

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

  
А.В. Белоусов

« 1 » декабря 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**ПАРОТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ**

направление подготовки (специальность):

**13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Направленность программы (профиль):

**Энергетика теплотехнологий**

Квалификация

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

**Институт: Энергетический**

**Кафедра: Энергетики теплотехнологии**

Белгород – 2015


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01 октября 2015 г., № 1081.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент  (Ю.В. Васильченко)


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры **энергетики теплотехнологии**

« 16 » ноября 2015 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, профессор  (В.П. Кожевников)

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

« 19 » ноября 2015 г., протокол № 3

Председатель: канд. техн. наук, доцент  (А.Н. Семернин)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции		Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	
Профессиональные		
1	ПК-2	<p>Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> принцип действия и конструктивные особенности паровых и водогрейных котельных агрегатов с естественной циркуляцией и принудительным движением теплоносителя и конструктивные особенности горелок для сжигания газообразных, жидких и твердых топлив</p> <p><b>Уметь:</b> производить элементарные расчеты по котлу в целом и его поверхностям нагрева, использовать современные информационные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ при расчетах и проектировании ПТГУ;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками теплового, гидравлического и аэродинамического расчетов котлов.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Гидрогазодинамика
2	Техническая термодинамика
3	Тепломассобмен
4	Компьютерные технологии в теплоэнергетике
5	Источники энергии теплоэнергетики
6	Основы конструирования теплотехнического оборудования
7	Термовлажностные и низкотемпературные процессы и установки

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Высокотемпературные теплотехнологические установки
2	Источники и системы энергоснабжения предприятий
3	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии
4	Утилизация вторичных энергетических ресурсов

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	252
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	85	85
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	167	167
Курсовой проект	54	54
Курсовая работа	–	–
Расчетно-графическое задание	–	–
Индивидуальное домашнее задание	–	–
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	77	77
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	экзамен (36)	экзамен (36)



## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	Основные понятия и определения				
	Введение. Общая характеристика современных ПТГУ. Классификация котлов. Основные элементы котельного агрегата	2	0	0	2
2.	Топливное хозяйство котельных				
	Системы топливоподачи твердого топлива. Хранение твердого топлива. Подготовка топлива к сжиганию. Удаление шлака и золы. Системы топливоподачи жидкого топлива	2	4	0	6
3.	Топочные устройства ПТГУ				
	Классификация и основные характеристики работы топок, топки для слоевого сжигания твердого топлива, вихревые топки, топки с кипящим слоем, топки и горелки для камерного сжигания топлива	3	4	0	8
4.	Конструкции ПТГУ промышленных предприятий				
	Паровые котлы, водогрейные котлы, котлы-утилизаторы и котлы энерготехнологические	4	6	7	16
5.	Тепловой расчет котельных установок				
	Общие положения. Материальный баланс ПТГУ. Тепловой баланс ПТГУ. Общие положения расчета теплообмена в топке котла. Расчет теплообмена в топке. Расчет конвективных поверхностей нагрева. Эксергетический баланс и эксергетический КПД ПТГУ	7	6	8	16
6.	Выбор оборудования газоздушного тракта				
	Основы расчета аэродинамического сопротивления газоздушного тракта. Выбор дымохода и вентилятора	4	6	2	10
7.	Гидродинамика парового котла				
	Условия надежной работы элементов парового котла. Режимы, структура и характеристики потока рабочего тела в испарительной системе парового котла. Особенности гидродинамики парового котла с естественной циркуляцией. Надежность естественной циркуляции. Особенности гидродинамики элементов парового котла с принудительным движением рабочего тела	6	4	0	6
8.	Требования к питательной воде ПТГУ и добавочной воде тепловой сети				

	Показатели качества воды, используемой в объектах генерации, транспортирования и потребления тепловой энергии. Подготовка питательной и подпиточной воды. Деаэрационные установки	3	4	0	7
9.	Эксплуатация паротеплогенерирующих установок				
	Нормативные материалы, регламентирующие устройство и безопасную эксплуатацию ПТГУ. Структура предприятия, генерирующего пар или тепловую энергию, и функциональные обязанности персонала. Требования к персоналу и его подготовка.	3	0	0	6
	ВСЕГО	34	34	17	77

