

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
ФАКУЛЬТЕТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И
СОТРУДНИКОВ**

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор МЭИ по дополнительным
формам образования, д.т.н. профессор

_____ Маслов С.И.

«__» _____ 2011 г.

Учебная программа

повышения квалификации специалистов генеральных дирекций энергогенерирующих
компаний «Устройство и функционирование современной ТЭС»

Краткая характеристика Учебной программы

Направления подготовки:	Теплоэнергетика Электроэнергетика
Базовые специальности: №140101 №140204 №140205	Тепловые электрические станции, Электрические станции, Электроэнергетические системы и сети
Специализация:	нет
Общая продолжительность обучения, часов	154, в.т.ч.: аудиторных – 100; самостоятельная работа – 54
Формы и место обучения	<ul style="list-style-type: none"> • очная, с отрывом от производства; МЭИ • очная, без отрыва от производства по согласованному графику; МЭИ или у Заказчика в случае формирования корпоративной группы
Целевая аудитория слушателей	<p>Специалисты:</p> <ul style="list-style-type: none"> • генеральных дирекций энергогенерирующих компаний (Управляющих компаний), не имеющие профильного энергетического образования; • строительно-монтажных организаций; • проектных, наладочных и других специализированных предприятий; • энергогенерирующих и электросетевых предприятий.
Численность слушателей в группе, чел.	до 25
Квалификация выпускника (слушателя)	повышение квалификации
Форма документа о повышении квалификации	Свидетельство государственного образца о повышении квалификации
Требования к образованию слушателей	высшее или среднее специальное
Требования к стажу работы слушателей	нет

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

Целью обучения слушателей по программе «Устройство и функционирование современной ТЭС» является повышение их квалификации в области конструкций, устройства и эксплуатации объектов электроэнергетических сетей и электрической части тепловых электростанций, а именно:

- электрической части тепловых электростанций;
- повышающих и понижающих трансформаторных подстанций различных классов напряжений;
- кабельных и воздушных линий электропередачи переменного и постоянного токов;

После завершения обучения по программе повышения квалификации «Устройство и функционирование современной ТЭС» слушатели должны быть способны и готовы:

- воспринимать, анализировать и обобщать информацию;
- ставить цели с указанием путей их достижения;
- анализировать различного рода рассуждения, публично выступать, аргументировано вести дискуссию и полемику;
- использовать правовые и нормативные документы в своей профессиональной деятельности;
- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике программы;
- обосновывать предложение и принятие конкретных технических решений при решении практических вопросов, возникающих при проектировании, строительстве и наладке объектов электроэнергетических сетей и электрической части тепловых электростанций;
- использовать полученные знания в производственной деятельности;

Задачами программы являются ознакомление слушателей со следующими основными вопросами:

- конструкции, устройство и характеристики основного силового оборудования и коммутационных аппаратов тепловых электростанций;
- конструкции, устройство и характеристики основного силового оборудования и коммутационных аппаратов объектов электроэнергетических сетей;
- воздушные и кабельные линии электропередач переменного и постоянного токов тепловых электростанций и электроэнергетических сетей;

- основные понятия в области релейной защиты ЭЭС;
- надежность функционирования ЭЭС;
- режимы работы ЭЭС;
- диспетчерское управление. АСУ ТП электросетевых предприятий и АСКУЭ;
- потери мощности и электроэнергии в электрических сетях;
- эксплуатация электрических сетей высокого напряжения;
- технико-экономические основы проектирования ЭЭС;
- подготовка экологически обеспеченных инвестиционных проектов в электроэнергетике
- развитие электрических сетей России;
- проблемы и перспективы развития электроэнергетики;
- электроэнергетические рынки России и стран мирового сообщества

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИН В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплины базируются на общетехнических и естественнонаучных дисциплинах, изучаемых в рамках базовой части профессионального цикла основной образовательной программы бакалавриата и магистратуры в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВПО). Знания, полученные при освоении дисциплин, необходимы слушателям курсов повышения квалификации в своей профессиональной деятельности.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН

В результате освоения учебных дисциплин слушатели курсов повышения квалификации должны демонстрировать следующие результаты:

Знать общие сведения о:

- конструкциях, устройстве и характеристиках основного силового оборудования и коммутационных аппаратов тепловых электростанций;
- конструкциях, устройстве и характеристиках основного силового оборудования и коммутационных аппаратов объектов электроэнергетических сетей;
- воздушных и кабельных линиях электропередач переменного и постоянного токов тепловых электростанций и электроэнергетических сетей;
- назначении и видах релейной защиты ЭЭС;
- надежности функционирования ЭЭС;
- режимах работы ЭЭС;
- диспетчерском управлении, АСУ ТП электросетевых предприятий и АСКУЭ;

- о потерях мощности и электроэнергии в электрических сетях;
- эксплуатации электрических сетей высокого напряжения;
- технико-экономических основах проектирования ЭЭС;
- подготовке экологически обеспеченных инвестиционных проектов в электроэнергетике
- развитии электрических сетей России;
- проблемах и перспективах развития электроэнергетики;
- электроэнергетических рынках России и стран мирового сообщества

Уметь:

- использовать полученные знания в производственной деятельности;
- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;
- обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цели, выбирать пути для их достижения;
- использовать правовые и нормативные документы в своей профессиональной деятельности;
- анализировать различного рода рассуждения, публично выступать, аргументировано вести дискуссию и полемику.

