



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)


---

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**


СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы

  
(подпись) \_\_\_\_\_ А.А. Еськин  
(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Директор выпускающего  
структурного подразделения

  
(подпись) \_\_\_\_\_ К.А. Штым  
(И.О. Фамилия)

« 17 » января 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Котельные малой мощности**

**Направление подготовки 08.04.01 Строительство**  
**Теплогазоснабжение и вентиляция**  
**Форма подготовки очная**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями *Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 08.04.01 Строительство* утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 31 мая 2017 г. № 482

Директор Департамента энергетических систем  
(реализующего структурного подразделения)

К.А. Штым

Составитель: А.А. Еськин

Владивосток  
2023

## Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_»\_20\_г. №

2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_»\_20\_г. №

3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_»\_20\_г. №

4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_»\_20\_г. №

5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от «\_»\_20\_г. №

## **Аннотация дисциплины**

### *Котельные малой мощности*

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единицы / 180 академических часов. Учебным планом предусмотрено лекции 36 часов, практики 36 часов, лабораторные работы 0 часов, самостоятельная работа 72 часа, контроль 36 часов. Дисциплина реализуется в 3 семестре. Форма контроля – экзамен.

**Язык реализации:** русский.

**Цель:** формирование понятий и принципов инженерных расчетов процессов горения различных видов топлив в слоевых и факельных, твердотопливных теплогенераторах малой мощности.

**Задачи:**

1. Расчет тепловых процессов в топочных объемах и конвективных поверхностях котлов при нормируемых тепловых напряжениях топочного объема.
2. Приобретение знаний в области конструирования и инженерных расчетов современных типов топочных устройств и конвективных поверхностей теплогенерирующих установок малой мощности.
3. Изучение современных конструкций котлов малой мощности и разработка новых эффективных конструктивных решений теплоисточников.
4. Практическое использование новых конструкций котлов малой мощности для разработки автономных систем теплоснабжения.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: УК-2, ОПК-1 - ОПК-7, ПК-2, полученные в результате изучения дисциплин: «Прикладная математика», «Основы научных исследований», «Организация и управление производственной деятельностью», «Организация проектно-исследовательской деятельности», «Отопление», «Вентиляция», обучающийся должен быть готов к изучению дисциплины «Возобновляемые источники энергии», формирующей компетенцию ПК-1.

Компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Способность осуществлять строительный контроль в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	ПК-4	ПК-4.1 Контроль выполнения строительно-монтажных работ и технический осмотр результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции	<b>Знает</b> Конструктивные особенности современных теплогенераторов малой мощности, их технические характеристики согласно нормативным документам. <b>Умеет</b> проводить обследование и инструментальное измерение основных параметров котлов малой мощности. <b>Владеет</b> навыками практического применения оборудования, обеспечивающего повышение энергетической эффективности котлов малой мощности.
		ПК-4.2 Оценка состава и объёма выполненных строительно-монтажных работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции	<b>Знает</b> нормативные требования по эксплуатации котлов малой мощности <b>Умеет</b> проводить теплотехнические расчеты котлов малой мощности <b>Владеет</b> навыками оценки соответствия выполненных работ рабочей документации на изготовление и реконструкцию котлов малой мощности
		ПК-4.3 Подготовка предложений по корректировке проектной документации по результатам освидетельствования строительно-	<b>Знает</b> особенности оформления проектной и рабочей документации на изготовление котлов малой мощности <b>Умеет</b> обосновывать необходимость замены существующего котельного оборудования с учетом требований энергетической и экологической эффективности <b>Владеет</b> методикой теплового расчета жаротрубных жидкотопливных и твердотопливных котлов

		монтажных работ при строительстве и реконструкции систем теплогаснабжения, вентиляции	
--	--	---	--

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Котельные малой мощности» применяются следующие образовательные технологии и методы активного/интерактивного обучения: работа в малых группах, презентационный материал, дискуссии.

## I. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель: формирование понятий и принципов инженерных расчетов процессов горения различных видов топлив в слоевых и факельных, твердотопливных теплогенераторах малой мощности.

