

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.08

Тепловые электростанции

Учебный план:

ФГОС3++b130301ПТ-1_21-14.plx

Кафедра:

21

Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Направление подготовки:
 (специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:
 (специализация)

Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования:

бакалавриат

Форма обучения:

очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
7	УП	34	34	40	36	4	Экзамен, Курсовой проект
	РПД	34	34	40	36	4	
Итого	УП	34	34	40	36	4	
	РПД	34	34	40	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Короткова Т.Ю.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и тепловых двигателей

Злобин В.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Злобин В.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области производства тепловой и электрической энергии на ТЭС. Познакомить будущих бакалавров с типовыми схемами, принципами работы, показателями эффективности, современным состоянием и перспективами развития тепловых электрических станций.

1.2 Задачи дисциплины:

- Выработка умений и навыков для оценки и анализа физических процессов, протекающих при использовании промышленных тепловых электрических станций;
- Освоение методов расчета тепловых схем промышленных ТЭС, оценка их эффективности.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

- Газотурбинные установки
- Котельные установки и парогенераторы
- Тепловые двигатели
- Техническая термодинамика
- Теплообмен
- Теплообменное оборудование теплоэнергетических предприятий
- Гидрогазодинамика (Гидравлика)
- Гидрогазодинамика (Газодинамика)
- Топливо и процессы горения в теплоэнергетических установках
- Информатика

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1.1: Способен к разработке схем размещения теплоэнергетических объектов в соответствии с технологией производства тепловой и электрической энергии

Знать: тепловые и принципиальные схемы тепловых электростанций; конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики, территориально-расположение оборудования ТЭС и технологических систем всех цехов (подразделений) ТЭС, особенности их эксплуатации.

Уметь: разрабатывать схемы размещения оборудования тепловых электростанций; проводить расчеты выбора основного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций в соответствии с технологией и производством, действующими стандартами и нормативными документами; определять технико-экономические показатели работы тепловой электростанции

Владеть: правилами технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности; требованиями экологической безопасности при введении режима работы оборудования.

ПК-5.1: Способен выполнять специальные расчеты теплотехнологических процессов по типовым методикам

Знать: технологические схемы производства электрической и тепловой энергии; показатели тепловой и общей экономичности ТЭС; основные конструктивные характеристики теплового и вспомогательного оборудования и систем ТЭС; методы расчета тепловых схем ТЭС; основные источники научно-технической информации по оборудованию, системам технологическим решениям тепловых электростанций.

Уметь: выбирать теплового и вспомогательного оборудования, системы и технологические решения ТЭС; определять показатели тепловой и общей экономичности ТЭС; использовать типовые методики расчета тепловых схем ТЭС; анализировать информацию о новых разработках оборудования и систем ТЭС; читать и составлять тепловые схемы ТЭС.

Владеть: методами оценки основных технико-экономических показателей теплоэнергетических установок ТЭС; методами расчета тепловых схем ТЭС.

ПК-6.1: Готовность к выполнению работ по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации тепловых сетей, тепломеханического оборудования ТЭС и котельных

Знать: состав основного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций и его конструктивные особенности; основные источники научно-технической информации по оборудованию ТЭС; методы расчета установочных условий эксплуатации.

Уметь: осуществлять выбор типового основного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций; определять показатели тепловой и общей экономичности тепловых электростанций; анализировать информацию о новых разработках ТЭС и методах расчета.