Владеть:

- терминологией в области электроэнергетических систем и сетей;
- способностью к принятию осознанных и мотивированных технических решений в производственной деятельности в процессе проектирования и выполнения строительно-монтажных, пусконаладочных и специальных работ при строительстве и ремонтах объектов электроэнергетических сетей и электрической части тепловых электростанций;
- навыками системного анализа последствий реализации принятых технических решений в процессе проектирования и выполнения строительно-монтажных, пусконаладочных и специальных работ при строительстве и ремонтах объектов электроэнергетических сетей и электрической части тепловых электростанций.

4. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

Учебная программа состоит из трех блоков, каждый из которых предназначен для рассмотрения комплекса тем, объединенных общей направленностью. По каждой теме занятий имеются контрольные вопросы для проверки знаний слушателей. Контрольные вопросы могут быть также использованы слушателями для самопроверки усвоения

учебного материала. Изучение каждого блока тем (учебной дисциплины) завершается сдачей экзамена.

Первый блок **«Тепловая часть тепловых электростанций»** посвящен рассмотрению следующих тем:

- **Вводное занятие. Термины и определения.**
- **Классификация и основные показатели ТЭС:**
 - Классификация и энергетическая эффективность ТЭС;
 - Тепловые схемы и удельные расходы топлива на ТЭС;
 - ТЭЦ.
- **Основное тепломеханическое оборудование ТЭС:**
 - Котельные установки ТЭС;
 - Паротурбинные установки;
 - Газотурбинные и парогазовые установки:
 - газотурбинные установки;
 - парогазовые установки.
- **Вспомогательное тепломеханическое оборудование ТЭС:**
 - Регенеративные подогреватели;
 - Деаэраторы;
 - Питательные, конденсатные, циркуляционные и сетевые насосы;
 - Тягодутьевые машины. Вентиляторы и дымососы;
 - Газовоздушные тракты, электрофильтры, дымовые трубы;
 - Оборудование топливоприготовления;
 - Водоподготовительные установки ТЭС;
 - Золошлакоудаление ТЭС;
 - Теплоэнергетическая арматура.

Второй блок **«Электрическая часть тепловых электростанций»** посвящен рассмотрению следующих тем:

- **Вводное занятие. Термины и определения.**
- **Общая характеристика электрической части ТЭС;**
- **Основное электрооборудование ТЭС:**
 - генераторы электростанций;
 - трансформаторное оборудование.
- **Коммутационные и защитные аппараты высокого напряжения;**
- **Воздушные и кабельные линии электропередачи;**
- **Современные методы диагностики состояния и организации ремонта электрооборудования ТЭС.**

Третий блок «Работа ТЭС в условиях рынка» посвящен рассмотрению следующих тем:

- **Работа ТЭС в составе электроэнергетической системы;**
- **Электроэнергетические рынки.**

Итоговое занятие. Анкетирование слушателей и вручение Свидетельств о повышении квалификации.

Перед вручением Свидетельства повышении квалификации проводится анкетирование слушателей. Анкета приведена в Учебной программе.

5. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

До начала занятий преподаватели ЦППЭЭ МЭИ в соответствии с Учебной программой разрабатывают в электронном виде по каждой теме занятий учебно-методические материалы и презентации. Учебно-методические материалы, после их рассмотрения и утверждения руководством ЦППЭЭ МЭИ, проходят редакционно-издательскую подготовку и издаются.

Учебно-методические материалы и расписание проведения занятий с контактными данными преподавателей в электронном виде высылаются каждому слушателю или Заказчику, в случае формирования корпоративной группы слушателей, не менее чем за две недели до начала занятий. В начале проведения занятий учебно-методические материалы в печатном виде и презентации в электронном виде раздаются слушателям.

Таким образом, при повышении квалификации слушателей применяются формы как очного, так и заочного обучения с элементами дистанционного образования.

В учебной аудитории установлен мультимедийный комплекс, который преподаватели в процессе очного обучения активно используют для демонстрации презентаций, видеофильмов, а также материалов из интернета и других электронных ресурсов. В учебной аудитории также имеется доска с разноцветными фломастерами для графической иллюстрации ответов на вопросы слушателей, которые не отражены в учебно-методических материалах и презентациях. В случае обучения на территории Заказчика требования к оборудованию учебной аудитории являются аналогичными.

Такая организация учебного процесса нацелена на создание объективно комфортных условий для достижения максимально эффективного результата обучения при ограниченном ресурсе времени.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН
повышения квалификации специалистов генеральных дирекций
энергогенерирующих компаний по программе
«Устройство и функционирование современной ТЭС»

Направление подготовки: Электроэнергетика

Базовые специальности: №140101 – Тепловые электрические станции

№140204 – Электрические станции,

№140205 – Электроэнергетические системы и сети,

Специализация: -.

Общая продолжительность обучения, часов: 154,

в.т.ч.