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Топливное хозяйство котельных	Классификация и характеристики твердых, жидких и газообразных топлив. Расчеты горения твердых, жидких и газообразных топлив.	4	4
2	Топочные устройства ПТГУ	Изучение конструкций современных горелок	4	4
3	Конструкции ПТГУ промышленных предприятий	Технологические схемы котельных с паровыми и водогрейными котлами	6	6
4	Тепловой расчет котельных установок	Тепловой и эксергетический балансы котельного агрегата. Расчет полезного тепловосприятия и потерь теплоты котельным агрегатом	6	6
5	Выбор оборудования газоздушного тракта	Аэродинамика газоздушного тракта. Расчет аэродинамического сопротивления опускной шахты котельного агрегата	6	6
6	Гидродинамика парового котла	Гидродинамика ПТГУ. Расчет контуров естественной циркуляции	4	4
7	Требования к питательной воде ПТГУ и добавочной воде тепловой сети	Водный режим и качество пара в котельном агрегате. Расчет величины непрерывной продувки котельного агрегата, обеспечивающей заданное качество пара	4	4
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:				68



### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Конструкции ПТУ промышленных предприятий	Конструкции паровых котлов большой мощности: изучение паровых котлов, их конструктивных и компоновочных особенностей	3	6
2	Конструкции ПТУ промышленных предприятий	Исследование работы пароперегревателя парового котла: ознакомление с конструкцией пароперегревателей, определение температуры газов перед ним и коэффициента теплопередачи от газов к пару	2	2
3	Конструкции ПТУ промышленных предприятий	Исследование работы экономайзерных поверхностей нагрева парового котла: ознакомление с конструкцией экономайзера его компоновкой в газоходе парового котла, а также с методикой расчета теплообмена в водяном экономайзере	2	2
4	Выбор оборудования газоздушного тракта	Исследование работы воздухоподогревателя котлоагрегата: Ознакомление с конструкцией и компоновкой воздухоподогревателей, определение возникновения точки росы в зависимости от содержания сернистых соединений	2	2
5	Тепловой расчет котельных установок	Тепловой баланс котла по упрощенной методике теплотехнических расчетов: использование методики Равича М.Б. для определения основных показателей работы котлоагрегата	4	3
6	Тепловой расчет котельных установок	Тепловой баланс бойлерной установки котельной: определение требуемой поверхности нагрева подогревателя	2	2
7	Тепловой расчет котельных установок	Расчет экономии топлива при замещении котельной ТЭЦ: определение удельной экономии на единицу отпущенного тепла	2	17
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:				34

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные понятия и определения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Место и значение паротеплогенерирующих установок (ПТГУ)</li> <li>- Схема ПТГУ</li> <li>- Эволюция парогенераторов (ПТГУ).</li> <li>- Перспективы развития ПТГУ</li> </ul>
2	Топливное хозяйство котельных	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Источники тепла для ПТГУ промышленных предприятий</li> <li>- Схемы подготовки и сжигание твердого топлива</li> <li>- Схемы подготовки и сжигание жидкого топлива</li> <li>- Организация сжигания газообразного топлива</li> </ul>
3	Топочные устройства ПТГУ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Классификация топочных устройств и общая характеристика процессов</li> <li>- Показатели работы топочных устройств</li> <li>- Топки, классификация горелок для газового топлива</li> <li>- Вопросы эксплуатации газовых топок</li> <li>- Схемы распыливания жидкого топлива. Мазутные форсунки</li> <li>- Топки для сжигания жидкого топлива, вопросы эксплуатации и расчетные характеристики</li> <li>- Общая классификация слоевых топок. Общая характеристика процесса горения в слое</li> <li>- Механические топки с цепными решетками</li> <li>- Топки с кипящим слоем</li> <li>- Выбор слоевых топок и основы их расчета</li> <li>- Основные схемы пылеприготовления</li> <li>- Сушка топлива. Размол топлива</li> <li>- Особенности горения угольной пыли. Пылеугольные горелки</li> <li>- Топки для факельного сжигания угольной пыли с жидким шлакоудалением</li> <li>- Циклонные и вихревые топки</li> </ul>
4	Конструкции ПТГУ промышленных предприятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Компоновка парогенераторов</li> <li>- Парогенераторы с естественной циркуляцией низкого давления</li> <li>- Энергетические парогенераторы с естественной циркуляцией</li> <li>- Водогрейные и пароводогрейные агрегаты</li> <li>- Вспомогательное оборудование ПТГУ</li> </ul>
5	Тепловой расчет котельных установок	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Теплообмен в топке. Расчет теплообмена в топке</li> <li>- Теплообмен в конвективных поверхностях обмена</li> <li>- Интенсификация радиационного и конвективного теплообмена</li> <li>- Характеристика тепловой схемы ПТГУ</li> <li>- Температура продуктов сгорания на выходе из топки</li> <li>- Теплообмен в испарительной системе, экономайзере и пароперегревателе</li> <li>- Подогрев воздуха и расположение экономайзера и воздухоподогревателя в газовом тракте</li> <li>- Температура уходящих газов</li> </ul>
6	Выбор оборудования газоздушного тракта	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Методика аэродинамических расчетов тракта дымовых газов ПТГУ</li> <li>- Аэродинамический расчет сопротивлений тракта для воздуха</li> <li>- Выбор дымососов и вентиляторов</li> </ul>
7	Гидродинамика парового котла	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Условия надежной работы элементов парогенератора</li> <li>- Режим структура и характеристика потока рабочего тела</li> <li>- Гидродинамика парогенератора с естественной циркуляцией</li> <li>- Гидродинамика парогенераторов с МПЦ</li> </ul>
8	Требования к питательной воде ПТГУ и добавочной воде тепловой сети	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Системы подготовки питательной воды</li> <li>- Докотловая обработка воды</li> <li>- Внутрикотловая обработка воды</li> <li>- Образование накипи и требования к питательной воде</li> <li>- Водный режим и продувка парогенератора</li> </ul>



