

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.01.01** Электротехническое оборудование теплоэнергетических производств

Учебный план: ФГОС3++m130401.30-1\_23-12.plx

Кафедра: 30 Автоматизированного электропривода и электротехники

Направление подготовки:  
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:  
(специализация) Электротехническое оборудование энергетических комплексов

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия					
1	УП	34	17	21	36	3	Экзамен
	РПД	34	17	21	36	3	
Итого	УП	34	17	21	36	3	
	РПД	34	17	21	36	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Иваненко В.П.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизированного электропривода и электротехники

Благодарный Н.С.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Благодарный Н.С.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Подготовка специалистов по вопросам эксплуатации основного и вспомогательного оборудования электрических станций:

Ознакомление с составом вспомогательного оборудования, конструкцией, принципом работы, местом его в схеме теплоэнергетических производств, получение необходимых навыков расчета отдельных узлов и элементов.

Получение знаний в области вспомогательном оборудовании пароводяного и газовоздушного трактов ТЭС, топливно-транспортного хозяйства и шлакозолоудаления на ТЭС

### 1.2 Задачи дисциплины:

Изучение вопросов теории, конструкций методов расчета и эксплуатации вспомогательного оборудования теплоэнергетических производств, ознакомление с

тепловыми схемами и технико-экономическими показателями

тепловых электростанций.

Приобрести навыки самостоятельной творческой работы, обращения с учебной и периодической литературой, а также с справочными и нормативными материалами.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Изложение материала базируется на предшествующем изучении таких дисциплин, как физика, теплотехника, электротехника.

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-1: Способен формировать инженеринговые решения по замене и модернизации электротехнического оборудования объектов профессиональной деятельности</b>
<b>Знать:</b> нормативно-технические параметры, тепловые и технологические схемы электротехнического оборудования теплоэнергетических производств
<b>Уметь:</b> пользоваться справочной литературой, давать оценку эффективности работы и возможности модернизации электротехнического оборудования энергетических комплексов теплоэнергетических производств
<b>Владеть:</b> навыками определения параметров электротехнического оборудования энергетических комплексов теплоэнергетических производств
<b>ПК-2: Способен осуществлять подготовку к выполнению работ по пуску и наладке объектов профессиональной деятельности</b>
<b>Знать:</b> принцип работы, устройство, конструктивные особенности и технические характеристики электротехнического оборудования энергетических комплексов; алгоритмы управления и условия работы приводов электротехнического оборудования энергетических комплексов
<b>Уметь:</b> проводить оценку состояния электротехнического оборудования энергетических комплексов, к проведению пуска-наладочных работ
<b>Владеть:</b> навыками составления инструкций по эксплуатации и диагностики вспомогательного оборудования энергетических комплексов

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля	
		Лек. (часы)	Пр. (часы)				
Раздел 1. О физических величинах, используемых в практике производства и потребления электрической и тепловой энергии. Тепловые схемы ТЭС. Теплообменные аппараты.	1					О,К	
Тема 1. Некоторые свойства водного пара и воды. Топливо-энергетический комплекс России. Физико-химические свойства топлив. Типы тепловых электростанций.		1	0,5				
Тема 2. Устройство и функционирование современной ТЭС. Общее представление о тепловой электростанции. Технологический процесс преобразования химической энергии топлива в электроэнергию на ТЭС. Основное оборудование ТЭС, главный корпус ТЭС.		1	0,5				
Тема 3. Назначение и место в тепловой схеме ТЭС отдельных элементов. Значение и роль вспомогательного оборудования. Общая классификация вспомогательного оборудования ТЭС.		1	0,5				
Тема 4. Общие сведения о теплообменных аппаратах. Классификация теплообменных аппаратов. Основные конструктивные схемы теплообменников. Основы теплового и гидравлического расчета кожухотрубных теплообменных аппаратов.		1	0,5				
Раздел 2. Регенеративный подогрев основного конденсата и питательной воды. Подогреватели низкого давления. Подогреватели высокого давления. Сетевые подогреватели.							
Тема 5. Основы процесса термической деаэрации. Типы термических деаэраторов. Деаэраторы комбинированного типа. Принцип работы. Обозначения и выбор деаэраторов.		1	0,5	4			К,О