- аудиторных – 100;
- самостоятельная работа - 54

Формы и место обучения:

- очная, с отрывом от производства; МЭИ
- очная, без отрыва от производства по согласованному графику, МЭИ или у Заказчика в случае формирования корпоративной группы

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИН (ТЕМ ЗАНЯТИЙ)	Объем работы слушателя, (час)							Форма проверки знаний
		По учебному плану, всего	с преподавателями					Самостоятельная работа	
			Итого	Лекции	Практические занятия и лабораторные работы	Консультации, индивидуальные занятия	Защита, зачет, экзамен		
1.	Тепловая часть тепловых электростанций	94	64	62	-	1,5	0,5	30	
	<i>Вводное занятие</i>	2	2	2	-	-	-	-	
1.1.	<i>Классификация и основные показатели ТЭС</i>	15	10	10	-	-	-	5	
1.1.1.	Классификация и энергетическая эффективность ТЭС	6	4	4	-	-	-	2	
1.1.2	Тепловые схемы и удельные расходы топлива на ТЭС	6	4	4	-	-	-	2	
1.1.3	ТЭЦ	3	2	2	-	-	-	1	

1.2.	<i>Основное тепломеханическое оборудование ТЭС</i>	39	26	26	-	-	-	13	-
1.2.1.	Котельные установки ТЭС	9	6	6	-	-	-	3	
1.2.2.	Паротурбинные установки	12	8	8	-	-	-	4	
1.2.3.	Газотурбинные и парогазовые установки	18	12	12	-	-	-	6	
1.3.	<i>Вспомогательное тепломеханическое оборудование ТЭС</i>	36	24	24	-	-	-	12	-
1.3.1.	Регенеративные подогреватели	2	1	1	-	-	-	1	
1.3.2.	Деаэраторы	2	1	1	-	-	-	1	
1.3.3.	Питательные, конденсатные, циркуляционные и сетевые насосы	5	4	4	-	-	-	1	
1.3.4.	Тягодутьевые машины. Вентиляторы и дымососы	3	2	2	-	-	-	1	
1.3.5.	Газовоздушные тракты, электрофильтры, дымовые трубы	6	4	4	-	-	-	2	
1.3.6.	Оборудование топливоприготовления	3	2	2	-	-	-	1	
1.3.7.	Водоподготовительные установки ТЭС	6	4	4	-	-	-	2	
1.3.8.	Золошлакоудаление ТЭС	6	4	4	-	-	-	2	
1.3.9.	Теплоэнергетическая арматура	3	2	2	-	-	-	1	
	Консультации	1,5	1,5		-	1,5	-	-	
	Экзамен	0,5	0,5		-	-	0,5	-	Экза- мен
2.	Электрическая часть тепловых электростанций	42	26	24	-	1,5	0,5	16	-
	<i>Вводное занятие</i>	2	2	2	-	-	-	-	-
2.1.	<i>Общая характеристика электрической части ТЭС</i>	4	4	2	-	-	-	2	-
2.2.	<i>Основное электрооборудование ТЭС</i>	14	8	8	-	-	-	6	-

2.2.1.	Генераторы электростанций	6	4	4	-	-	-	2	-
2.2.2.	Трансформаторное оборудование	8	4	4	-	-	-	4	-
2.3.	<i>Коммутационные и защитные аппараты высокого напряжения</i>	8	4	4	-	-	-	4	-
2.4.	<i>Воздушные и кабельные линии электропередачи</i>	6	4	4	-	-	-	2	
2.5.	<i>Современные методы диагностики состояния и организации ремонта электрооборудования ТЭС</i>	6	4	4	-	-	-	2	-
	Консультации	1,5	1,5	-	-	1,5	-	-	-
	Экзамен	0,5	0,5	-	-	-	0,5	-	Экзамен
3.	Работа ТЭС в условиях рынка	17	9	8	-	0,5	0,5	8	-
3.1.	<i>Работа ТЭС в составе электроэнергетической системы</i>	8	4	4	-	-	-	4	-
3.2.	<i>Электроэнергетические рынки</i>	8	4	4	-	-	-	4	-
	Консультации	0,5	0,5	-	-	0,5			
	Экзамен	0,5	0,5	-	-	-	0,5		-
	Итоговое занятие (Анкетирование слушателей и вручение Свидетельств о повышении квалификации)	1	1	-	-	-	1	-	-
	Итого:	154	100	94	-	3,5	2,5	54	

Учебная программа
повышения квалификации специалистов генеральных дирекций
энергогенерирующих компаний
«Устройство и функционирование современной ТЭС»

Учебный план

Число часов по учебному плану, всего	- 154 часа
в том числе:	
лекции	- 94 часа
лабораторные работы и практические занятия	- 0 часов
Консультации	- 3,5 часа
экзамены и зачеты	- 1,5 часа
Самостоятельная работа	- 54 часов
Экзаменов	- 3
Итоговое занятие	- 1 час

СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЙ

1. Тепловая часть тепловых электростанций

Продолжительность обучения, всего –94 часа, в том числе: лекции — 62 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа — 30 часов, консультации — 1,5 часа, экзамен — 0,5 часа.

Вводное занятие

(Продолжительность обучения, всего - 2 часа, в том числе: лекции - 2 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 0 часов)

Основные понятия теплотехники. Термины и определения.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию «Равновесное термодинамическое тело» и в чем его физический смысл?
2. Дайте определение первого закона термодинамики и поясните его физический смысл.
3. О чем гласит второй закон термодинамики и в чем его физический смысл?
4. Расскажите о термодинамических свойствах воды и водяного пара применительно к энергетике.
5. Что такое термический КПД цикла Карно и почему КПД не может быть больше 100 %?

1.1. Классификация и основные показатели ТЭС

(Продолжительность обучения, всего - 15 часов, в том числе: лекции - 10 часов, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 5 часов)

1.1.1. Классификация и энергетическая эффективность ТЭС

(Продолжительность обучения, всего - 6 часов, в том числе: лекции - 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 2 часа)

Структура ТЭС Единой энергосистемы России. Структура топливоиспользования ТЭС России. Состав энергетического оборудования энергоблока и принципиальная технологическая схема энергоблока КЭС. Компоновка оборудования в Главном корпусе ТЭС (блочная схема и схема с поперечными связями). Генеральный план ТЭС.