		– Сепарация пара
9	Эксплуатация паротеплогенерирующих установок	– Техничко-экономические показатели котельных – Контрольно-измерительные приборы и автоматика – Инструкции по технике безопасности ПТГУ

### **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

При выполнении курсового проекта студенты приобретают навыки проектирования паротеплогенерирующих установок и выполнения поверочного теплового расчета ПТГУ. Темой курсового проекта является : «Поверочный тепловой расчет парового, водогрейного котла энерготехнологического агрегата, котла-утилизатора, заданной паро- или теплопроизводительности и параметров, работающих на определенном виде топлива». В процессе выполнения курсового проекта студенты производят расчет горения топлива, составление теплового баланса ПТГУ, расчет тепловоспринимающих элементов ПТГУ, определяют эксергетический КПД ПТГУ и строят ее тепловую схему. Объем работы: расчетно-пояснительная записка ( тепловые и аэродинамические расчеты ) на 20-25 страницах и 1-2 листа графической части формата А1 (общий вид, продольный или поперечный разрез ПТГУ).

### **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

– учебным планом не предусмотрены

### **5.4. Перечень контрольных работ**

– учебным планом не предусмотрены

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

1. Котельные установки и парогенераторы : учеб. Ю.М.Липов, Ю.М.Третьяков. : М.: Регулярная и хаотическая динамика, 2003. – 591 с.
2. Котельные установки и их эксплуатация : учеб. /Б.А. Соколов. – М.: ACADEMIA, 2005.-428 с. (Профессиональное образование)
3. Теплогенерирующие установки. Часть 1: учебное пособие/А.В.Губарев, Ю.В.Васильченко; Под общей редакцией Ю.В.Васильченко.Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова,2008. – 162 с.
4. Теплогенерирующие установки. Часть 2: учебное пособие/А.В.Губарев, Ю.В.Васильченко; Под общей редакцией Ю.В.Васильченко .Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова,2008. – 148 с.
5. Энергетический комплекс промышленных предприятий. Часть 2. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий: учебное пособие / Ю.В. Васильченко, А.В.Губарев, А.С.Горлов.-Белгород:Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012.-268 с.
6. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий: учеб. пособие для вузов/ А.В. Губарев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 240 с.
7. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий. Котельные установки и парогенераторы: учеб. пособие для вузов / Ю.В. Васильченко, А.В. Губарев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 272 с.
8. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Парогенераторы промышленных предприятий. М.:Энергоиздат,1978.-336 с.

### 6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Васильченко Ю.В. Тепловой расчет парогенерирующих установок: Учебное пособие.-Белгород: Изд-во БГТУ им.В.Г.Шухова,2003.-147 с.
2. Васильченко Ю.В. Тепловой расчет парогенератора: Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ,2001.-81с.
3. Васильченко Ю.В., Щетинина И.А., Иванисов С.Е. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий. Изд-во БелГТАСМ, 1998.-20с.
4. Ковалев А.П. и др. Парогенераторы. М.:Энергоиздат,1985.-376 с.
5. Двойнишников В.А. и др. Конструкция и расчет котлов и котельных установок. М.: Машиностроение,1988.-264 с.
6. Безгрешнов А.И., Липов Ю.М., Шлейфер Б.М. Расчет паровых котлов в примерах и задачах. М.: Энергоиздат 1991.-240 с.

