





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

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
(подпись) Штым А.С.  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
«04» июля 2017 г.



«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий (ая) кафедрой  
Инженерных систем зданий и сооружений  
  
(подпись) Кобзарь А.В.  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
«04» июля 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Конструирование и проектирование котлов малой мощности

**Направление подготовки 08.04.01 Строительство**

магистерская программа

«Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»

**Форма подготовки очная**

курс 1,2 семестр 2,3  
лекции 18 час.  
практические занятия 54 час.  
лабораторные работы 0 час.  
в том числе с использованием МАО лек.18 /пр.54 /лаб. час.  
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.  
в том числе с использованием МАО 72 час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.  
контрольные работы (количество)  
курсовая работа / курсовой проект 2 семестр  
зачет 3 семестр  
экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно устанавливаемого ДФУ, утвержденного приказом ректора от 7 июля 2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Инженерных систем зданий и сооружений, протокол № 10 от «04» июля 2017 г.

Заведующий (ая) кафедрой, доцент Кобзарь А.В.

Составитель (ли): канд. техн. наук, профессор Захаров Г.А., ассистент Бабенко Г.С.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « 25 » июня 2018 г. № 8  
Заведующий кафедрой Кобзарь А.В. Кобзарь  
(подпись)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)  
(подпись)

## **АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Конструирование и проектирование котлов малой мощности»**

Дисциплина «Конструирование и проектирование котлов малой мощности» предназначена для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, магистерская программа «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий».

Дисциплина входит в вариативную часть блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана, является обязательной дисциплиной (индекс Б1.В.ОД.5). Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа, в том числе: 18 часов лекций, 54 часа практических занятий, 72 часа самостоятельной работы, из них 36 часов на подготовку к экзамену. Форма контроля – зачет, экзамен, предусмотрена курсовая работа. Дисциплина изучается на 1, 2 курсах во 2, 3 семестрах.

Студенты для изучения и понимания основных положений курса «Конструирование и проектирование котлов малой мощности» должны усвоить следующие дисциплины и разделы фундаментальных наук: физику; механику жидкости и газов; высшую математику; техническую термодинамику; теоретические основы теплообмена; генераторы теплоты и автономное теплоснабжение.

**Целью дисциплины** «Конструирование и проектирование котлов малой мощности» является формирование понятий и принципов инженерных расчетов процессов горения различных видов топлив в слоевых и факельных, твердотопливных теплогенераторах малой мощности.

#### **Задачи дисциплины:**

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

- Приобретение профессиональных компетенций в области конструирования и инженерных расчетов в современных типов топочных

устройств и конвективных поверхностей теплогенерирующих установок малой мощности.

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

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

Для успешного изучения дисциплины «Конструирование и проектирование котлов малой мощности» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОПК-1 - способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОПК-2 - способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат;

ОПК-4 - владеть эффективными правилами, методами и средствами сбора, обмена, хранения и обработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией;

ОПК-6 – способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

ПК-1 - знать нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест;

ПК-2 - владеть методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и

специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования;

ПК-10 - знать организационно-правовые основы управленческой и предпринимательской деятельности в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства, основ планирования работы персонала и фондов оплаты труда;

ПК-11 - владеть методами осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения.

Вышеуказанные компетенции приобретаются при освоении следующих дисциплин бакалавриата: Информационные технологии и вычислительные методы в строительстве; Основы обеспечения микроклимата; Теоретические основы тепломассообмена; Генераторы теплоты и автономное теплоснабжение.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-10</b> – способность и готовность ориентироваться в постановке задачи, применять знания о современных методах исследования, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию	Знает	основные информационные ресурсы, позволяющие решать задачи в сфере профессиональной деятельности и самообразования, методы решения поставленных инженерных задач с использованием теоретических основ естественнонаучных дисциплин.
	Умеет	осуществлять корректный подбор методов анализа, проводить обработку данных исследования и правильную интерпретацию результатов, применять научные методы к решению практических задач.
	Владеет	навыками использования информационного поиска с использованием современных телекоммуникационных технологий, анализа и структурирования полученных данных.

<b>ПК-3</b> - обладанием знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчетного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	Знает	нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
	Умеет	выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат; использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования.
	Владеет	эффективными правилами, методами и средствами сбора, обмена, хранения и обработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках данной дисциплины применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: доклад, сообщение с применением презентационного материала; обсуждение, дискуссия, выводы по теме с применением презентационного материала; расчетно-графическая работа; творческое задание.

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

**Раздел I. Конструктивные особенности котлов малой мощности. (4 час.)**

## **Тема 1. Введение (1 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. (1 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. 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. (10 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 топочного 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. (2 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.

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

**54 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. 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.

**Занятие 3. 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 4. 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.

#### **Занятие 5. 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.

#### **Занятие 6. 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 7. 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 8. Расчет теплообмена в топке и конвективных газоходах. (8 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 9. Расчет гидравлического сопротивления водяного тракта котла малой мощности. (6 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 10. 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 расчетов производится подбор дымохода.

### **Занятие 11. 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 12. 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.