Тема 6. ПНД. Конструктивные схемы ПНД. Преимущества и недостатки ПНД. Схема включения подогревателей. Комбинированная схема регенерации.	1	0,5			
Тема 7. ПВД. Конструктивные схемы ПВД. Преимущества и недостатки ПВД. Схема включения подогревателей.	1	0,5			
Тема 8. Назначение и место в тепловой схеме ТЭС. Типы сетевых подогревателей. Конструкция сетевых подогревателей. Схемы подогрева сетевой воды. Расчёт сетевой установки. Выбор сетевых подогревателей.	1	2			
Раздел 3. Деаэраторы. Испарители. Конденсаторы паровых турбин. Охладители масла. Насосы и вентиляторы ТЭС.					
Тема 9. Основы процесса термической деаэрации. Типы термических деаэраторов. Деаэраторы комбинированного типа. Принцип работы. Обозначения и выбор деаэраторов.	2	1			
Тема 10. Испарители. Назначение и место в тепловой схеме испарителей. Конструкция. Включение испарительных установок в тепловую схему ТЭС. Многоступенчатая испарительная установка. Обозначение и выбор испарителей.	1	2			К,О
Тема 11. Типы, конструкция, характеристики конденсаторов. Принцип работы конденсатора паровой турбины. Кратность охлаждения. Обозначение конденсаторов.	2	0,5			
Тема 12. Назначение, классификация и характеристики маслоохладителей паротурбинных установок. Устройство и работа маслоохладителей. Системы маслоснабжения турбин. Принципиальные схемы включения маслоохладителей в контуры охлаждения ГРЭС и ТЭЦ. Обозначение маслоохладителей.	2	1			

Тема 13. Назначение и место нагнетателей в тепловой схеме ТЭС. Основные параметры нагнетателей. Выбор нагнетателей в тепловой схеме ТЭС.	2	2			
Раздел 4. Топливоприготовление. Оборудование газовоздушного тракта парового котла. Выбор вспомогательного оборудования ТЭС. Автоматическое регулирование и управление на ТЭС.					
Тема 14. Принципиальная технологическая схема топливо-транспортного хозяйства ТЭС. Типы пылеприготовительных схем. Оборудование схем пылеприготовления.	2		2		
Тема 15. Принципиальные схемы газовоздушных трактов. Оборудование и сооружения газовоздушного тракта парового котла.	2		2		О
Тема 16. Выбор вспомогательного оборудования турбинной установки. Выбор вспомогательного оборудования котельной установки. Выбор теплофикационной установки. Составление принципиальных тепловых схем ТЭС.	2	1			
Тема 17. Особенности котельных агрегатов как объектов регулирования. Задачи регулирования котельных агрегатов. Паровой котел как объект регулирования.	1	1	1		
Раздел 5. Автоматическое регулирование процесса горения барабанных котлов. Схемы регулирования процесса горения паровых барабанных котлов. Регулирование процесса горения на котлах, работающих на жидком и газообразном топливе.					
Тема 18. Регулирование подачи топлива. Регулирование подачи воздуха. Регулирование тяги.	1		2		К
Тема 19. Схема «топливо-воздух». Схема «пар-воздух». Схема «пар-воздух». Схема «заданная нагрузка-воздух».	1	1			