### 6.3. Перечень интернет ресурсов

1. <http://e.lanbook.com/view/book/790>
2. Э.Р. N 1862

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

*Лекционные занятия* – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

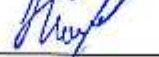
*Практические занятия* – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

*Лабораторные занятия* – Учебная лаборатория гидрогазодинамики и тепломассообмена: информационные стенды. Транспортабельные котельные установки ТКУ-1,2 и ТКУ-5: отопительные котлы «Вулкан» VK1500, VK500, VK-600; горелки ГБГ 73/270, ГБГ 45/60, VBG 45/60; насосы Wilo-BL50/170-7,5/2, Wilo-IPn65/250-4/4, Wilo-MHP204 0,55 квт, Wilo-BL65/160-11/2, Wilo-BL32/140-2,2/2, Wilo-BL50/120-4/2; теплообменники FP-141 “Funke”, НН№14ТО-16 «РИДАН», компьютерный класс кафедры ЭТ



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 20 16 /2017 учебный год.  
Протокол № 9 заседания кафедры от «26» 05 2016г.

Заведующий кафедрой  \_\_\_\_\_ В.П. Кожевников

Директор института  \_\_\_\_\_ А.В. Белоусов

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений


Рабочая программа без изменений утверждена на 20 17/2018 учебный год.  
Протокол № 9 заседания кафедры от «25» 05 2017 г.

Заведующий кафедрой  В.П. Кожевников

Директор института  А.В. Белоусов

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 20 18/2019 учебный год.  
Протокол № 12 заседания кафедры от «24» 05 2018г.

Заведующий кафедрой  В.П. Кожевников

Директор института  А.В. Белоусов



## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение №1.** Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Курс **«Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий»** представляет собой неотъемлемую составную часть подготовки студентов по направлению подготовки **«Теплоэнергетика и теплотехника»**.

Целью освоения дисциплины является изучение принципов работы и конструкций современных паровых и водогрейных котлов, процессов в них происходящих, расчета и проектирования паротеплогенерирующих установок (ПТГУ), основ эксплуатации и промышленного применения ПТГУ.

Предметом изучения в общем случае являются устройство современных паровых и водогрейных котлоагрегатов, а также основные характеристики ПТГУ и их расчет.

Изучение дисциплины предполагает решение ряда сложных задач, что дает возможность студентам:

- приобрести необходимые знания о назначении современных паровых и водогрейных котлов;
- изучить основы методов теплового, гидравлического и аэродинамического расчета ПТГУ;
- сформировать представление об основных принципах работы ПТГУ, методиках определения их характеристик и особенностях котлоагрегатов для конкретных условий.

Занятия проводятся в виде лекций, практических и лабораторных занятий. Большое значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов, защит лабораторных работ, решений задач и проведения письменных работ. Формой итогового контроля является экзамен.

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих бакалавров – сотрудников предприятий и служб, занимающихся освоением теплотехнологических процессов производства и использования различных видов энергии, проектированием, производством и эксплуатацией энергетического и теплотехнологического оборудования.

Исходный этап изучения курса **«Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий»** предполагает ознакомление с *Рабочей программой*, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя и приведенных в планах и заданиях к практическим и лабораторным занятиям, а также методических указаниях для студентов заочного обучения.

В учебниках и учебных пособиях, представленных в *списке рекомендуемой литературы*, содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные *термины и*



*понятия*, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Для более глубокого изучения проблем курса при выполнении расчетно-графического задания, докладов и выступлений необходимо ознакомиться с публикациями в научно-производственных, научно-популярных и производственно-технических периодических изданиях, тематика материалов, публикуемых в которых, охватывает сферы теплоэнергетики и теплотехники. Поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.

Изучение каждой темы следует завершать выполнением практических заданий, ответами на тесты, решением задач, содержащихся в соответствующих разделах учебников и методических пособий по курсу **«Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий»** или сходным дисциплинам. Для обеспечения систематического контроля над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине, содержащихся в планах и заданиях к практическим занятиям и методических указаниях для студентов. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме.

