое оборудование преобразует энергию движущейся под напором воды в механическую энергию вращения, которая, в свою очередь, преобразуется в электрическую энергию. Напор ГЭС создается концентрацией падения реки на используемом участке плотиной, либо деривацией, либо плотиной и деривацией совместно. Основное энергетическое оборудование ГЭС размещается в самом здании. В машинном зале электростанции находятся: гидроагрегаты, вспомогательное оборудование, устройства автоматического управления и контроля, а в центральном посту управления находится пульт оператора-диспетчера или автооператор гидроэлектростанции.

Повышающая трансформаторная подстанция размещается как внутри здания ГЭС, так и в отдельных зданиях или на открытых площадках. Распределительные устройства зачастую располагаются на открытой площадке. Здание ГЭС может быть разделено на секции с одним или несколькими агрегатами и вспомогательным оборудованием, которое отделено от смежных частей здания. При здании ГЭС или внутри него создаётся монтажная площадка для сборки и ремонта различного оборудования и для вспомогательных операций по обслуживанию ГЭС. По установленной мощности (в.Мвт) различают ГЭС мощные (св. 250), средние

(до 25) и малые (до 5). Мощность ГЭС зависит от напора, от расхода воды, используемого в гидротурбинах, и кпд гидроагрегата. По ряду причин (вследствие, например сезонных изменений уровня воды в водоёмах, непостоянства нагрузки энергосистемы, ремонта гидроагрегатов или гидротехнических сооружений и т. п.) напор и расход воды непрерывно меняются, а кроме того, меняется расход при регулировании мощности ГЭС. Различают годичный, недельный и суточный циклы режима работы ГЭС. По максимально используемому напору ГЭС делятся: на высоконапорные (более 60 м), средненапорные (от 25 до 60 м) и низконапорные (от 3 до 25 м). На равнинных реках напоры редко превышают 100 м, в горных условиях посредством плотины можно создавать напоры до расходов реки. Для русловых ГЭС характерны напоры до 3040 м, к простейшим русловым ГЭС относятся также ранее строившиеся сельские ГЭС небольшой мощности. На крупных равнинных реках основное русло перекрывается земляной плотиной, к которой примыкает бетонная водосливная плотина и сооружается здание ГЭС. Такая компоновка типична для многих отечественных ГЭС на больших равнинных реках. Волжская ГЭС имени 22-го съезда КПСС наиболее крупная среди станций руслового типа. При более высоких напорах оказывается нецелесообразным передавать на здание ГЭС гидростатическое давление воды. В этом случае применяется тип плотиной ГЭС, у которой напорный фронт на всём протяжении перекрывается плотиной, а здание ГЭС располагается за плотиной, примыкает к нижнему бьефу. В состав гидравлической трассы между верхним и нижним бьефом ГЭС такого типа входят: глубинный водоприёмник с мусорозадерживающей решёткой, турбинный водовод, спиральная камера, гидротурбина, отсасывающая труба. В качестве дополнительных сооружений в состав узла могут входить судоходные сооружения и рыбоходы, а также дополнительные водосбросы. Примером подобного типа станций служит Братская ГЭС на многоводной реке экономически допустимая площадь затопления ограничивает высоту плотины. Русловые и приплотинные ГЭС строят и на

равнинных многоводных и на горных реках, в узких сжатых долинах. В состав сооружений русловой ГЭС, кроме плотины, входят здание ГЭС и водосбросные сооружения. Состав гидротехнических сооружений зависит от высоты напора и установленной мощности. У русловой ГЭС здание с размещенными в нём гидроагрегатами служит продолжением плотины и вместе с ней создаёт напорный фронт. При этом с одной стороны к зданию ГЭС примыкает верхний бьеф, а с другой нижний бьеф. Подводящие спиральные камеры гидротурбин своими входными сечениями закладываются под уровнем верхнего бьефа, выходные же сечения отсасывающих труб погружены под уровнем нижнего бьефа. В соответствии с назначением гидроузла в его состав могут входить судоходные шлюзы или судоподъёмник, рыбопропускные сооружения, водозаборные сооружения для ирригации и водоснабжения.