Тема 20. Управление котлами при параллельной работе на общую паровую магистраль. Регулирование питания барабанного котельного агрегата водой.	1		2		
Раздел 6. Автоматическое регулирование температуры перегрева пара. Регулирование непрерывной продувки барабанных паровых котлов.					
Тема 21. Характеристики котла как объекта регулирования температуры перегрева пара. Автоматическая система регулирования температуры перегрева пара. Методы регулирования температуры перегрева пара. Схемы регулирования температуры перегрева пара.	2	1			
Тема 22. Способы регулирования температуры пара вторичного перегрева. Схемы регулирования температуры вторичного перегрева пара. Газовое регулирование.	2		2		О,К
Тема 23. Регулирование температуры пара вторичного перегрева. Способы регулирования температуры пара вторичного перегрева. Схемы регулирования температуры вторичного перегрева пара. Газовое регулирование.	2		2		
Раздел 7. Регулирование прямоточных котлов. Автоматизация вспомогательного оборудования котельных агрегатов ТЭС.					
Тема 24. Особенности прямоточных котлов как объектов регулирования. Регулирование процессов горения и питания прямоточных котлов. Структурные схемы регулирования топлива и питания прямоточного котла. Регулирование температуры пара прямоточных котлов. Структурная схемы регулирования температуры пара.		1	2		О,К
Тема 25. Регулирование пылесистем с шаровыми барабанными мельницами. Регулирование загрузки мельницы. Регулирование разрежения перед мельницей. Регулирование температуры воздушной смеси за мельницей. Регулирование молотковых мельниц.	1		2		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	17	21		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5		33,5		

<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		53,5	54,5		
---	--	------	------	--	--

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-1	Хорошо знает нормативно-технические параметры, тепловые и технологические схемы электротехнического оборудования теплоэнергетических производств. Демонстрирует умение пользоваться справочной литературой, давать оценку эффективности работы и возможности модернизации электротехнического оборудования энергетических комплексов теплоэнергетических производств. Использует навыки определения параметров электротехнического оборудования энергетических комплексов теплоэнергетических производств.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания
ПК-2	Хорошо знает принцип работы, устройство, конструктивные особенности и технические характеристики электротехнического оборудования энергетических комплексов; алгоритмы управления и условия работы приводов электротехнического оборудования энергетических комплексов. Демонстрирует умение проводить оценку состояния электротехнического оборудования энергетических комплексов, к проведению пуска-наладочных работ. Использует навыки составления инструкций по эксплуатации и диагностики вспомогательного оборудования энергетических комплексов.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание устройства, назначения, принципа действия, характеристик и параметров элементов РЗиА ; обучающийся свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях в оцениваемой области при ответах; усвоил основную и хорошо знаком с дополнительной учебной литературой.	
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом хороший, основан на обязательных источниках информации; обучающийся допускает несущественные ошибки при ответах на экзамене и на дополнительные вопросы преподавателя.	
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный, основанный только на лекционном материале; обучающийся показывает знание учебного материала в минимальном объеме; знает основные элементы и схемы РЗиА, но при этом допускает большое количество непринципиальных неточностей; допускает существенные ошибки в ответах на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	

2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний по дисциплине; не может пояснить принцип работы и характеристики базовых элементов.	
----------------------------	---	--

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 1	
1	Как называется применение электрической энергии в промышленности, транспорте, сельском хозяйстве, а так же для нужд населения?
2	Понятие централизованного теплоснабжения.
3	Пар каких параметров требуется промышленным предприятиям для различных технологических нужд?
4	Что называют регенеративным подогревом питательной воды?
5	Как называют процесс, при котором теплота рабочего тела, отработавшего в тепловом двигателе полностью или частично, используется для покрытия тепловых нагрузок как внешних, так и внутростанционных?
6	Что такое коэффициент теплофикации ТЭЦ?
7	Как называется испаритель воды с паровым обогревом, пар от которого направляется внешним потребителям. Конденсат первичного греющего пара при этом сохраняется на ТЭЦ.
8	Какие параметры являются определяющими при выборе типа турбин для ТЭЦ?
9	Какие парогенераторы обычно выбирают для промышленных ТЭЦ как менее требовательные к качеству питательной воды?
10	Каким образом на ТЭЦ осуществляется соединение участков трубопроводов между собой, а также присоединение их к оборудованию, арматуре и КИП?
11	С помощью какой арматуры осуществляется изменение режимов работы оборудования и поддержание их на заданном уровне?
12	Какова основная задача систем технического водоснабжения промышленных ТЭС?
13	Какой величины не должна превышать температура в источнике водоснабжения ТЭС в самые жаркие периоды года?
14	Какое давление циркуляционной воды в системах технического водоснабжения ТЭС?
15	Какой привод используется в основном на ТЭС для приведения в движение механизмов собственных нужд электростанции?