### **Содержание разделов дисциплины.**

#### **1. Основные понятия и определения [6, С.30-56], [7, С. 30-56], [8, С. 4-8,329]**

Место и значение паротеплогенерирующих установок (ПТГУ). Схема ПТГУ. Эволюция парогенераторов (ПТГУ). Перспективы развития ПТГУ.

*Термины и понятия:* Классификация котлов, основные элементы котельного агрегата: испарительные поверхности нагрева, пароперегреватель, экономайзер, воздухоподогреватель, сепарационный барабан, непрерывная продувка котельного агрегата, выносной циклон, каркас, обмуровка, принцип работы парового барабанного котла с естественной циркуляцией.

#### **2. Топливное хозяйство котельных [6, С. 7-20], [7, С. 7-20], [8, С.303-306]**

Системы топливоподачи твердого топлива. Хранение твердого топлива. Подготовка топлива к сжиганию. Удаление шлака и золы. Системы топливоподачи жидкого топлива. Газоснабжение котельных

*Термины и понятия:* Предварительное дробление, расходный склад, приемный бункер, резервный склад, штабель, системы пылеприготовления, углеразмольные мельницы: шаровая барабанная, молотковая мельница, среднешодные мельницы, мельница-вентилятор, основные способы шлакоудаления, технологический тракт подготовки мазута, двухступенчатая подача топлива, система газоснабжения промышленной котельной, газорегуляторные пункты (ГРП), газорегуляторные установки (ГРУ), газовые фильтры, предохранительные запорные клапаны (ПЗК), регулятор давления, предохранительный сбросной клапан, обводной газопровод (байпас), сбросные и продувочные газопроводы, КИП, импульсные трубки, клапан-отсекатель.



### 3. Топочные устройства ПТГУ [6, С. 22–29], [7, С. 22–29], [8, С. 303–306]

Классификация топочных устройств и общая характеристика процессов. Показатели работы топочных устройств. Топки, классификация горелок для газового топлива. Вопросы эксплуатации газовых топок. Схемы распыливания жидкого топлива. Мазутные форсунки. Топки для сжигания жидкого топлива, вопросы эксплуатации и расчетные характеристики. Общая классификация слоевых топок. Общая характеристика процесса горения в слое. Механические топки с цепными решетками. Топки с кипящим слоем. Выбор слоевых топок и основы их расчета. Основные схемы пылеприготовления. Сушка топлива. Размол топлива. Особенности горения угольной пыли. Пылеугольные горелки. Топки для факельного сжигания угольной пыли с жидким плафоудалением. Циклонные и вихревые топки.

*Термины и понятия:* топки: слоевые, камерные и вихревые, теплопроизводительность, объемная тепловая нагрузка, тепловая нагрузка зеркала горения решетки, тепловая нагрузка поперечного сечения топки, КПД топки, топка с ручным обслуживанием, полумеханическая топка, механическая топка, топка с забрасывателями на движущуюся колосниковую решетку, вихревые топки, топки с кипящим слоем, горелки: диффузионные, кинетические, диффузионно-кинетические, бездутьевые, инжекционные, двухпроводные, смешительные, форсунки: механические, пневматические, ротационные, газомазутные горелки, вихревые и прямоочные щелевые горелки.

### 4. Конструкции ПТГУ промышленных предприятий [6, С. 57–97], [7, С. 57–97], [8, С. 183–197]

Компоновка парогенераторов. Парогенераторы с естественной циркуляцией низкого давления. Энергетические парогенераторы с естественной циркуляцией. Водогрейные и пароводогрейные агрегаты. Вспомогательное оборудование ПТГУ.

*Термины и понятия:* вертикально-водотрубные котлы типа ДКВР, газомазутные паровые вертикальные водотрубные котлы типа Е(ДЕ), паровые котлы средней производительности, пылеугольные котлы, водогрейные котлы.

### 5. Тепловой расчет котельных установок [6, С. 100–159], [7, С. 100–159], [8, С. 121–137]

Теплообмен в топке. Расчет теплообмена в топке. Теплообмен в конвективных поверхностях обмена. Интенсификация радиационного и конвективного теплообмена. Характеристика тепловой схемы ПТГУ. Температура продуктов сгорания на выходе из топки. Тепловосприятие в испарительной системе, экономайзере и пароперегревателе. Подогрев воздуха и расположение экономайзера и воздухоподогревателя в газовом тракте. Температура уходящих газов.