Владеть: навыками выполнения инженерных расчетов тепловых схем тепловых электростанций ГТУ; работ с технической документацией.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форматы текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Типы тепловых электростанций. Общее представление о тепловой электростанции.	7					0
Тема 1. Введение. Типы тепловых электростанций. Общее представление о тепловой электростанции.		3	3	3		
Тема 2. Технологический процесс преобразования химической энергии топлива в тепловую и электрическую энергию на ТЭС.		3	3	3		
Тема 3. Главный корпус ТЭС. Основное и вспомогательное оборудование промышленных ТЭС.		2	2	4		
Раздел 2. Устройство и функционирование современных промышленных ТЭС. Показатели эффективности. Потери пара и конденсата на ТЭС.						
Тема 4. Показатели тепловой экономичности конденсационных электростанций: КПД, удельный расход теплоты и удельный расход топлива. Влияние начальных параметров пара на тепловую экономичность цикла.		2	2	2		
Тема 5. Промежуточный перегрев пара как один из главных способов увеличения КПД ТЭС. Влияние конечного давления на тепловую экономичность ТЭС. Регенеративный подогрев питательной воды на ТЭС.	3	3	3			
Тема 6. Определение энергетических показателей конденсационных ПТУ.	1	1	1			

<p>Тема 7. Энергетические показатели ТЭЦ. Энергетические показатели ТЭЦ по выработке и отпуску электрической энергии. Энергетические показатели ТЭЦ по выработке и отпуску тепловой энергии.</p>		2	2	2		
<p>Тема 8. Потери пара и конденсата на ТЭС и способы их восполнения. Внутренние и внешние потери рабочего тела на тепловых электростанциях. Расширители непрерывной продувки котлов. Способы подготовки воды для восполнения потерь пара и конденсата на ТЭС. Испарительные установки ТЭС. Паропреобразовательные установки ТЭС.</p>		4	4	6		
<p>Раздел 3. Техническое водоснабжение ТЭС. Топливо-транспортное хозяйство ТЭС. Тепловые схемы ТЭС. Компановка главного корпуса ТЭС. Газотурбинные и парогазовые ТЭС.</p>						
<p>Тема 9. Техническое водоснабжение ТЭС. Расход технической воды на ТЭС. Прямоточная система водоснабжения. Обратная система с прудами-охладителями и градирнями. Выбор циркуляционных насосов.</p>		2	2	2		
<p>Тема 10. Топливное хозяйство ТЭС, работающей на твердом топливе. Схемы, оборудование. Топливное хозяйство ТЭС, работающей на жидком топливе. Схемы, оборудование. Топливное хозяйство ТЭС, работающей на газе.</p>		3	3	3		0
<p>Тема 11. Тепловые электрические станции (ТЭС) с конденсационными паротурбинными установками. Принципиальная тепловая схема. Тепловые электроцентралы (ТЭЦ) с паротурбинными установками. Принципиальная тепловая схема. Тепловые электрические станции (ТЭС) с парогазовыми установками. Принципиальная тепловая схема.</p>		3	3	3		
<p>Тема 12. Компановка главного корпуса ТЭС с продольным расположением турбин. Компановка главного корпуса ТЭС с поперечным расположением турбин. Типы компановок главного корпуса неблочных ТЭС. Компановка главного корпуса блочных ТЭС.</p>		3	3	3		

Тема 13. Тепловые схемы газотурбинных ТЭС. Тепловые схемы парогазовых ТЭС. Показатели эффективности.		3	3	5		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	34	40		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовой проект)		2,5		33,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		70,5		73,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели задачи курсовой работы (проекта): Целью курсового проекта является формирование у студентов навыков проведения расчетов параметров рабочих тел ГТУ, КУиПТ, расхода топлива в КСГТУ, а также показателей тепловой экономичности ГТУ, ПТУиПГУ.

Задача курсового проекта научить студентов составлению уравнений тепловых материальных балансов элементов тепловой схемы при заданных параметрах окружающей среды, виде и составе топлива, для заданной нагрузки ГТУ провести расчет параметров рабочих тел, расхода топлива, а также показателей тепловой экономичности парогазовой установки.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Тепловой расчет ПГУ-230

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Проект выполняется индивидуально, с использованием методических указаний и основной и дополнительной литературы по курсу.