Главные технологические параметры процессов преобразования энергии на ТЭС и технологические циклы. Влияние параметров свежего пара и вакуума в конденсаторе, а также температуры питательной воды на КПД ТЭС. Показатели энергетической эффективности ТЭС брутто и нетто.

Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику структуры ТЭС электроэнергетики России.
2. Расскажите о структуре топливоиспользования электроэнергетики России и тенденциях ее изменения.
3. В чем заключается основное отличие технологических схем блочных ТЭС и ТЭС с поперечными связями?
4. Перечислите основное и вспомогательное теплоэнергетическое оборудование ТЭС и расскажите о его назначении.
5. Расскажите, в чем заключается отличие показателей энергетической эффективности ТЭС брутто и нетто.

1.1.2. Тепловые схемы и удельные расходы топлива на ТЭС

(Продолжительность обучения, всего - 6 часов, в том числе: лекции - 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 2 часа)

Тепловая схема энергоблока мощностью 300 МВт. Тепловая схема энергоблока 500 МВт Рефтинской ГРЭС. Энергетические характеристики энергоблока. Пусковая схема энергоблока.

Разработка инновационных энергоблоков на угле и их показатели. Планы замещения действующих энергоблоков, выработавших парковый ресурс.

Пример теплотехнического расчета принципиальной тепловой схемы энергоблока с определением генерируемой электрической мощности и удельного расхода условного топлива.

Контрольные вопросы:

1. Что такое «тепловая схема энергоблока» и для чего она нужна?
2. Перечислите основные энергетические характеристики энергоблока.
3. Чем вызваны планы модернизации российской энергетики и какие основные показатели у современных российских и зарубежных энергоблоков?
4. От чего зависит удельный расход условного топлива и каковы пути его снижения?
5. Расскажите о влиянии режимов работы энергоблока на удельный расход условного топлива.

1.1.3. ТЭЦ

(Продолжительность обучения, всего - 6 часов, в том числе: лекции - 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 2 часа)

Принципиальная тепловая схема энергоблока ТЭЦ. Эффективность производства электроэнергии и теплоты в комбинированном технологическом цикле. Показатели энергетической эффективности ТЭЦ. Тепловая схема турбоустановки Т-110-130. Схема теплофикационного оборудования ТЭЦ. Сетевые подогреватели.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается коренное отличие принципиальных тепловых схем энергоблоков ТЭЦ и КЭС?
2. Расскажите о показателях энергетической эффективности ТЭЦ.
3. Имеются ли технологические ограничения по режимам работы энергоблоков ТЭЦ и, если да, то чем они обусловлены?
4. Для чего нужны сетевые подогреватели?
5. Охарактеризуйте достоинства и недостатки блочных схем и схем с поперечными связями для ТЭЦ при наличии или отсутствии пиковых водогрейных котлов.

1.2. Основное тепломеханическое оборудование ТЭС

(Продолжительность обучения, всего - 39 часов, в том числе: лекции - 26 часов, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 13 часов)

1.2.1. Котельные установки ТЭС

(Продолжительность обучения, всего - 9 часов, в том числе: лекции - 6 часов, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 3 часа)

Типы, конструкции и основные характеристики энергетических котельных установок. Основные узлы и элементы котельных установок и их назначение. Котельные установки для ТЭС с поперечными связями. Котельные установки для энергоблоков 300, 500 и 800 МВт на газе и угле. Котлы-утилизаторы для ПГУ.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о типах и конструкциях энергетических котельных установок.
2. Приведите основные характеристики энергетических котельных установок.
3. Перечислите основные узлы и элементы котельных установок и расскажите о их назначении.
4. Дайте характеристику котельным установкам для энергоблоков 300, 500 и 800 МВт на газе и угле. Расскажите об основных проблемах котельных установок при сжигании основных марок энергетических углей.
5. Для чего нужны котлы-утилизаторы при установке ПГУ на ТЭС? Укажите их особенности.

1.2.2. Паротурбинные установки

(Продолжительность обучения, всего - 12 часов, в том числе: лекции - 8 часов, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 4 часа)

Устройство и принцип действия паротурбинных установок (ПТУ). Конструкция основных узлов и деталей паровых турбин. Типы ПТУ и области их использования. Оборудование и характеристики ПТУ.

Современные технические требования к паровым турбинам. Модернизация ПТУ в условиях эксплуатируемых тепловых электростанций.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите об устройстве и принципе действия паротурбинных установок.
2. Приведите типы ПТУ и расскажите об областях их использования.
3. Расскажите об основных узлах паровых турбин.
4. Перечислите технические требования к современным паровым турбинам.
5. Какие мероприятия применяются для модернизации эксплуатируемых ПТУ?

1.2.3. Газотурбинные и парогазовые установки

(Продолжительность обучения, всего - 18 часов, в том числе: лекции - 12 часов, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 6 часов)

1.2.3.1. Газотурбинные установки

(Продолжительность обучения, всего - 6 часов, в том числе: лекции - 4 часов, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 2 часа)

Устройство энергетической ГТУ. Преимущества, недостатки и область применения ГТУ по сравнению с ПТУ. Сравнительные характеристики отечественных и зарубежных ГТУ.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о назначении ГТУ, устанавливаемых на ТЭС в России.
2. Расскажите о достоинствах и недостатках ГТУ, применяемых на ТЭС России.