В русловых ГЭС иногда единственным сооружением, пропускающим воду, гидротурбину, отсасывающую трубу, а по специальным водоводам между соседними турбинными камерами производится сброс паводковых 300 м и более, а с помощью деривации до 1500 м. Классификация по напору приблизительно соответствует типам применяемого энергетического оборудования: на высоконапорных ГЭС применяют ковшовые и радиально-осевые турбины с металлическими спиральными камерами, на средненапорных применяют поворотнолопастные и радиально-осевые турбины с железобетонными и металлическими спиральными камерами, на низконапорных поворотнолопастные применяют турбины в железобетонных спиральных камерах, иногда горизонтальные турбины в капсулах или в открытых камерах. Подразделение ГЭС по используемому напору имеет приблизительный, условный характер. По схеме использования водных ресурсов и концентрации напоров ГЭС обычно подразделяют на: русловые, приплотинные, деривационные с напорной и безнапорной деривацией, смешанные, гидроаккумулирующие и приливные. В русловых и приплотинных ГЭС напор воды создаётся плотиной, перегораживающей реку

и поднимающей уровень воды в верхнем бьефе. При этом неизбежно некоторое затопление долины реки. В случае сооружения двух плотин на том же участке реки площадь затопления уменьшается. На равнинных реках наибольшая Ангара. Другой вид компоновки приплотинных ГЭС, соответствует горным условиям и имеет сравнительно малые расходы воды. Он характерен для Нурекской ГЭС, находящейся на реке Вахш (Средняя Азия), проектной мощностью 2700 Мвт. Здание ГЭС открытого типа располагается ниже плотины, вода подводится к турбинам по одному или нескольким напорным туннелям. Иногда здание ГЭС размещают ближе к верхнему бьефу в подземной выемке, так называемая подземная ГЭС. Такая компоновка целесообразна при наличии скальных оснований, особенно при земляных или набросных плотинах, имеющих значительную ширину. Сброс паводковых расходов производится через водосбросные туннели или через открытые береговые водосбросы. В деривационных ГЭС концентрация падения реки создаётся посредством деривации, т.е. вода в начале используемого участка реки отводится из речного русла водоводом, с уклоном, значительно меньшим, чем средний уклон реки на этом участке и со спрямлением изгибов и поворотов русла. Конец деривации подводят к месту расположения здания ГЭС. Отработанная вода либо возвращается в реку, либо подводится к след. деривационной ГЭС. Деривация выгодна тогда, когда уклон реки велик. Деривационная схема концентрации напора в чистом виде (бесплотинный водозабор или с низкой водозаборной плотиной) на практике приводит к тому, что из реки забирается лишь небольшая часть её стока. В других случаях в начале деривации на реке сооружается более высокая плотина и создаётся водохранилище; такая схема концентрации падения называется смешанной, так как используются оба принципа создания напора. Иногда, в зависимости от местных условий, здание ГЭС выгоднее располагать на некотором расстоянии от конца используемого участка реки вверх по течению, тогда деривация разделяется по отношению к зданию ГЭС на: подводящую и отводящую. В ряде случаев с помощью