Задачи:

1. Расчет тепловых процессов в топочных объемах и конвективных поверхностях котлов при нормируемых тепловых напряжениях топочного объема.

2. Приобретение знаний в области конструирования и инженерных расчетов современных типов топочных устройств и конвективных поверхностей теплогенерирующих установок малой мощности.

3. Изучение современных конструкций котлов малой мощности и разработка новых эффективных конструктивных решений теплоисточников.

4. Практическое использование новых конструкций котлов малой мощности для разработки автономных систем теплоснабжения.

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО (в учебном плане): «Котельные малой мощности» относится к дисциплинам формируемой части Б1.В.ДВ.02.01, изучается на 2 курсе в 3 семестре и завершается экзаменом.

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Способность осуществлять строительный контроль в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	ПК-4	ПК-4.1 Контроль выполнения строительно-монтажных работ и технический осмотр результатов проведения работ при	<b>Знает</b> Конструктивные особенности современных теплогенераторов малой мощности, их технические характеристики согласно нормативным документам. <b>Умеет</b> проводить обследование и инструментальное измерение основных параметров котлов малой мощности. <b>Владеет</b> навыками практического применения оборудования,

	строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции	обеспечивающего повышение энергетической эффективности котлов малой мощности.
	ПК-4.2 Оценка состава и объёма выполненных строительно-монтажных работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции	<b>Знает</b> нормативные требования по эксплуатации котлов малой мощности <b>Умеет</b> проводить теплотехнические расчеты котлов малой мощности <b>Владеет</b> навыками оценки соответствия выполненных работ рабочей документации на изготовление и реконструкцию котлов малой мощности
	ПК-4.3 Подготовка предложений по корректировке проектной документации по результатам освидетельствования строительно-монтажных работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции	<b>Знает</b> особенности оформления проектной и рабочей документации на изготовление котлов малой мощности <b>Умеет</b> обосновывать необходимость замены существующего котельного оборудования с учетом требований энергетической и экологической эффективности <b>Владеет</b> методикой теплового расчета жаротрубных жидкотопливных и твердотопливных котлов

## II. Трудоемкость дисциплины и виды учебных занятий

### по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единицы / 180 академических часов. Учебным планом предусмотрено лекции 36 часов, практики 36 часов, лабораторные работы 0 часов, самостоятельная работа 72 часа, контроль 36 часов.

### III. Структура дисциплины

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт роль	
<b>Раздел 1. Конструктивные особенности котлов малой мощности. (20 час.)</b>									
1	Тема 1. Введение	3	2						
2	Тема 2. Конструкции современных теплогенераторов малой мощности.	3	2						
3	Тема 3. Аналитическая оценка технических характеристик котлов малой мощности выпускаемых промышленностью РФ	3	6						
4	Тема 4. Твердотопливные котлы малой мощности.	3	4						
5	Тема 5. Жидкотопливные котлы малой мощности	3	4						
6	Тема 6. Технические характеристики котлов согласно нормативным документам. (2 часа)	3	2						
<b>Раздел 2. Теплотехнические расчеты котлов малой мощности. (12 часов)</b>									
3	Тема 1. Конструкции топок котлов прямоугольной компоновки.	3	4						
4	Тема 2. Расчет гидравлического сопротивления водяного тракта котла.	3	4						
5	Тема 3. Аэродинамический расчет котла.	3	4						
<b>Раздел 3. Оптимизация тепловых процессов в котлах малой мощности. (4 часа)</b>									
6	Тема 1. Увеличение напряжения топочного объема и зеркала горения в котлах прямоугольной формы до нормативных значений.	3	2						
7	Тема 2. Расчет теплотехнических характеристик котла при нормируемых напряжениях топочного	3	2						



	объема.								
Практические занятия									
8	Занятие 1. Характеристика источников централизованного и децентрализованного теплоснабжения.	3			2				
9	Занятие 2. Особенности тепловых процессов в топках твердотопливных котлов с наклонными переталкивающими колосниками.	3			4				
10	Занятие 3. Расчет теплового баланса котла.	3			4				
11	Занятие 4. Тепловой расчет котлов малой мощности	3			6				
12	Занятие 5. Расчет теплообмена в топке и конвективных газоходах.	3			6				
13	Занятие 6. Расчет гидравлического сопротивления водяного тракта котла малой мощности.	3			4		72		
17	Занятие 7. Аэродинамический расчет котла.	3			6				
18	Занятие 8. Повышение тепловой эффективности котлов малой мощности.	3			2				
19	Занятие 9. Теплотехнические характеристики котлов при нормируемых напряжениях топчного объема и зеркала горения.	3			2				
	Итого:		36		36		72	36	экзамен

## **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Раздел I. Конструктивные особенности котлов малой мощности. (20 час.)**

### **Тема 1. Введение (2 час)**

Качество централизованного теплоснабжения в настоящее время и отпускная стоимость тепловой энергии. Проблемы энергосбережения при реконструкции действующих систем теплоснабжения. Способы повышения эффективности работ основного котельного оборудования на основе теплогенераторов средней мощности. Состояние котельного парка теплоисточников малой мощности, находящихся в эксплуатации в настоящее время.

**Тема 2. Конструкции современных теплогенераторов малой мощности. (2 час)**

Твердотопливные теплогенераторы с ручным обслуживанием топок с неподвижным слоем топлива. Механизированные топки для сжигания твердого топлива с шурующей планкой и с наклонными переталкивающими колосниками (НПК).

Конструктивные особенности теплогенераторов для сжигания газа и мазута. Котлы прямоугольной формы, цилиндрические (вертикальные, горизонтальные).

**Тема 3. Аналитическая оценка технических характеристик котлов малой мощности выпускаемых промышленностью РФ. (6 час.)**

Расчет теплопроизводительности котлов с шурующей планкой Бийского котельного завода. Определение коэффициента полезного действия «брутто» для наклонной переталкивающей решетки. Теплотехнический анализ горизонтальных жидкотопливных котлов.

**Тема 4. Твердотопливные котлы малой мощности. (4 час.)**

Тепловые процессы при горении твердого топлива в слое в топке с ручным обслуживанием. Пределы форсирования работы котла. Определение среднего уровня тепловой нагрузки. Оценка экономической эффективности. Современные механизированные котлы с шурующей планкой, выпускаемые в РФ, влияние конструкции топки котла на теплопроизводительность.

#### **Тема 5. Жидкотопливные котлы малой мощности(4 час.)**

Типовые конструкции котлов. Интенсификация теплообмена в жаротрубных котлах малой мощности. Достоинства и недостатки вертикальных и горизонтальных жаротрубных котлов. Особенности тепловых процессов в жидкотопливных котлах прямоугольной формы.

#### **Тема 6. Технические характеристики котлов согласно нормативным документам. (2 часа)**

Диапазон допустимой тепловой мощности твердотопливных котлов с ручным обслуживанием. Достоинства и недостатки топок с шурующей планкой и с наклонными переталкивающими колосниками. Влияние влажности рабочего топлива на теплопроизводительность механизированных котлов.

Зависимость конструкции топки и конвективных газоходов газомазутных котлов от вида топлива.

### **Раздел 2. Теплотехнические расчеты котлов малой мощности. (12 часов)**

#### **Тема 1. Конструкции топок котлов прямоугольной компоновки. (4 часа)**

Проектирование теплообменных поверхностей радиационно-конвективной части топки заднего и переднего экранов и конвективных газоходов с определением их геометрических характеристик. Разработка гидравлической схемы котла. Обоснование и выбор теплового напряжения топчного объема и температуры уходящих газов. Стехиометрические реакции окисления топлива. Объем воздуха и продуктов сгорания. Расчет энтальпии дымовых газов в теплообменных поверхностях котла. Расчет

теплового баланса котла. Расчет теплообмена в топке и конвективных газоходах. Определение коэффициента полезного действия котла.

## **Тема 2. Расчет гидравлического сопротивления водяного тракта котла. (4 часа)**

Метод динамических давлений. Гидравлическое сопротивление конструктивных элементов котла в зависимости от тепловой производительности и температур нагреваемого теплоносителя на входе и выходе из него. Подбор циркуляционного насоса.