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Насос имеет избыточное давление  $p_{изб}=1$  бар. На какую высоту он может подавать воду с расходом  $G=0,5$  кг/с по трубе диаметром  $d=0,25$  м?
2. При какой работе насосов суммарные характеристики насосов получают сложением напоров при одинаковой подаче?
3. Какое из выражений описывает материальный баланс деаэратора?
4. Пользуясь номограммой, определить конечные параметры пара за струйным компрессором, коэффициент инжекции которого  $\mu=1,25$ . Параметры рабочего пара  $p_p=12,74$  МПа,  $t_p=240^\circ\text{C}$ ; параметры инжектируемого пара  $p_n=0,255$  МПа;  $t_n=300^\circ\text{C}$ .
5. Как называется схема включения деаэратора, представленная на рисунке?
6. В основе работы какого устройства лежит закон Генри-Дальтона?

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку ответа 30 минут,  
Возможность пользоваться списком разрешенных формул;

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Забора, И. Г., Челышков, П. Д.	Электротехника. Часть 1. Общие сведения. Электрические цепи и измерения	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/76389.html">http://www.iprbookshop.ru/76389.html</a>
Гордеев-Бургвиц, М. А.	Общая электротехника и электроника	Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ	2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/35441.html">http://www.iprbookshop.ru/35441.html</a>
Дементьев, Ю. Н., Чернышев, А. Ю., Чернышев, И. А., Бекишев, Р. Ф.	Электротехника и электроника. Электрический привод	Саратов: Профобразование	2017	<a href="https://www.iprbooks hop.ru/66403.html">https://www.iprbooks hop.ru/66403.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
С.В.Антуфьев, В.А. Суслов, А.Н.Иванов и др.	Тепломассообменное оборудование теплоэнергетических предприятий. Исследование тепловых характеристик жидкостно-жидкостного аппарата типа " труба в трубе". Выполнение лабораторных работ: методические указания для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника	М-во науки и высшего образования РФ, С- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.- Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2021	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1641743980.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1641743980.pdf</a>
Белоусов, А. В.	Электротехника и электроника	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/66690.html">http://www.iprbookshop.ru/66690.html</a>
Козлов, А. Н., Козлов, В. А., Ротачева, А. Г.	Электротехническое оборудование последнего поколения	Благовещенск: Амурский государственный университет	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/103938.html">http://www.iprbookshop.ru/103938.html</a>
Алиев, И. И.	Электротехника и электрооборудование	Саратов: Вузовское образование	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/9654.html">http://www.iprbookshop.ru/9654.html</a>

Муравьев, В. М., Сандлер, М. С.	Электротехника электроника	и	Москва: Московская государственная академия водного транспорта	2006	<a href="http://www.iprbookshop.ru/46358.html">http://www.iprbookshop.ru/46358.html</a>
------------------------------------	-------------------------------	---	---	------	---

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
 ГОСТ База стандартов. Общероссийский классификатор стандартов. Электротехника. [Электронный ресурс]. URL: <https://engeneqr.ru/oks/elektrotehnika>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
 MicrosoftOfficeProfessional 2013  
 PTC Mathcad 15  
 Microsoft: Windows Professional 10 Russian Upgrade OLPNL AcademicEdition  
 Симулятор тепловой схемы ТЭЦ v1.0

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска