

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра теплотехники и  
гидрогазодинамики  
(ТТПД\_ТЭФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра теплотехники и  
гидрогазодинамики (ТТПД\_ТЭФ)**

наименование кафедры

**Кулагин В.А.**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И  
ПАРОГЕНЕРАТОРЫ**

Дисциплина Б1.В.07 Котельные установки и парогенераторы

Направление подготовки /  
специальность

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

130000 «ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

13.03.01.31 Теплоэнергетика и теплотехника

---

Программу  
составили

д.т.н., проф., Баранова М.П.

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» является получение знаний, необходимых для надежной и безаварийной работы специалиста на промышленных объектах, оснащенных котельными установками работающими на органических топливах.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

К задачам настоящей дисциплины относятся:

- научить творчески применять полученные теоретические знания к решению конкретных инженерных задач;
- ознакомить с особенностями технологических процессов, протекающих в топливном, пароводяном и газоздушном трактах котельных установок;
- ознакомить с конструкцией и принципом работы котельных агрегатов и их вспомогательного оборудования;
- ознакомить с современными инженерными методиками, положенными в основу расчета котельных установок;
- привить навыки использования специальной литературы, справочников, каталогов, стандартов, руководящих указаний, правил и норм.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина является вариативной  
Защита окружающей среды  
Природоохранные технологии в промышленной теплоэнергетике  
Тепловые двигатели и нагнетатели  
Энергосбережение с использованием нетрадиционных источников энергии  
Безопасность жизнедеятельности  
Тепломассообмен  
Тепломассообменное оборудование промышленных предприятий  
Технологические энергоносители промышленных предприятий

Тепловые электрические станции промышленных предприятий  
Техническая термодинамика  
Электрооборудование промышленных предприятий  
Водоподготовка  
Инженерная экология  
Ознакомительная практика  
История энергетической техники

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Тепломассообменное оборудование промышленных предприятий  
Защита окружающей среды  
Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий  
Природоохранные технологии в промышленной теплоэнергетике  
Энергосбережение с использованием нетрадиционных источников энергии  
Основы эксплуатации, монтажа и ремонта теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий  
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  
Преддипломная практика  
Пуско-наладочные и режимно-наладочные работы на теплоэнергетическом оборудовании промышленных предприятий  
Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		6	7
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>8 (288)</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>3,5 (126)</b>	<b>2 (72)</b>	<b>1,5 (54)</b>
занятия лекционного типа	1,5 (54)	1 (36)	0,5 (18)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия	1 (36)	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы			
лабораторные работы	1 (36)	0,5 (18)	0,5 (18)
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>3,5 (126)</b>	<b>2 (72)</b>	<b>1,5 (54)</b>
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Да	Нет	Да
курсовая работа (КР)	Нет	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>		<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные определения, классификация и типы паровых котлов. Энергетическое топливо и материальный баланс его горения.	21	7	0	0	
2	Тепловой баланс и КПД парового котла. Подготовка топлива к сжиганию. Способы сжигания органического топлива	12	6	0	0	
3	Водный режим котельных агрегатов. Испарительные поверхности нагрева паровых котлов. Пароперегреватели. Низкотемпературные поверхности нагрева.	12	8	0	0	

4	Газовоздушный тракт и его оборудование Каркас и обмуровка котлов Конструкции паровых котлов.	7	4	0	0	
5	Тепловой и аэродинамический расчеты котельного агрегата.	2	11	36	126	
Всего		54	36	36	126	

### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Тема №1. Введение. Предмет и задачи курса. История и перспективы развития отечественного и мирового котлостроения. Вклад российских ученых в развитие котельной техники. Состояние и перспективы развития энергетики России и отечественного котлостроения.	3	0	0
2	1	Тема №2. Классификация и типы паровых котлов. Технологическая схема котельной установки. Типы и конструктивные схемы паровых котлов.	6	0	0

3	1	Тема №3. Энергетическое топливо. Классификация топлив. Элементный состав топлива. Теплота сгорания топлива. Характеристики твердого, жидкого и газового топлива.	6	0	0
4	1	Тема №4. Материальные балансы процесса горения топлива. Теоретический объем воздуха для сгорания топлива. Состав продуктов сгорания. Теоретический и действительный объемы продуктов полного и неполного сгорания. Энтальпия продуктов сгорания и воздуха.	6	0	0
5	2	Тема №5. Тепловой баланс и КПД котельного агрегата Общее уравнение теплового баланса. Коэффициент полезного действия парового котла и котельной установки. Расход топлива. Потери тепла: с уходящими газами, от химического недожога топлива, от механического недожога, в окружающую среду, с физическим теплом шлака.	6	0	0