Результаты представляются в виде пояснительной записки, объемом 30-40 стр, содержащей следующие обязательные элементы:

1. Расчет параметров рабочего тела при сжатии в компрессоре.
2. Расчет параметров цикла ГТУ
3. Расчет параметров рабочего тела при расширении в газовой турбине.
4. Расчет параметров котла-утилизатора и КПД КУ.
5. Расчет расходов паров в части высокого и низкого давления паровой турбины. Построение процесса расширения паров в S-диаграмме.
6. Расчет расширителя непрерывной продувки КУ.
7. Расчет деаэратора питательной воды
8. Расчет узла сетевых подогревателей.
9. Расчет нагрева конденсата в вспомогательных теплообменниках.
10. Определение температуры и расхода конденсата на входе в ГПК.
11. Расчет технико-экономических показателей при теплофикационном конденсационном режиме работы тепловой электростанции.

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-1.1	1. Имеет представление о тепловых и принципиальных схемах тепловых электростанций; конструктивных особенностях и эксплуатационных характеристиках. 2. Имеет представления о действующих стандартах и нормативных документах, технико-экономических показателях работы тепловой электростанции. 3. Демонстрирует знания правил технологической дисциплины при эксплуатации объектов ТЭС, требований экологической безопасности при работе оборудования.	1. Вопросы устного собеседования. 2. Тестовые задания. 3. Практико-ориентированные задания. 4. Курсовой проект.
ПК-5.1	1. Правильно выбирает тепломеханическое и вспомогательное оборудование, системы и технологические решения ТЭС. 2. Имеет представления о показателях тепловой и общей экономичности ТЭС; основных конструктивных характеристиках тепломеханического и вспомогательного оборудования и систем ТЭС. 3. Рассчитывает основные технико-экономические	1. Вопросы устного собеседования. 2. Тестовые задания. 3. Практико-ориентированные задания. 4. Курсовой проект.

	показателитеплоэнергетическихустановок ТЭС.	
ПК-6.1	1. Правильно выбирает тип основного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций. 2. Имеет представления о технико-экономических показателях работы оборудования и ТЭС в целом. 3. Демонстрирует знания о схемах, конструкциях оборудования, вопросах размещения и эксплуатации оборудования и устройств ТЭС.	1. Вопросы устного собеседования. 2. Тестовые задания. 3. Практико-ориентированные задания. 4. Курсовой проект.

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную и знаком с дополнительной рекомендованной литературой; может объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает не существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, устраняет их без помощи преподавателя. Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.	Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями в области теплотехники. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место не существенные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое,

	выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	либо работа представлена с опозданием.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с содержанием рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Как правило, оценка	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопросы без помощи преподавателя.

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	Формулировка вопросов
Семестр 7	
1	Испарительные установки ТЭС.
2	Паропреобразовательные установки ТЭС.
3	Расход технической воды на ТЭС.
4	Прямоточная система водоснабжения.
5	Оборотная система с прудами-охладителями.
6	Оборотная система с градирнями. Выбор циркуляционных насосов.
7	Топливное хозяйство ТЭС, работающей на твердом топливе. Схемы, оборудование.
8	Топливное хозяйство ТЭС, работающей на жидком топливе. Схемы, оборудование.
9	Топливное хозяйство ТЭС, работающей на газе.
10	Тепловые электрические станции (ТЭС) с конденсационными паротурбинными установками. Принципиальная тепловая схема.
11	Тепловые электроцентрали (ТЭЦ) с паротурбинными установками. Принципиальная тепловая схема.
12	Тепловые электрические станции (ТЭС) с парогазовыми установками. Принципиальная тепловая схема.
13	Компановка главного корпуса ТЭС с продольным расположением турбин.
14	Компановка главного корпуса ТЭС с поперечным расположением турбин.