3. Перечислите основные характеристики российских и иностранных ГТУ.
4. Расскажите о применении ГТУ для автономных систем электроснабжения.
5. Что Вы знаете о перспективах расширения применения ГТУ для ТЭС, включенных в ЕЭС России, и автономных систем энергоснабжения.

1.2.3.2. Парогазовые установки

(Продолжительность обучения, всего - 12 часов, в том числе: лекции - 8 часов, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 4 часа)

Понятия о парогазовых энергетических технологиях. Тенденции развития и роль ПГУ в зарубежной и отечественной энергетике. Классификация ПГУ, их типы, преимущества и недостатки. ПГУ со сбросом газа в котел. ПГУ ТЭЦ. Оборудование ПГУ утилизационного типа

Внедрение ПГУ технологий на действующих ТЭС. Дополнительное основное и вспомогательное оборудование и его характеристики. Технологическая совместимость вновь устанавливаемого и эксплуатируемого оборудования. Оценка технических, экономических и экологических показателей современных ТЭС с парогазовыми и газотурбинными надстройками

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под термином «парогазовые энергетические технологии»?
2. Расскажите о причинах появления парогазовых энергетических технологий.
3. Приведите классификацию ПГУ и расскажите об их типах и конструкциях.
4. Что Вы знаете о достоинствах и недостатках применения ПГУ на действующих традиционных ТЭС?
5. Дайте оценку эколого-экономических показателей ТЭС с надстройками ПГУ и ГТУ.

1.3. Вспомогательное тепломеханическое оборудование ТЭС

(Продолжительность обучения, всего - 36 часов, в том числе: лекции - 24 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 12 часов)

1.3.1. Регенеративные подогреватели.

(Продолжительность обучения, всего - 2 часа, в том числе: лекции - 1 час, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 1 час)

Регенеративные подогреватели. Назначение, принцип действия, схемы включения и конструкции регенеративных подогревателей.

Контрольные вопросы:

1. Для чего применяются регенеративные подогреватели?
2. Расскажите о принципе действия регенеративных подогревателей и их конструкциях.

3. Как изменяется КПД энергоблоков с регенеративными подогревателями?

4. Приведите схемы регенеративных подогревателей.

1.3.2. Деаэраторы. Назначение, принцип действия, схемы включения и конструкции деаэраторов

(Продолжительность обучения, всего - 2 часа, в том числе: лекции - 1 час, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 1 час)

Деаэраторы. Назначение, принцип действия, схемы включения и конструкции деаэраторов.

Контрольные вопросы:

1. Для чего применяются деаэраторы?
2. Расскажите о процессах, происходящих в деаэраторах.
3. Приведите основные типы деаэраторов и их конструкции.
4. Опишите основные достоинства и недостатки различных типов деаэраторов.

1.3.3. Питательные, конденсатные, циркуляционные и сетевые насосы

(Продолжительность обучения, всего - 5 часов, в том числе: лекции - 4 час, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 1 час)

Питательные, конденсатные, циркуляционные и сетевые насосы. Назначение, типы, конструкции и характеристики насосов.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о назначении, типах, конструкциях и характеристиках питательных насосов.
2. Расскажите о назначении, типах, конструкциях и характеристиках конденсатных насосов.
3. Расскажите о назначении, типах, конструкциях и характеристиках циркуляционных насосов.
4. Расскажите о назначении, типах, конструкциях и характеристиках сетевых насосов.
5. Расскажите о мероприятиях по продлению срока эксплуатации и регулированию производительности и потребления мощности при изменении нагрузки энергоблоков или тепловой сети.

1.3.4. Тягодутьевые машины. Вентиляторы и дымососы. Назначение, типы, конструкции и характеристики ТДМ

(Продолжительность обучения, всего - 3 часа, в том числе: лекции - 2 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 1 час)

Тягодутьевые машины. Вентиляторы и дымососы. Назначение, типы, конструкции и характеристики ТДМ.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о назначении, типах и конструкциях вентиляторов и дымососов.
 2. Расскажите о зависимости характеристик вентиляторов и дымососов от типов рабочих колес.
 3. Расскажите о зависимости рабочих характеристик вентиляторов и дымососов от аэродинамики подводящих и отводящих воздухопроводов и газоходов.
 4. Расскажите об изменении рабочих характеристик дымососов угольных энергоблоков от эффективности работы пылеулавливающих установок и абразивных свойств летучей золы.
 5. Расскажите о мероприятиях по регулированию производительности и потребления мощности вентиляторов и дымососов при изменении нагрузки котельных установок.
- 1.3.5. Газовоздушные тракты, электрофильтры, дымовые трубы. Назначение, конструкции, характеристики.

(Продолжительность обучения, всего - 6 часов, в том числе: лекции - 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 2 часа)

Газовоздушные тракты, электрофильтры, дымовые трубы. Назначение, конструкции, характеристики.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под термином «газовоздушные тракты» применительно к ТЭС?
 2. Какие характеристики используются для определения качества выполнения газовоздушных трактов, исходя из их назначения?
 3. Расскажите о назначении, типах и конструкциях электрофильтров.
 4. От чего зависит эффективность работы электрофильтров?
 5. Расскажите о назначении, типах и конструкциях дымовых труб.
- 1.3.6. Оборудование топливоприготовления

(Продолжительность обучения, всего - 3 часа, в том числе: лекции - 2 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 1 час)

Оборудование топливоприготовления

Контрольные вопросы:

1. Расскажите об оборудовании топливоприготовления на газовых ТЭС
2. Расскажите об оборудовании топливоприготовления при сжигании мазута.
3. Расскажите о влиянии качества подготовки мазута к сжиганию на безаварийность работы котельной установки.
4. Расскажите об оборудовании топливоприготовления при сжигании угля.
5. Какие типы мельниц применяются для подготовки угольной пыли?