## **Тема 3. Аэродинамический расчет котла. (4 часа)**

Расчет аэродинамических сопротивлений конвективных газоходов с учетом геометрических характеристик теплообменных поверхностей и температуры и скорости продуктов сгорания. Подбор дутьевого вентилятора (для твердотопливных котлов). Подбор горелки для газомазутного котла с автономным топливным насосом и дутьевым вентилятором (горелка типа LB-T). Расчет и проектирование дымовой трубы, подбор дымососа.

## **Раздел 3. Оптимизация тепловых процессов в котлах малой мощности. (4 часа)**

### **Тема 1. Увеличение напряжения топочного объема и зеркала горения в котлах прямоугольной формы до нормативных значений. (2 часа)**

Уменьшение объема топки за счет высоты и ширины при сохранении ее глубины. Корректировка поверхности конвективных газоходов в котлах прямоугольной формы.

### **Тема 2. Расчет теплотехнических характеристик котла при нормируемых напряжениях топочного объема. (2 часа)**

Расчет температуры газа на выходе из топки в сравнении с прототипом. Оценка повышения тепловой эффективности модернизированного котла. Сравнительный расчет стоимости котла и прототипа.

## **V. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**36 часов аудиторных занятий.**

### **Занятие 1. Характеристика источников централизованного и децентрализованного теплоснабжения. (2 час.)**

Анализ технической ревизии котельного парка теплоисточников малой мощности.

Экономическая оценка эффективности работ теплоисточников на основе теплогенераторов малой мощности.

### **Занятие 2. Особенности тепловых процессов в топках твердотопливных котлов с наклонными переталкивающими колосниками. (4 час.)**

Сушка, возгонка и возгорание твердого топлива. Напряжение зеркала горения по глубине топки. Зоны выгорания и охлаждения шлака. Система шлакоудаления и очистки дымовых газов. Их влияние на аэродинамическое сопротивление котлов малой мощности. Влияние компоновки конвективных поверхностей нагрева на сопротивление газового тракта при работе котлов на пониженных нагрузках.

### **Занятие 3. Расчет теплового баланса котла. (4 часа)**

Расчет тепловых потерь с уходящими газами. Принятие нормируемых значений потерь с химическим и механическим недожогом. Расчет потерь теплоты в окружающую среду. Расчет потерь с теплотой шлака. Определение коэффициента полезного действия котла и расхода топлива (для газа и мазута) и расчетного расхода топлива для твердотопливных котлов.

### **Занятие 4. Тепловой расчет котлов малой мощности (6 час.)**

Компоновка теплообменных поверхностей и конвективных газоходов. Обоснование выбора коэффициентов избытка воздуха в зонах теплообмена. Определение теоретической и действительной температур горения топлива. Расчет теоретического и действительного объемов воздуха и дымовых газов.

Расчет объемных долей продуктов сгорания трехатомных газов и водяных паров.

**Занятие 5. Расчет теплообмена в топке и конвективных газоходах. (6 час.)**

Определение параметров, влияющих на интенсивность теплообмена в топке. Оценка геометрических характеристик топки, влияющих на ее активный объем. Расчет углового коэффициента топочных экранов. Расчет коэффициента тепловой эффективности экранов. Расчет эффективной толщины излучающего слоя. Расчет параметра распределения температуры по высоте топки. Определение степени черноты топки. Расчет температуры газов на выходе из топки.

Расчет эффективной толщины излучающего слоя первого, второго газоходов. Тепловосприятие по уравнению теплового баланса первого, второго газохода. Определение средней скорости дымовых газов. Определение коэффициента теплоотдачи конвекции, суммарной поглощательной способности трехатомных газов, коэффициента ослабления лучей трехатомными газами. Расчет термодинамических характеристик газового потока и коэффициента теплоотдачи излучения. Уточненная температура дымовых газов за первым, вторым газоходами.

**Занятие 6. Расчет гидравлического сопротивления водяного тракта котла малой мощности. (4 час.)**

Определение местных сопротивлений и на трение для расчета методом динамических давлений. Расчет гидравлических сопротивлений конструктивных элементов котла (экранов, коллекторов, трубопроводов, задвижек). Подбор циркуляционного насоса по суммарному гидравлическому сопротивлению котла.

**Занятие 7. Аэродинамический расчет котла. (6 час.)**

Для жидкотопливного котла - расчет геометрических характеристик конвективных газоходов и средней температуры газов в них. Расчет сопротивлений конвективных газоходов с учетом их компоновки, скорости и

местных сопротивлений. Расчет сопротивлений газопроводов за котлом. Определение суммарного сопротивления газового тракта котла.

Обеспечение дутьевым воздухом производится автономной жидкотопливной горелкой типа LB-T со автономным дутьевым вентилятором

Для твердотопливного механизированного котла – то же, но дополнительно определяется сопротивление золоуловителя и дополнительных газопроводов, соединяющих котел с золоуловителем.

Подача дутьевого воздуха под топливную решетку в требуемом объеме обеспечивается дутьевым вентилятором по действительному объему воздуха, подаваемому на горение.

После выполнения всех расчет производится подбор дымососа.

### **Занятие 8. Повышение тепловой эффективности котлов малой мощности. (2 час.)**

Расчет геометрических характеристик теплообменных поверхностей топки и конвективных газоходов с целью обеспечения нормируемых тепловых напряжений топки и зеркала горения.

### **Занятие 9. Теплотехнические характеристики котлов при нормируемых напряжениях топочного объема и зеркала горения. (2 час.)**

Расчет коэффициента полезного действия. Определение повышения тепловой эффективности модернизированного котла и прототипа. Экономическая оценка оптимизации теплового процесса котла и прототипа.

#### **Задания для самостоятельной работы**

Задания №№1, 2 – включают в себя изучение конструкций российских и зарубежных производителей твердотопливных и жидкотопливных котлов малой мощности.

Задания №№ 3, 4 – изучение физических основ процессов воспламенения и горения твердого топлива с расчетом теплового баланса котла.

Задания №№ 5, 6 – разработка конструкции теплообменных поверхностей топки и конвективных газоходов твердотопливного и жидкотопливного котлов. Расчет объемов воздуха и продуктов сгорания, тепловой расчет топки и конвективного газохода.

Задание №№ 7– Разработка методики расчетов гидравлических сопротивлений теплообменных поверхностей котла и соединительных трубопроводов.

Задание №№ 8 – изучение методики расчетов аэродинамических сопротивлений газового тракта котлов.

Задание №№ 9 – разработка конструкций котлов по тепловой нагрузке, заданной ведущим преподавателем.

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Конструктивные особенности котлов малой мощности	ПК-4.1 Контроль выполнения строительно-монтажных работ и технический осмотр результатов проведения работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции	<b>Знает</b> Конструктивные особенности современных теплогенераторов малой мощности, их технические характеристики согласно нормативным документам.	УО-3	Экзамен
			<b>Умеет</b> проводить обследование и инструментальное измерение основных параметров котлов малой мощности	ПР-12, ПР-13	
			<b>Владеет</b> навыками практического применения оборудования, обеспечивающего повышение энергетической эффективности котлов малой мощности	ПР-12, ПР-13	
2	Раздел 2. Теплотехнические расчеты котлов малой мощности.	ПК-4.2 Оценка состава и объёма выполненных строительно-монтажных работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции	<b>Знает</b> нормативные требования по эксплуатации котлов малой мощности	УО-3	Экзамен
			<b>Умеет</b> проводить теплотехнические расчеты котлов малой мощности	ПР-12, ПР-13	
			<b>Владеет</b> навыками оценки соответствия выполненных работ рабочей документации на изготовление и реконструкцию котлов малой мощности	ПР-12, ПР-13	
3	Раздел 3. Оптимизация тепловых	ПК-4.3 Подготовка предложений по	<b>Знает</b> особенности оформления проектной и рабочей документации на изготовление	УО-3	Экзамен



процессов в котлах малой мощности.	корректировке проектной документации по результатам освидетельствования строительно-монтажных работ при строительстве и реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции	котлов малой мощности	
		<b>Умеет</b> обосновывать необходимость замены существующего котельного оборудования с учетом требований энергетической и экологической эффективности	ПР-12, ПР-13
		<b>Владеет</b> методикой теплового расчета жаротрубных жидкотопливных и твердотопливных котлов	ПР-12, ПР-13

## VII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

### План-график выполнения самостоятельной работы на второй семестр по дисциплине «Котельные малой мощности»

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени и на выполнение	Форма контроля
1	2 недели К 3-ей неделе	Выполнить технический обзор отечественных и зарубежных котлов малой мощности.	2 часа	доклад в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
2	2 недели К 5-ой неделе	Изучить конструкции твердотопливных котлов российского производства с ручным обслуживанием.	1 часа	магистранты готовят сообщение по теме, обсуждения и дискуссии по теме
3	2 недели К 7-ой	Стадии подготовки, воспламенения и горения	2 часа	обсуждение результатов

	неделе	твердого топлива в неподвижном слое в топках с ручным обслуживанием. Особенности возгорания и горения неподвижного слоя в топках котлов с шурующей планкой. обсуждение темы, доклад в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.		расчета.
4	2 недели К 9-ой неделе	Рассчитать тепловой баланс котла; коэффициент полезного действия; расход топлива.	2 часа	доклад в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
5	2 недели К 11-ой неделе	Изучить конструкцию теплообменных поверхностей и конвективных газоходов твердотопливного и жидкотопливного типов котлов.	3 часа	Проверка методики расчетов с учетом нормируемых величин, коэффициента избытка воздуха в топке и присосов в котле.
6	2 недели К 13-ой неделе	Выполнить расчеты действительных объемов воздуха и продуктов сгорания в теплообменных поверхностях котла. Определить теоретическую и действительную температуру в топке, произвести тепловой расчет конвективных газоходов.	2 часа	Обсуждение общей методики расчетов, дискуссии по теме.
7	2 недели К 15-ой неделе	Ознакомление с методикой расчетов гидравлических сопротивлений конструктивных элементов котла. Подбор циркуляционного насоса.	1 час	обсуждение темы, доклад в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
8	2 недели К 17-ой неделе	Методика расчета аэродинамических сопротивлений жидкотопливных котлов, расчет суммарного аэродинамического сопротивления газового тракта. Особенности аэродинамического расчета твердотопливных котлов с учетом сопротивления газопроводов за котлом.	3 часа	определение целей и задач темы, выводы по теме.
9	1 неделя К 18-ой неделе	Подготовить обсуждение разработанных конструкций котлов в презентационной	2 часа	Доклад и дискуссии по теме.

		форме, дискуссия, выводы по теме.		
<b>10</b>		Подготовка к экзамену	<b>36 часов</b>	

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

*Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.*

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

*Работа с литературой.*

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при написании реферата рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или

какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или

статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению:**

Задания №№1, 2 – включают в себя изучение конструкций российских и зарубежных производителей твердотопливных и жидкотопливных котлов малой мощности.

Задания №№ 3, 4 – изучение физических основ процессов воспламенения и горения твердого топлива с расчетом теплового баланса котла.

Задания №№ 5, 6 – разработка конструкции теплообменных поверхностей топки и конвективных газоходов твердотопливного и жидкотопливного котлов. Расчет объемов воздуха и продуктов сгорания, тепловой расчет топки и конвективного газохода.

Задание №№ 7– Разработка методики расчетов гидравлических сопротивлений теплообменных поверхностей котла и соединительных трубопроводов.

Задание №№ 8 – изучение методики расчетов аэродинамических сопротивлений газового тракта котлов.

Задание №№ 9 – разработка конструкций котлов по тепловой нагрузке, заданной ведущим преподавателем.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы:**

В описательной части работы должно быть приведено современное оборудование, методика подбора и расчета, обоснован его выбор.

Расчетная часть работы должны содержать обоснование выбранной методики расчета, основные расчетные зависимости со ссылками на источники, алгоритм расчета (не зависимо от того, какая программа расчета была использована), результаты расчета в табличной форме и выводы о соответствии СП. Работа должна быть оформлена в виде фрагмента пояснительной записки проекта. По результатам расчета должны быть подготовлены презентации.

Графическая часть работы должна быть выполнена в профессиональной программе и содержать графическую часть проекта конструирования котла малой мощности. Работа представляется для всеобщего обсуждения мультимедийно, затем после замечаний и предложений, полученных в ходе обсуждения, вносятся исправления, работа должна соответствовать требованиям СП. Графическая часть распечатывается на листах формата А1.

Проект содержит пояснительную записку и графическую часть. Пояснительная записка проекта должна содержать описательную часть, с аналитическим обзором оборудования, расчетную часть, общие выводы по проекту, список использованных источников и приложения. Графическая часть должна быть представлена на листах формата А1, в масштабе 1:100.

По всем частям работы подготовлены презентации, которые представлялись студентами при обсуждении на занятиях.

Полностью завершённый проект представляется к защите пояснительной запиской, презентацией и графической частью на листах формата А1.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы:**

На занятиях студентам предоставлена возможность сделать сообщение о выполненных занятиях, это оценивается баллами от 1 до 3. Оценивается активность студентов при обсуждении представленных работ баллами от 1 до 2.

На последних трех занятиях происходит публичная защита проектов, допущенных к защите. На защите допускается всем задавать вопросы, касающиеся не только проекта, но и нормативных документов и теоретической части курса.

## **VIII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

«Котельные малой мощности»

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Котельные установки ТЭС: теплотехнические расчеты: Учебное пособие / Жихар Г.И. - Мн.: Высшая школа, 2017. - 224 с.: ISBN 978-985-06-2883-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1012843>
2. Захаров Г.А., Бабенко Г.С., Цыганкова К.В., Бутовец А.Д. Теплотехнический расчет водогрейных твердотопливных котлов малой мощности.- Владивосток: Дальневост. Федерал. Ун-т,2015.-94 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:846023&theme=FEFU>
3. Салов, А. Г. Проектирование отопительно-производственной котельной: учебное пособие / А. Г. Салов, А. А. Цынаева. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 118 с. — 978-5-9585-0606-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43398.html>
4. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения: Монография/Кудинов А.А., Зиганшина С.К. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 320 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/514944>

#### **Дополнительная литература**

1. Горение органического топлива: Учебное пособие / Кудинов А.А. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 390 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/441989>
2. Котельные установки с циклонными предтопками / А. Н. Штым, К. А. Штым, Е. Ю. Дорогов; Дальневосточный федеральный университет. Изд. дом Дальневосточного федерального университета 2012. - 420 с. Режим доступа: <https://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000714607>

#### **Нормативно-правовые материалы**

1. ГОСТ 10617-83 Котлы отопительные теплопроизводительностью от 0,1 до 3,15 МВт // Государственного комитета СССР по стандартам от 28.09.83 № 4663
2. ГОСТ 30735-2001 Котлы отопительные водогрейные теплопроизводительностью от 0,1 до 4 МВт // Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 20 от 1 ноября 2001 г.)
3. СП 89.13330.2012 Котельные установки // Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ "О техническом регулировании"
4. ГОСТ 12.1.005 – 88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны // Государственного комитета СССР по стандартам от 29.09.88 № 3388.

5. СП 41-104-2000 Проектирование автономных источников теплоснабжения // Постановлением Госстроя России от 16.08.2000 г. N 79.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. [www.twirpx.com](http://www.twirpx.com) - Все для студента
2. <http://vipbook.info> - Электронная библиотека
3. [http://www.gumer.info/bogoslov\\_Buks/Philos/index\\_philos.php](http://www.gumer.info/bogoslov_Buks/Philos/index_philos.php) - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>).
4. <http://www.rsl.ru> - сайт Российской государственной библиотеки.
5. <http://www.gpntb.ru> - сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России.
6. <http://elibrary.ru> - сайт Научной электронной библиотеки
7. <http://lib.mgsu.ru> - сайт Научно-технической библиотеки ФГБОУ ВПО «МГСУ».

## **IX. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнение аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям, выполнение контрольных и творческих работ.

Освоение дисциплины «Котельные малой мощности» предполагает рейтинговую систему оценки знаний студентов и предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Котельные малой мощности» является экзамен в 3-м семестре.



Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

## **Х. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### **Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е814. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 22) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Проектор. Доска аудиторная.</p>	<p>Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы</p>	<p>Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)</p>	<p>Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>