15	Типы компоновок главного корпуса неблочных ТЭС.
16	Компоновка главного корпуса блочных ТЭС.
17	Тепловыесхемы ГТУ-ТЭЦ.
18	Парогазовые установки электростанций. Классификация ПГУ, их преимущества и недостатки.
19	Цикл ПГУ с котлом-утилизатором (ПГУ-У). Простейшая тепловая схема ПГУ с котлом-утилизатором с дожиганием топлива в КУ и цикл Брайтона-Ренкина в «Т-S» диаграмме.
20	Парогазовые установки утилизационного типа. ПГУ с двухконтурным котлом-утилизатором.
21	ПГУ со сбросом отработавших газов в энергетический котел.
22	Принципиальные схемы ТЭС. Классификация ТЭС.
23	Устройство и функционирование современной ТЭС, работающей на органическом топливе.
24	Главный корпус ТЭС. Основное и вспомогательное оборудование промышленных ТЭС.
25	Показатели тепловой экономичности конденсационных электростанций: КПД, удельный расход теплоты и удельный расход топлива.
26	Влияние начальных параметров пара на тепловую экономичность цикла.
27	Промежуточный перегрев пара как один из главных способов увеличения КПД ТЭС.
28	Влияние конечного давления на тепловую экономичность ТЭС.
29	Регенеративный подогрев питательной воды на ТЭС.
30	Определение энергетических показателей конденсационных ПТУ.
31	Энергетические показатели ТЭЦ по выработке и отпуску электрической энергии .
32	Энергетические показатели ТЭЦ по выработке и отпуску тепловой энергии.
33	Внутренние и внешние потери рабочего тела на тепловых электростанциях.
34	Расширители непрерывной продувки котлов.
35	Способы подготовки воды для восполнения потерь пара и конденсата на ТЭС.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Вопрос 1.

Турбиной называется двигатель -

1. В рабочем цилиндре, которого происходит преобразование теплоты сжигаемого топлива в механическую работу
2. В котором теплота рабочего тела последовательно преобразуется в кинематическую энергию струи, а затем в механическую работу
3. В котором энергия вращения преобразуется в электрическую энергию

Вопрос 2.

Средний возраст оборудования ТЭС России?

1. 20 лет
2. 30 лет
3. 50 лет
4. Более 50 лет

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задача 1.

Определить расход пара паротурбинной электростанции мощностью $N=12$ МВт с начальными параметрами пара, давление $P_0=3,5$ МПа, температура $t_0=435$ С, давление в конденсаторе $P_k=5$ кПа, внутренний относительный КПД турбины $\eta_{oi}=0,82$, электромеханический КПД $\eta_{эм}=0,92$.

Задача 2.

Определить параметры воздуха при сжатии в компрессоре

Если: Воздух, всасывается в компрессор при давлении $p_1=0,1$ МПа и температуре $t_1 = 20$ С , сжимается до давления $p_2=0,4$ МПа.

Внутренний относительный КПД компрессора $\eta_{koi} = 0,85$.

Определить:

- 1) теоретическую работу изоэнтропийного сжатия;
- 2) действительную работу сжатия;
- 3) параметры воздуха в начале сжатия;
- 4) параметры воздуха в конце сжатия;
- 5) изменение энтропии в процессе;
- 6) степень повышения давления.

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

Возможность пользоваться калькулятором;
Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издан	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Русина А. Г., Филиппова Т. А.	Режимы электрических станций и электроэнергетических систем	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2014	http://www.iprbookshop.ru/45157.html
Губарев, А. В.	Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.	2013	http://www.iprbookshop.ru/28379.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
	Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей РД 34.03.201-97	Москва: Издательский дом ЭНЕРГИЯ	2013	http://www.iprbookshop.ru/22728.html
В.А. Суслов [и др.]	Тепломассообменное оборудование ТЭС и АЭС [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2015	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/1

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. База данных большой технической библиотеки "Сайт теплотехника" [Электронный ресурс]. URL: <http://teplokot.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows 8
Microsoft Office Professional 2013

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