1.3.7. Водоподготовительные установки ТЭС

(Продолжительность обучения, всего - 6 часов, в том числе: лекции - 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 2 часа)

Водоподготовительные установки ТЭС.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначены водоподготовительные установки ТЭС?
2. Для чего применяются узлы предочистки свежей воды?
3. Расскажите о методах обработки добавочной воды после удаления механических примесей.
4. Расскажите об экологических характеристиках традиционных и безреагентных методов обработки добавочной воды.

1.3.8. Золошлакоудаление ТЭС. Технологии и оборудование систем золошлакоудаления.

Экономические и экологические показатели систем ЗШУ ТЭС

(Продолжительность обучения, всего - 6 часов, в том числе: лекции - 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 2 часа)

Золошлакоудаление ТЭС. Технологии и оборудование систем золошлакоудаления.

Экономические и экологические показатели систем ЗШУ ТЭС

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о назначении систем золошлакоудаления ТЭС.
2. Какие Вы знаете типы систем золошлакоудаления ТЭС?
3. Перечислите состав оборудования различных типов систем золошлакоудаления ТЭС.
4. Дайте характеристику эколого-экономических показателей традиционным системам золошлакоудаления отечественных ТЭС.
5. Каким требованиям должны соответствовать системы золошлакоудаления ТЭС с приемлемыми эколого-экономическими показателями?

1.3.9. Теплоэнергетическая арматура

(Продолжительность обучения, всего - 3 часа, в том числе: лекции - 2 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 1 час)

Теплоэнергетическая арматура

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о назначении теплоэнергетической арматуры.
2. Что вы знаете о типах теплоэнергетической арматуры;
3. Каким техническим требованиям должна соответствовать теплоэнергетическая арматура?

4. Какими правилами следует руководствоваться при выборе, монтаже и эксплуатации теплоэнергетической арматуры?
5. Расскажите о мероприятиях по продлению срока эксплуатации теплоэнергетической арматуры.

2. Электрическая часть тепловых электростанций

Продолжительность обучения, всего –42 часа, в том числе: лекции — 24 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа — 16 часов, консультации — 1,5 часа, экзамен — 0,5 часа.

Вводное занятие

(Продолжительность обучения, всего - 2 часа, в том числе: лекции - 2 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 0 часов)

Основные понятия электротехники. Термины и определения.

Контрольные вопросы:

1. Понятие и определение тока, напряжения и сопротивления активных токоприемников.
2. Какими параметрами характеризуются емкостные и индуктивные токоприемники?
3. Дайте определение закона Кирхгофа и расскажите о его физическом смысле.
4. Приведите примеры емкостной и индуктивной нагрузки.
5. Какова природа образования электрических и магнитных полей и в чем заключается их опасность при воздействии на человека?

2.1. Общая характеристика электрической части ТЭС

(Продолжительность обучения, всего - 4 часа, в том числе: лекции - 2 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 2 часа)

Электрические схемы электростанций. Состав и назначение основного и вспомогательного электрического оборудования. Распределительные устройства. Схемы, применяемые на генераторном, высшем и среднем напряжении. Электроснабжение собственных нужд электростанций. Назначение, устройство и оборудование систем релейной защиты и автоматики. Релейная защита (основная и резервная) генераторов электростанций. Назначение, устройство и типы автоматических регуляторов возбуждения генераторов.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите об электрических схемах электростанций и их назначении.
2. Перечислите состав и назначение основного и вспомогательного электрического оборудования ТЭС.
3. Зачем нужны распределительные устройства и какие их типы применяются на ТЭС?

4. Зачем нужна релейная защита на ТЭС и что она защищает?
5. Какие функции выполняют автоматические регуляторы возбуждения генераторов?

2.2. Основное электрооборудование ТЭС

(Продолжительность обучения, всего - 14 часов, в том числе: лекции - 8 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 6 часов)

2.2.1. Генераторы электростанций

(Продолжительность обучения, всего - 6 часов, в том числе: лекции - 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 2 часа)

Принцип действия синхронных генераторов. Конструкции и характеристики синхронных генераторов. Системы охлаждения генераторов. Системы возбуждения генераторов. Совершенствование изоляции обмоток синхронных генераторов.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о принципе действия синхронных генераторов.
2. Какие Вы знаете конструкции и характеристики синхронных генераторов?
3. Какие системы охлаждения генераторов применяются на отечественных ТЭС и какие достоинства и недостатки им присущи?
4. Для чего нужны системы возбуждения генераторов и какие их типы Вы знаете?
5. Каково назначение изоляции обмоток синхронных генераторов какие пути ее совершенствования вы знаете?

2.2.2. Трансформаторное оборудование

(Продолжительность обучения, всего - 8 часов, в том числе: лекции - 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 4 часа)

Принцип работы и устройство трансформаторов. Типы и характеристики трансформаторов. Автотрансформаторы. Конструкция трансформатора, изоляция обмоток. Трансформаторы собственных нужд ТЭС. Шунтирующие реакторы, их назначение, характеристики и режимы работы.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о принципе действия и устройстве трансформаторов.
2. Какие типы и характеристики трансформаторов Вам известны?
3. Для чего делается изоляция обмоток трансформаторов?
4. Что такое автотрансформаторы и чем они конструктивно отличаются от трансформаторов?
5. Для чего нужны трансформаторы собственных нужд и реакторы?

2.3. Коммутационные и защитные аппараты высокого напряжения

(Продолжительность обучения, всего - 8 часов, в том числе: лекции - 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 4 часа)

Назначение и классификация коммутационных аппаратов, условия их работы, предъявляемые требования. Выключатели высокого напряжения. Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Ограничители перенапряжений (ОПН), вентильные разрядники. Назначение, характеристики и режимы работы. Изоляторы.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о назначении и классификации коммутационных аппаратов.
2. Каким требованиям должны соответствовать коммутационные аппараты?
3. Для чего применяются разъединители, отделители и короткозамыкатели?
4. Расскажите о назначении и конструкциях ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников.
5. Для чего применяются изоляторы и какие материалы применяются для современных изоляторов?

2.4. Воздушные и кабельные линии электропередачи

(Продолжительность обучения, всего - 6 часов, в том числе: лекции - 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 2 часа)

Выдача мощности ТЭС в электроэнергетическую систему. Типы, марки и характеристики проводов ВЛ. Область применения. Опоры ВЛ. Изоляторы и арматура. Условия работы ВЛ. Общая характеристика КЛ. Изоляция, используемая в кабелях. Маслонаполненные кабели. Способы прокладки кабелей.

Контрольные вопросы:

1. Каким образом выдается мощность в электроэнергетическую систему?
2. Какие Вы знаете типы, марки и характеристики проводов для высоковольтных воздушных линий?
3. Какова область применения проводов для ВЛ?
4. Какова область применения кабельных высоковольтных линий?
5. Расскажите о типах КЛ и способах их прокладки.

2.5. Современные методы диагностики состояния и организации ремонта электрооборудования ТЭС

(Продолжительность обучения, всего - 6 часов, в том числе: лекции - 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 2 часа)

Основные методы диагностики состояния электрооборудования. Определение дефектов на ранней стадии их возникновения. Оценка функциональной исправности

оборудования. Объем и последовательность проведения комплексной диагностики состояния электрооборудования.

Определение возможности продолжения эксплуатации электрооборудования без проведения ремонтных работ. Определение объемов ремонтных работ в случае необходимости их проведения. Прогнозирование остаточного срока службы и разработка мероприятий по продлению срока службы электрооборудования.

Анализ конструкций силовых трансформаторов различных периодов выпуска. Характерные недостатки и дефекты конструкций различных трансформаторов. Влияния особенностей конструкций различных трансформаторов на их эксплуатацию. Факторы, влияющие на сокращение срока службы трансформаторов. Возможные технические решения по модернизации и реконструкции трансформаторов в период капитального ремонта, включая внедрение систем мониторинга их состояния.

Контрольные вопросы:

1. Для чего нужна диагностика состояния электрооборудования?
2. Какие принципы закладываются при создании систем диагностики?
3. Что такое мониторинг состояния электрооборудования и в чем его отличие от диагностики?
4. Какая связь между мониторингом состояния электрооборудования и организацией проведения его ремонтов?
5. Чем определяется срок безаварийной эксплуатации электрооборудования и какие необходимы мероприятия по его обеспечению?

3. Работа ТЭС в условиях рынка

Продолжительность обучения, всего –17 часов, в том числе: лекции — 8 часов, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа — 8 часов, консультации — 0,5 часа, экзамен — 0,5 часа.

3.1. Работа ТЭС в составе электроэнергетической системы

(Продолжительность обучения, всего - 8 часов, в том числе: лекции - 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 4 часа)

Единая электроэнергетическая система России. Использование мощности электростанций в ЭЭС. Регулирование частоты. Статическая и динамическая устойчивость работы генераторов электростанций. Нормативные показатели устойчивости и их обеспечение.

Контрольные вопросы:

1. Кем организуется работа Единой электроэнергетической системы России? Какие права и обязанности у системного оператора?

2. Что означает термин «Замыкающая электростанция»? Какой тип электростанции может выполнять эту функцию и почему?
3. Чем определяется статическая и динамическая устойчивость работы генераторов электростанций?
4. Для чего нужно регулирование частоты и каковы пределы ее нормативного изменения?
5. Какие используются нормативные показатели устойчивости работы энергосистемы и каким образом они обеспечиваются?

3.2. Электроэнергетические рынки

(Продолжительность обучения, всего - 8 часов, в том числе: лекции - 4 часа, лабораторные работы и практические занятия - 0 часов; самостоятельная работа – 4 часа)

Основные модели управления энергосистемами. Развитие электроэнергетического рынка в Англии и Уэльсе. Развитие электроэнергетических рынков в США. Развитие электроэнергетического рынка в энергообъединении NORDEL. Развитие электроэнергетического рынка в Европейском Сообществе. Обеспечение надежности работы энергосистем и энергообъединений в США и Европе. Рынок электроэнергии на постсоветском пространстве.

Контрольные вопросы:

1. расскажите об основных моделях управления энергосистемами в развитых странах мирового сообщества;
2. Что представляет собой электроэнергетический рынок в Англии и Уэльсе? Какие изменения в нем произошли за последние 30 лет и почему?
3. Расскажите об электроэнергетическом рынке в США и укажите причины системных аварий за последние 30 лет.
4. Что представляют собой национальные энергосистемы Германии, Франции и какова организация электроэнергетического рынка в Европейском Сообществе?
5. Расскажите об организации рынка электроэнергии в России и на постсоветском пространстве.

Консультации – 0,5 часа

Экзамен – 0,5 часа.

Итоговое занятие. Анкетирование слушателей и вручение Свидетельств о повышении квалификации. (1 час).

Анкета к итоговому занятию

1. Что такое в Вашем понимании современная ТЭС?
Современная ТЭС — это

2. Изменились ли Ваши представления о ТЭС?

да **нет** **затрудняюсь ответить**

Если **да**, то как?

3. Соответствуют ли отечественные ТЭС лучшим зарубежным электростанциям?

да **нет** **затрудняюсь ответить**

Если **нет**, то почему?

4. Видите ли Вы возможные новые направления модернизации отечественных ТЭС?

да **нет** **затрудняюсь ответить**

Если **да**, то какие?

5. Считаете ли Вы полезной эту программу повышения квалификации?

да **нет** **затрудняюсь ответить**

Если **нет**, то, почему?

6. Будете ли Вы использовать полученные знания в дальнейшей работе?

да **нет** **затрудняюсь ответить**

Если **нет**, то, почему?

7. Являются ли достаточными знания в целом по программе, которые Вы получили, для работы?

да **нет** **затрудняюсь ответить**

Если **нет**, то, какие вопросы необходимо дополнительно включить в программу?

8. В достаточной ли мере изложены отдельные вопросы по программе?

да **нет** **затрудняюсь ответить**

Если **нет**, то, какие вопросы необходимо изложить более подробно?

9. Считаете ли Вы достаточным аудиторное время для повышения квалификации по программе?

да **нет** **затрудняюсь ответить**

Если **нет**, то, по каким вопросам и как необходимо изменить продолжительность занятий?

10. Помогли ли Вам учебно-методические материалы и презентации в освоении знаний по программе повышения квалификации?

да нет не полностью затрудняюсь ответить

Если **нет**, то, почему?

Если **не полностью**, то, что нужно изменить в учебно-методических материалах?

11. Достаточны ли по объему учебно-методические материалы для успешного обучения по программе повышения квалификации?

да нет затрудняюсь ответить

Если **нет**, то, по каким вопросам учебно-методические материалы недостаточны?

12. Считаете ли Вы в целом удачной организацию учебного процесса?

да нет затрудняюсь ответить

Если **нет**, то, что нужно изменить в организации учебного процесса?

13. Считаете ли Вы полезным дальнейшее развитие этой образовательной программы?

да нет затрудняюсь ответить

Если **да**, то что нужно изменить в Программе?

14. Считаете ли Вы желательным для себя пройти обучение по программе профессиональной переподготовки?

да нет затрудняюсь ответить

Если **да**, то какая программа была бы для Вас предпочтительнее?

«Тепловые электрические станции»

«Электрические станции»

«Электроэнергетические системы и сети»

15. Пожелания

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Александров. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок: Учебное пособие для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 158 с.: ил.
2. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов / Под ред. Лавыгина В.М, Седлова А.С., Цанева С.В. — М.: Издательство МЭИ, 2005.
3. Ю.М. Липов, Ю.М. Третьяков. Котельные установки и парогенераторы. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 592 с.
4. Рихтер Л.А., Елизаров Д.П., Лавыгин В.М. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций. - М.: Энергоатомиздат.-1987.
5. Трухний А.Д., Б.В. Ломакин. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: Учебное пособие для вузов. — М.: Издательство МЭИ, 2002. — 540 с.: ил., вкладки.
6. Стерман Л.С., Покровский В.Н. Физические и химические методы обработки воды на ТЭС. - М.: Энергоатомиздат, 1991.
7. Современные природоохранные технологии в электроэнергетике: Информационный сборник / В.В. Абрамов и др.; под общей ред. В.Я. Путилова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2007. — 388 с.: ил.
8. Экология энергетики. Учебное пособие / Под общей редакцией В.Я. Путилова. М.: Издательство МЭИ, 2003. – 716 с.: ил.
9. Электрическая часть станций и подстанций. / Под ред. А.А. Васильева. -М.: Энергоатомиздат, 1990.

10. Объем и нормы испытания электрооборудования. РД34.45-51.300-97.-М: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001.
11. Сборник методических пособий по контролю состояния электрооборудования. - М: АО «Фирма ОРГРЭС»,1998.
12. Кучинский Г.С., Кизеветтер В.Е., Пинталь Ю.С. Изоляция установок высокого напряжения. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
13. Голоднов Ю.М. Контроль за состоянием трансформаторов.- М.: Энергоатомиздат, 1988.
14. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей.- СПб.: Издательство ДЕАН, 2003.
15. Алексеев Б. А.. Определение состояний (диагностика) крупных турбогенераторов. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001.
16. Таджикибаев А.И., В.В. Старовойтенко, Н.М. Венксер, Н.С. Соловьев, В.А. Калинин Диагностика изоляции генераторов. Учебное пособие – С-Петербург: Санкт-Петербургский государственный технический университет, 1996. 92 с.
17. И.И. Соловьев. Автоматические регуляторы возбуждения синхронных генераторов. – М.: Энергоиздат, 1981.
18. Савалов С.А. Режимы единой энергосистемы –М.: Энергоатомиздат 1988. –216 с.
19. Рокотян С.С., Шапиро И.М. Справочник по проектированию электроэнергетических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1985; – 352 с
20. Учебно-методические материалы ЦППЭЭ МЭИ

Декан ФПКПС МЭИ

Крюков А.П.

Авторы:

Путилова И.В.