6	2	<p>Тема №6. Подготовка топлива к сжиганию. Подготовка жидкого и газооб-разного топлива к сжиганию. Приемные устройства мазута. Технологическая схема подготовки мазута. Технологическая схема подачи газового топлива. Подготовка твердого топлива для камерного сжигания. Угольная пыль и ее характеристики. Физические свойства угольной пыли. Тонина помола угольной пыли. Коэффициент размолоспособности и способы его определения. Взрывобезопасность пылевоздушных смесей. Классификация схем пылеприготовления. Элементы пылеприготовительных установок. Классификация пылеугольных мельниц.</p>	3	0	0
7	2	<p>Тема №7. Способы сжигания органического топлива. Слоевое сжигание. Пылеугольные и вихревые топки. Топки для сжигания жидкого и газообразного топлива.</p>	3	0	0
8	3	<p>Тема №8. Водный режим котельных агрегатов Источники загрязнения питательной воды. Загрязнение пара. Методы получения чистого пара. Водный режим.</p>	3	0	0

9	3	<p>Тема №9.  Испарительные поверхности нагрева паровых котлов.  Тепловосприятие поверхностей нагрева.  Конструкции топочных экранов. Вертикальные топочные экраны котлов с естественной циркуляцией. Топочные экраны прямоточных котлов. Специальные конструкции экранов.</p>	3	0	0
10	3	<p>Тема №10.  Пароперегреватели. Регулирование температуры перегретого пара.  Назначение и классификация.  Конструкция и компоновка пароперегревателей.  Конвективные пароперегреватели.  Радиационные и ширмовые пароперегреватели.  Регулирование температуры перегретого пара.</p>	3	0	0

11	3	<p>Тема №11.  Низкотемпературные поверхности нагрева.  Условия работы.  Компоновка. Водяные экономайзеры.  Классификация водяных экономайзеров.  Чугунные экономайзеры.  Стальные экономайзеры.  Растопочный режим экономайзера. Борьба с внутренней и наружной коррозией.  Воздухоподогреватели.  Назначение воздухоподогревателей.  Типы и конструкции воздухоподогревателей.  Пластинчатый рекуперативный воздухоподогреватель.  Трубчатые рекуперативные воздухоподогреватели.  Регенеративные воздухоподогреватели.  Чугунные воздухоподогреватели.  Коррозия воздухоподогревателей и меры борьбы с ней.</p>	3	0	0
12	4	<p>Тема №12.  Газовоздушный тракт и его оборудование.  Системы газовоздушного тракта.  Тяго-дутьевая установка.  Аэродинамические сопротивления. Выбор дутьевого вентилятора и дымососа.</p>	3	0	0

13	4	Тема №13. Каркас и обмуровка котлов. Каркас как опорная конструкция котлоагрегата. Назначение обмуровки и требования к ней. Конструкция обмуровки.	2	0	0
14	4	Тема №14. Конструкции паровых котлов. Классификация котлоагрегатов. Горизонтально-водотрубные котлы. Вертикально-водотрубные котлы. Современные паровые котлы малой и средней мощности.	2	0	0
15	5	Тема №15. Выполнение курсового проекта по комплексному расчету котельного агрегата.	2	0	0
Итого			54	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Решение задач на освоение базовых понятий дисциплины, изучение основных терминов, величин и единиц их измерения	2	0	0
2	1	Решение задач по определению характеристик различных видов энергетических топлив, определения расходов натурального и условного топлива	1	0	0

3	1	Решение задач по расчету объемов и энтальпий воздуха и продуктов сгорания, определению коэффициента избытка воздуха	1	0	0
4	1	Выдача задания на тепловой расчет котельного агрегата, порядок его выполнения. Подготовка исходных данных	1	0	0
5	1	Расчет объемов и энтальпий воздуха и продуктов сгорания. Для каждой рассчитываемой расчетной поверхности определяется коэффициент избытка воздуха и находятся значения объемов и энтальпий продуктов сгорания в табличной форме.	2	0	0
6	2	Расчетное определение значений КПД парогенератора, потерь теплоты	1	0	0
7	2	Проведение сравнительных расчетов эффективности и экономичности работы котельной установки на разные виды топлив, на различных режимах	1	0	0
8	2	Расчетный анализ изменения характеристик топлива в процессе сушки и размола; Решение задач на определение параметров работы устройств системы пылеприготовления	2	0	0