*Термины и понятия:* поверочный и конструктивный тепловой расчет, одноступенчатая и двухступенчатая компоновка хвостовых поверхностей нагрева, материальный баланс котельной установки, коэффициент избытка воздуха на выходе из топки, присосы воздуха в системе пылеприготовления, тепловой баланс котельной установки, к.п.д. парового (водогрейного) котла, общие положения расчета теплообмена в элементах котла, расчет теплообмена в топке, расчет конвективных поверхностей нагрева,

### 6. Выбор оборудования газоздушного тракта [6, С. 160–164], [7, С. 160–164], [8, С. 284–292]

Методика аэродинамических расчетов тракта дымовых газов ПТГ. Аэродинамический расчет сопротивлений тракта для воздуха. Выбор дымососов и вентиляторов, дымовые трубы.

*Термины и понятия:* основы расчета аэродинамического сопротивления газоздушного тракта, перепад полных давлений на участке тракта, самотяга участка тракта, суммарное сопротивление газового тракта при искусственной тяге, перепад полных давлений по воздушному тракту, разрежение, выбор дымососа и вентилятора, производительность дымососа и вентилятора, расход воздуха и расход продуктов сгорания, полное давление вентилятора или дымососа, установленная мощность электродвигателя.



## 7. Гидродинамика парового котла. [6,С.166–186],[7,С.166–186],[8,С.138–160]

Условия надежной работы элементов парогенератора. Режим структура и характеристика потока рабочего тела. Гидродинамика парогенератора с естественной циркуляцией.

Гидродинамика парогенераторов с МПЦ

*Термины и понятия:* условия надежной работы элементов парового котла, температура металла паружной поверхности трубы, коэффициент растечки тепла, однофазный поток, двухфазный поток, парообразование, объемное паросодержание, массовая скорость потока, средняя скорость потока, приведенная скорость, скорость циркуляции, напорное паросодержание, особенности гидродинамики элементов парового котла с естественной циркуляцией, высота экономайзерного участка, недогрев воды в барабане парового котла, кратность циркуляции, гидравлическая составляющая потерь давления, движущий напор циркуляции, сопротивление подъемной системы контура, полезный напор контура, общий расход циркулирующей воды в контуре, коэффициент температурной разверки, коэффициент тепловой разверки, коэффициент гидравлической разверки, коэффициент неравномерности тепловосприятия в элементе, коэффициент гидравлической неравномерности, коэффициент конструктивной нетождественности, застой циркуляции, опрокидывание потока, свободный уровень, снос пара в опускные трубы, особенности гидродинамики элементов парового котла с принудительным движением рабочего тела, приведенный коэффициент трения труб перегревательного участка, гидродинамическая характеристика движения потока среды в трубе элемента прямоточного парового котла.

## 8. Требования к питательной воде ПТГУ и добавочной воде тепловой сети. [7,С.188–200], [8,162–169]

Системы подготовки питательной воды. Докотловая обработка воды. Внутрикотловая обработка воды. Образование накипей и требования к питательной воде. Водный режим и продувка парогенератора. Сепарация пара.

*Термины и понятия:* показатели качества воды, используемой в объектах генерации, транспортирования и потребления тепловой энергии, качество питательной воды парогенераторов с естественной циркуляцией, качество конденсата турбин с котлами с естественной циркуляцией, подготовка питательной и подпиточной воды, деаэрационные установки, непрерывная продувка котельного агрегата, выносной циклон.

## 9. Эксплуатация паротеплогенерирующих установок. [1, С. 80–84, 86–90]

Технико-экономические показатели котельных. Контрольно-измерительные приборы и автоматика. Инструкции по технике безопасности ПТГУ

*Термины и понятия:* нормативные материалы, регламентирующие устройство и безопасную эксплуатацию паротеплогенерирующих установок, требования к персоналу и его подготовка, подсистемы: информационная, сигнализации, дистанционного и автоматического управления, автоматического регулирования, технологической защиты и блокировки, подготовка и пуск в работу ПТГУ, обслуживание во время работы, остановка парогенератора, ремонт парогенератора, надзор за парогенераторами.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /20 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «\_13\_» июня 2019 г.

Зам. заведующего кафедрой  Ю.В. Васильченко

Директор института  А.В. Белоусов

**Утверждение рабочей программы без изменений**

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «17» ИЮНЯ 20 20 г.

Заведующий кафедрой  Васильченко Ю. В.

Директор института  Белоусов А.В.



**Утверждение рабочей программы без изменений**

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «28» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой  Васильченко Ю. В.

Директор института  Белоусов А.В.