деривации производится переброска стока реки в соседнюю реку, имеющую более низкие отметки русла. Характерным примером является Ингурская ГЭС, где сток реки Ингури перебрасывается туннелем в соседнюю реку Эрисцкали (Кавказ). Сооружения безнапорных деривационных ГЭС состоят из трёх основных групп: водозаборное сооружение, водоприёмная плотина и собственно деривация (канал, лоток, безнапорный туннель). Дополнит, сооружениями на ГЭС с безнапорной деривацией являются: отстойники и бассейны суточного регулирования, напорные бассейны, холостые водосбросы и турбинные водоводы. Крупнейшая ГЭС с безнапорной подводящей деривацией- это ГЭС Роберт-Мозес (США) с мощностью 1950 Мвт, а с безнапорной отводящей деривацией Ингурская ГЭС (СССР) мощностью 1300 Мвт. На ГЭС с напорной деривацией водовод (туннель, металлическая, деревянная или железобетонная труба) прокладывается с несколько большим продольным уклоном, чем при безнапорной деривации. Применение напорной подводящей деривации обусловливается изменяемостью горизонта воды в верхнем бьефе, из-за чего в процессе эксплуатации изменяется и внутренний напор деривации. В состав сооружений ГЭС этого типа входят: плотина, водозаборный узел, деривация с напорным водоводом, стационарный узел ГЭС с уравнительным резервуаром и турбинными водоводами, отводящая деривация в виде канала или туннеля (при подземной ГЭС). Крупнейшая ГЭС с напорной подводящей деривацией, это ГЭС Нечако-Кемано (Канада), имеющая проектную мощность 1792 Мвт. ГЭС с напорной отводящей деривацией применяется в условиях значительного изменения уровня воды в реке, в месте выхода отводящей деривации, в этом случае необходимо сооружение уравнительного резервуара (в начале отводящей деривации) для выравнивания неустановившегося потока воды в реке. Наиболее мощная ГЭС (350 Мвт) этого типа - ГЭС Харспронгет (Швеция), особое место среди ГЭС занимают гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) и приливные электростанции (ПЭС). Сооружение Г АЭС обусловлено ростом потребности

в пиковой мощности в крупных энергетических системах, что и определяет генераторную мощность, требующуюся для покрытия пиковых нагрузок. Способность ГАЭС аккумулировать энергию основана на том, что свободная в энергосистеме в некоторый период времени электрическая энергия используется агрегатами ГАЭС, которые, работая в режиме насоса, нагнетают воду из водохранилища в верхний аккумулирующий бассейн. В период пиковой нагрузки аккумулированная энергия возвращается в энергосистему, т.е. вода из верхнего бассейна поступает в напорный трубопровод и вращает гидроагрегаты, работающие в режиме генератора тока. Мощность, отдающая ГАЭС, такими обратимыми гидроагрегатами достигает 1620 МВт (Корнуолл, США). ПЭС преобразуют энергию морских приливов в электрическую. Электроэнергия приливных ГЭС в силу некоторых особенностей, связанных с периодичным характером приливов и отливов, может быть использована в энергосистемах лишь совместно с энергией регулирующих электростанций, которые восполняют провалы мощности приливных электростанций в течение суток или месяцев. В 1967 году во Франции было завершено строительство крупной ПЭС на реке Ране (24 агрегата общей мощностью 240 Мвт). В СССР в 1968 году в Кислой Губе (Кольский п-ов) вступила в строй первая опытная ПЭС мощностью 0,4 Мвт, на которой ныне проводятся экспериментальные работы для будущего строительства ПЭС. По характеру использования воды и условиям работы различают ГЭС на бытовом стоке без регулирования, с суточным, недельным, сезонным (годовым) и многолетним регулированием. Отдельные ГЭС или каскады ГЭС, как правило, работают в системе совместно с конденсационными электростанциями (КЭС), теплоэлектроцентралями (ТЭЦ), атомными электростанциями (АЭС), газотурбинными установками (ГТУ), причём в зависимости от характера участия в покрытии графика нагрузки энергосистемы ГЭС могут быть базисными, полупиковыми и пиковыми. Важнейшая особенность гидроэнергетических ресурсов по сравнению с топливно-энергетическими ресурсами, это их непрерывная

возобновляемость. Отсутствие потребности в топливе для ГЭС определяет низкую себестоимость вырабатываемой на ГЭС электроэнергии и поэтому сооружению ГЭС, несмотря на значительные, удельные капиталовложения на 1 кВт установленной мощности и продолжительные сроки строительства, придавалось и придаётся большое значение особенно когда это связано с размещением электроёмких производств. Одни из первых гидроэлектрических установок мощностью всего в несколько сотен Вт были сооружены в 1876 году в Штангассе и Лауфене (Германия) и в Грейсайде (Англия). Развитие ГЭС и их промышленное использование тесно связано с проблемой передачи электроэнергии на расстояние. Как правило, места, наиболее удобные для сооружения ГЭС, удалены от основных потребителей электроэнергии. Протяжённость существовавших в то время линий электропередач не превышала 510 км, самая длинная линия 57 км. Сооружение линии электропередачи (170 км) от Лауфенской ГЭС до Франкфурта-на-Майне (Германия) для снабжения электроэнергией, международная электротехническая выставка (1891 г.) открыла широкие возможности для развития ГЭС. В 1892 году промышленный ток дала ГЭС, построенная на водопаде в Бюлахе (Швейцария), почти одновременно в 1893 году были построены ГЭС в Гельпене (Швеция), на реке Изар (Германия) и в Калифорнии (США). В 1896 году вступила в строй Ниагарская ГЭС (США) постоянного тока; в 1898 году дала ток ГЭС Рейпфельд (Германия), а в 1901 году стали под нагрузку гидрогенераторы ГЭС Жонат (Франция). В России существовали, но так и не были реализованы детально разработанные проекты ГЭС русских учёных Ф. А. Пироцкого, И. А. Тиме, Г. О. Графтио, И. Г. Александрова и др., предусматривавших, в частности, использование порожистых участков рек Днепр, Волхов, Западная Двина, Вуокса и др. Так, например, уже в 1892 году русским инженером В. Ф. Добротворским были составлены проекты сооружения ГЭС мощностью 23,8 МВт на реке Нарова и 36,8 МВт на водопаде Б. Иматра. Реализации этих проектов препятствовали как косность царской бюрократии, так и интересы частных

капиталистических групп, связанных с топливной промышленностью. Первая промышленная ГЭС в России мощностью около 0,3 МВт (300 кВт) была построена в 1895 году под руководством русских инженеров В.Н.Чиколсва и Р. Э. Классона для электроснабжения Охтинского порохового завода в Петербурге. В 1909 году закончилось строительство крупнейшей в дореволюционной России Гиндукушской ГЭС мощностью 1,35 МВт (1350 кВт) на реке Мургаб (Туркмения). В период 1905 года вступили в строй Саткинская, Алавердинская, Каракультукская, Тургусунская, Сестроредкая и др. ГЭС небольшой мощности. Сооружались также частные фабрично-заводские гидроэлектрические установки с использованием оборудования иностранных фирм. 1-я мировая война 1914 года и связанный с ней интенсивный рост промышленности некоторых западных стран повлекли за собой развитие действовавших на строительство новых энергопромышленных центров, на базе ГЭС. В результате мощность ГЭС во всём мире к 1920 году достигла 17 тыс. МВт, а мощность отдельных ГЭС, например Масл-Шолс (США), Иль-Малинь (Канада), превысила 400 МВт (400 тыс. кВт). Общая мощность ГЭС России к 1917 году составляла всего около 16 МВт: самой крупной была Гиндукушская ГЭС.

Строительство мощных ГЭС началось по существу только после Великой Октябрьской социалистической революции. В восстановительный период (20-е гг.) в соответствии с планом ГОЭЛРО были построены первые крупные ГЭС Волховская (ныне Волховская ГЭС им. В. И. Ленина) и ЗемоАечальская ГЭС им. В. И. Ленина. В годы первых пятилеток (1929 год) вступили в строй ГЭС Днепровская, Нижнесвирская, Рионская и др.