9	2	Экономичность работы парового котла. Расход топлива на котел. Определение величины тепловых потерь и оценка коэффициента полезного действия котла. Расчет полного и расчетного расхода топлива на котел.	2	0	0
10	3	Компоновка поверхностей нагрева котла. Выбор металла и конструктивных характеристик труб – 0,03 (2 часа). С помощью справочного пособия определяются основные конструктивные характеристики поверхностей нагрева котла и его компоновка.	1	0	0
11	3	Конструктивный расчет конвективного пароперегревателя – 0,03 (2 часа). По заданным параметрам пара и газа как на входе в пароперегреватель, так и на выходе из него выполняется расчет тепловосприятия поверхности, коэффициента теплопередачи и температурного напора с определением основных геометрических характеристик пароперегревателя и его компоновка в газоходе котла.	4	0	0

12	3	Конструктивный расчет воздухоподогревателя. Определяются основные показатели теплообмена в поверхности и находятся конструктивные характеристики компоновки воздухоподогревателя в конвективной шахте котла.	2	0	0
13	3	Конструктивный расчет водяного экономайзера. Определяются основные показатели теплообмена в поверхности и находятся конструктивные характеристики компоновки водяного экономайзера в конвективной шахте котла.	1	0	0
14	4	Решение задач по определению конструктивных и тепловых характеристик слоевых и камерных топочных устройств	4	0	0
15	5	Тепловой расчет топочной камеры – 0,03 (2 часа). Определение основных геометрических характеристик топочной камеры с использованием заводских чертежей и оценка показателей теплообмена в топке парового котла с определением температуры газов на выходе из топки.	6	0	0
16	5	Составление прямого баланса котельного агрегата – 0,03 (2 часа). Выполняется проверка на правильность выполнения теплового расчета котельного агрегата.	1	0	0

17	5	Аэродинамический расчет газовоздушного тракта котла – 0,06 (4 часа). Определяются сопротивления газовоздушного тракта котла с последующей оценкой величины производительности и напора тягодутьевых механизмов и выбором их типоразмера.	4	0	0
Всего			26	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	5	Конструктивный расчет воздухоподогревателя и экономайзера	18	0	0
2	5	Элементный состав топлива. Теплота сгорания топлива. Характеристики газового топлива	18	0	0
Всего			26	0	0

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Резников М. И., Липов Ю. М.	Паровые котлы тепловых электростанций: учебник для студентов вузов, обуч. по спец. "Тепловые электрические станции"	Москва: Энергоиздат, 1981
Л1.2	Деринг И. С., Михайленко С. А.	Котельные установки и парогенераторы. Паровые котлы и котельные установки: учеб. пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003



Л1.3	Бойко Е.А., Деринг И.С., Охорзина Т. И.	Котельные установки и парогенераторы. Тепловой расчет парового котла: Учеб. пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005
<b>6.2. Дополнительная литература</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Роддатис К. Ф., Полтарецкий А. Н., Роддатис К. Ф.	Справочник по котельным установкам малой производительности	Москва: Энергоатомиздат, 1989
Л2.2	Липов Ю. М., Третьяков Ю. М.	Котельные установки и парогенераторы: Учебник	Москва: Регулярная и хаотическая динамика, 2003
Л2.3	Бойко Е. А., Охорзина Т. И.	Котельные установки и парогенераторы. Конструкционные характеристики энергетических котельных агрегатов: учеб. пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2004
Л2.4	Соколов Б. А.	Котельные установки и их эксплуатация: учебник для учащихся учреждений начального проф. образования	Москва: Академия, 2005

## **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Электронная научная библиотека СФУ	<a href="http://bik.sfu-kras.ru/">http://bik.sfu-kras.ru/</a>
----	------------------------------------	---

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельная работа студентов регламентируется графиком учебного процесса и самостоятельной работы. По данной дисциплине учебным планом предусмотрена самостоятельная работа – на изучение разделов теоретического цикла, решение индивидуальных задач,

подготовку и защите лабораторных работ. Для реализации самостоятельной работы по перечисленным позициям необходимо изучить приведенные учебно-методические материалы по дисциплине.

Итоговый экзамен по дисциплине есть результат выполнения всех заданий, защит лабораторных работ, а также посещения аудиторных занятий.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### 9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Наличие комплекта программного обеспечения, в состав которого входят программы Microsoft Office
-------	---

## 9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Доступ к информационно-образовательной среде СФУ для возможности просмотра учебных планов, рабочих программ дисциплин,
9.2.2	учебно-методической литературы. Электронно-библиотечная система обеспечивает необходимый доступ обучающихся к современным базам данных и ЭОР СФУ.

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Аудитория с интерактивной доской.