К началу Великой Отечественной, войны 1941 год было введено в эксплуатацию 37 ГЭС общей мощностью более 1500 МВт. Во время войны было приостановлено начатое строительство ряда ГЭС общей мощностью около 1000 МВт (1 млн. кВт). Значит, часть ГЭС общей мощностью около 1000 МВт оказалась разрушенной или демонтированной. Началось сооружение новых ГЭС малой и средней мощности на Урале (Широковская,

Верхотурская, Алапаевская, Белоярская и др.), в Средней Азии (Аккавакские, Фархадская, Саларская, Нижнебузэсуйские и др.), на Северном Кавказе (Майкопская, Орджоникидзевская, Краснополянская), в Азербайджане (Мингечаурская ГЭС), в Грузии (Читахевская ГЭС) и в Армении (Гюмушская ГЭС). К концу 1945 года в Советском Союзе мощность всех ГЭС, вместе с восстановленными, достигла 1250 МВт, а годовая выработка электроэнергии 4,8 млрд. кВт-ч.

В начале 50-х гг. развернулось строительство крупных гидроэлектростанций на реке Волге у города Горького, Куйбышева и Волгограда, Каховской и Кременчугской ГЭС на Днепре, а также Цимлянской ГЭС на Дону. Волжские ГЭС имени В. И. Ленина и имени 22-го съезда КПСС стали первыми из числа наиболее мощных ГЭС в СССР и в мире. Во 2-й половине 50-х гг. началось строительство Братской ГЭС на реке Ангаре и Красноярской ГЭС на реке Енисее. С 1946 года по 1958 год в СССР были построены и восстановлены 63 ГЭС общей мощностью 9600 МВт. За семилетие 1959-65 гг. было введено 11 400 МВт новых гидравлических мощностей и суммарная мощность ГЭС достигла 22200 МВт. К 1970 году в СССР продолжалось строительство 35 промышленных ГЭС (суммарной мощностью 32 000 МВт), 11 ГЭС единичной мощностью свыше 1000 МВт: Саяно-Шушенская, Красноярская, Усть-Илимская, Нурекская, Ингурская, Саратовская, Токтогульская, Нижнекамская, Зейская, Чиркейская, Чебоксарская. В 60-х гг. наметилась тенденция к снижению доли ГЭС в общем мировом производстве электроэнергии и всё большему использованию ГЭС для покрытия пиковых нагрузок. К 1970 году всеми ГЭС мира производилось около 1000 млрд. кВт-ч электроэнергии в год, причём начиная с 1960 года доля ГЭС в мировом производстве снижалась в среднем за год примерно на 0,7% . Особенно быстро снижается доля ГЭС в общем производстве электроэнергии в ранее традиционно считавшихся «гидроэнергетическими» странах (Швейцария, Австрия, Финляндия, Япония, Канада, отчасти Франция), т. к. их экономический гидроэнергетический

потенциал практически исчерпан. Несмотря на снижение доли ГЭС в общей выработке, абсолютные значения производства электроэнергии и мощности ГЭС непрерывно растут вследствие строительства новых крупных электростанций. В 1969 году в мире насчитывалось свыше 50 действующих и строящихся ГЭС единичной мощностью 1000 МВт и выше, причём 16 из них в Советском Союзе. Дальнейшее развитие гидроэнергетического строительства в СССР предусматривает сооружение каскадов ГЭС с комплексным использованием водных ресурсов в целях удовлетворения нужд совместно энергетики, водного транспорта, водоснабжения, ирригации, рыбного хозяйства. Примером могут служить Днепровский, Волжско-Камский, Ангаро-Енисейский, Севанский и др. каскады ГЭС. Крупнейшим районом гидроэнергостроительства СССР до 50-х гг. 20 в. традиционно была Европейская часть территории Союза, на долю которой приходилось около 65% электроэнергии, вырабатываемой всеми ГЭС СССР. Для современного гидроэнергостроительства характерно: продолжение строительства и совершенствование низко и средне-напорных ГЭС на реках Волге, Каме, Днепре, Даугаве и др., строительство крупных высоконапорных ГЭС в труднодоступных р-нах Кавказа, Ср. Азии, Вост. Сибири, и строительство средних и крупных деривационных ГЭС на горных реках с большими уклонами с использованием переброски стока в соседние бассейны, но главное строительство мощных ГЭС на крупных реках Сибири и Дальнего Востока, Енисее, Ангаре, Лене и др. ГЭС, сооружаемые в богатых гидроэнергоресурсами р-нах Сибири и Дальнего Востока, вместе с тепловыми электростанциями, работающими на местном органическом топливе (природный газ, уголь, нефть), станут основной энергетической базой для снабжения дешёвой электроэнергией, развивающейся промышленности Сибири, Средней Азии и Европейской части СССР. В заключение хотелось бы отметить, что большой вклад внесли в продвижение энергетики русские учёные, которые смогли доказать, что цивилизованный мир гораздо ближе, чем нам казалось. Изначально ГЭС имели сравнительно

малую мощность, но шаг за шагом развитие энергетики усовершенствовалось и предлагало новые идеи. В наше время, мы понимаем значимость электричества, ведь мир стал зависим от электрической энергии. Теперь для нас энергия-жизнь.

3.4. Фонды домашних заданий

Домашние задания выполнены в виде перечня тем рефератов.

Комплект домашних заданий (темы рефератов).

1. Производство электрической энергии на электростанциях.
2. Производство электрической энергии на тепловых электростанциях.
3. Производство электрической энергии на гидроэлектростанциях
4. Производство электрической энергии на атомных электростанциях
5. Альтернативные источники энергии: приливные электростанции.
6. Альтернативные источники энергии: геотермальные электростанции.
7. Альтернативные источники энергии: ветровые электростанции.
8. Альтернативные источники энергии: солнечные электростанции.
9. Основное оборудование электростанций.
10. Основные задачи электрификации.
11. Распределительные устройства и схемы соединений.
13. Специальные типы трансформаторов (измерительные, автотрансформаторы и т.д).
14. Энергосбережение. Экологичность.
15. Потери электроэнергии. Основные понятия. Способы уменьшения потерь.
19. История развития электротехники.
23. Линии электропередач постоянного и переменного тока.
26. Влияние электроэнергетики на человеческое общество и окружающую среду.

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. 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 станций и подстанций. Современные проблемы при строительстве электрических станций и подстанций. Особенности инженерных расчетов электрических станций и подстанций. Особенности технико-экономических расчетов.

Вопросы.

1. Первые сведения о применении электроэнергии. Первый источник электроэнергии.
2. Что такое «энергетика»?
3. Чем занимается специальность «Электрические станции».
4. В чем заключаются инженерные и технико-экономические расчеты ?
5. Какова роль инженера в современном обществе?

Блиц-опрос №2.

Тема 2. Общие характеристики электростанций

Виды электрических станций: тепловая электрическая станция (ТЭС), гидроэлектростанция (ГЭС), атомная электрическая станция (АЭС), приливная электростанция (ПЭС), гидроаккумулирующая станция (ГАЭС), теплоэлектроцентраль (ТЭЦ), тепловая конденсационная электрическая станция и др.

Вопросы для самопроверки.

1. Классификация электрических станций.
2. Тепловая электрическая станция (ТЭС). Привести примеры.
3. Гидроэлектростанция (ГЭС). Привести примеры.

4. Атомная электрическая станция (АЭС). Привести примеры.
5. Гидроаккумулирующая станция (ГАЭС). Привести примеры.
6. Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ). Привести примеры.
7. Тепловая конденсационная электрическая станция (КЭС). Привести примеры.
8. Возобновляющие источники электроэнергии.

Блиц-опрос №3.

Тема 3. Преобразование электрической энергии

Общие положения. Генераторы. Трансформаторы. Схема устройства. Холостой ход и короткое замыкание. Основные паспортные величины. Особенности технического выполнения генераторов, трансформаторов. Условные обозначения и маркировка. Виды нагрузки в данных схемах (активная, индуктивная, емкостная, смешанная).

Вопросы для самопроверки.

1. Определение, назначение и принцип работы генераторов. Классификация генераторов.
2. Определение, назначение и принцип работы трансформатора. Классификация трансформаторов.
3. Виды нагрузки и их характеристика.
4. Категории потребителей электроэнергии.
5. Шины и токопроводы.
6. Понятие потерь электроэнергии. Виды и причины возникновения потерь.

Блиц-опрос №4.

Тема 4. Оборудование электрических станций

Схемы электростанций и подстанций. Вспомогательное оборудование электростанций и подстанций.

Вопросы для самопроверки.

1. Факторы, влияющие на выбор схемы электрических станций и подстанций.

2. Понятия: ГВ, ПГВ, ГПП, ТП, КТП, ОРУ, ЗРУ.
3. Виды высоковольтных выключателей.
4. Высоковольтные разъединители.
5. Измерительные трансформаторы тока.
6. Измерительные трансформаторы напряжения.
7. Ограничители перенапряжения.
8. Токоограничивающие реакторы.

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. Основные способы уменьшения потерь электроэнергии.

Билет № 2

1. Изобретение электромашинного генератора.
2. Электрификация России. План ГОЭЛРО.

Билет № 3

1. Классификация приемников электроэнергии.
2. Схема устройства трансформатора.

Билет № 4

1. Режимы работы трансформатора.
2. Высоковольтные разъединители.

Билет № 5

1. Современное исполнение трансформаторов. Условные обозначения обмоток трансформаторов. Маркировка.
2. Измерительные трансформаторы напряжения

Билет № 6

1. Внешняя характеристика трансформатора.

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

Билет № 7

1. Токоограничивающие реакторы.
2. Понятия: ГВ, ПГВ, ГПП, ТП, КТП, ОРУ, ЗРУ.

Билет № 8

1. Электрификация России. План ГОЭЛРО.
2. Виды высоковольтных выключателей.

Билет № 9

1. Современные проблемы электрических станций и подстанций. Экологичность.
2. Предохранители.

Билет № 10

1. Уменьшение потерь. Повышение надежности.
2. Измерительные трансформаторы тока. Назначение.

Билет № 11

1. Точность номинальных данных электрооборудования. Погрешности.
2. Назначение защиты. Понятие селективности.

Билет № 12

1. Технические и экономические требования, предъявляемые к электрическим станциям и подстанциям.
2. Применяемые в электротехнике изоляционные материалы

Билет № 13

1. Определение, назначение и принцип работы генераторов. Классификация генераторов.
2. Шины и токопроводы.

Билет № 14

1. Классификация электрических станций.
2. Виды нагрузки и их характеристика.

Билет № 15

1. Тепловая электрическая станция (ТЭС). Привести примеры.

2. Что такое «энергетика»?

Билет № 16

1. Гидроэлектростанция (ГЭС). Привести примеры.
потребителей электроэнергии.

2. Понятие потерь электроэнергии. Виды и причины возникновения потерь.

1. Билет № 17

1. Атомная электрическая станция (АЭС). Привести примеры.

2. Определение, назначение и принцип работы трансформатора.
Классификация трансформаторов.

Билет № 18

1. Гидроаккумулирующая станция (ГАЭС). Привести примеры.

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

Билет № 19

1. Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ). Привести примеры.

2. Чем занимается специальность «Электрические станции».

Билет № 20

1. Тепловая конденсационная электрическая станция (КЭС). Привести
примеры.

2. Какова роль инженера в современном обществе?

Билет № 21

1. Возобновляющие источники электроэнергии.

2. Что такое «энергетика»?

7. Карта обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподавательского состава

Лекции	Практические занятия (библиотека)	Самостоятельная работа	Зачет
Доцент кафедры Энергетики Ротачева Алла Георгиевна	Зав. Сектором научной библиографии Пацкевич Валерия Викторовна	Пацкевич Валерия Викторовна, Ротачева Алла Георгиевна	Доцент кафедры Энергетики Ротачева Алла Георгиевна

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебно-методический комплекс ориентирован на оказание помощи студентам очной формы обучения по специальности 140204 «Электрические станции» 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.