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Конструирование и проектирование котлов малой мощности» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА «Конструирование и проектирование котлов малой мощности»

№ п/ п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежу точная аттестация
1	Конструктивные особенности современных теплогенераторов малой мощности, их технические характеристики согласно нормативным документам.	ОПК-10	Знает	УО-3	1,2,3
			Умеет	ПР-12, ПР-13	4-9
			Владеет	ПР-12, ПР-13	1-10
2	Теплотехнические расчеты котла малой мощности прямоугольной формы; тепловой расчет, расчет гидравлического сопротивления, аэродинамический расчет котла.	ПК-3	Знает	УО-3	11-15
			Умеет	ПР-4	16-18
			Владеет	ПР-12, ПР-13	11-27; 32-37
3	Методика теплового расчета жаротрубных жидкотопливных и твердотопливных котлов.	ОПК-10, ПК-3	Знает	УО-3	28-31
			Умеет	ПР-4	28-31
			Владеет	ПР-12, ПР-13	12-15, 18-24
4	Разработка проекта конструкции котла малой мощности - защита в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.	ПК-3	Знает	УО-3	1-40
			Умеет	ПР-12, ПР-13	
			Владеет	ПР-12, ПР-13	
5	Экзамен по дисциплине	ОПК-10, ПК-3	Знает	По результатам рейтинга или в устной форме	1-40
			Умеет		
			Владеет		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** **«Конструирование и проектирование котлов малой мощности»**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Котельные установки ТЭС: теплотехнические расчеты: Учебное пособие / Жихар Г.И. - Мн.: Вышэйшая 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://elibr.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».

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

Изучение лекционного материала, практических занятий и самостоятельной работы студентов направлено на углубленное изучение дисциплины «Конструирование и проектирование котлов малой мощности», получение необходимых компетенций, позволяющих осуществлять вариантное проектирование котлов малой мощности.

В лекционном материале изложены конструктивные схемы и методики теплотехнического расчета котлов малой мощности.

На практических занятиях студенты реализуют принципы решения проектных задач, полученных на лекциях. Прорабатывают варианты конструкций котлов, получают навыки проектирование, углубленно изучают профессиональные программы расчетов на ПК, графического изображения чертежей на ПК.

Лекции должны проходить в мультимедийных аудиториях.

Практические занятия в компьютерном классе с мультимедийным оборудованием. Студенты могут приносить на занятия свои ноутбуки и соответствующие гаджеты.

На первом занятии студенты получают информацию о котельном парке малой мощности, общие принципы конструкций водотрубных и жаротрубных котлов, предназначенных для отопления жилых и общественных зданий различного назначения. В конце занятия студенты получают задание для самостоятельной работы и подготовке к следующему занятию.

Аналогично проходят все остальные практические занятия, в Приложении 2 подробно указано каждое задание для самостоятельной работы и программа работы на занятии. Временной график самостоятельной работы студента по данной дисциплине приведен в Приложении 1.

Практически на каждом занятии студенту предлагается сделать сообщение и представить презентацию, в которых он обосновывает принятые им решения при конструировании котлов. Другие студенты задают вопросы, делают комментарии, замечания, предложения. Оцениваются знания как докладчика, так и оппонентов. Это мотивирует студентов проявлять высокую активность, более глубоко и широко изучать предложенные вопросы, а не замыкаться на собственном задании. Выступления студентов формируют навыки профессионального мышления, закрепляют профессиональную лексику, учат отстаивать принятые решения или соглашаться с лучшими предложениями.

Если студент не подготовил презентацию и сообщение к текущему занятию, то он может перенести их на следующее, но представляемый материал должен содержать информацию как предыдущего занятия, так и текущего.

Наилучшей рекомендацией студенту – это подготовка к каждому занятию, что будет соответствовать плану выполнения работы, выдерживать технологию изучения дисциплины. В процессе обучения формируется рейтинг студентов, позволяющий дать оценку их знаний и представить в промежуточной аттестации.

Кроме занятий предусмотрены еженедельные консультации ведущего преподавателя, с помощью которых студент может разрешить проблемы, возникшие у него при подготовке к текущему занятию или в процессе проектирования котлов малой мощности.

Студенты получают по дисциплине в электронном виде:

Перечень тем лекций и программу практических занятий;



Перечень справочной и учебной литературы, необходимую при изучении дисциплины и подготовке к практическим занятиям.

Студент пользуется электронной базой библиотеки ДВФУ.

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

### **«Конструирование и проектирование котлов малой мощности»**

Лекции должны проходить в мультимедийных аудиториях.

Практические занятия в компьютерном классе с мультимедийным оборудованием. Студенты могут приносить на занятия свои ноутбуки и соответствующие гаджеты.

В этих аудиториях есть возможность производить презентации теоретических материалов и конструкций топочных устройств и процессов ведущих российских и зарубежных.

Студенты могут использовать в своей работе профессиональные программы, которые имеются на кафедре.



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Конструирование и проектирование котлов малой  
мощности»**

**Направление подготовки 08.04.01 Строительство**  
магистерская программа

«Теплогазоснабжение населенных мест предприятий»

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**

**План-график выполнения самостоятельной работы на второй семестр по дисциплине «Конструирование и проектирование котлов малой мощности»**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времен 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 неделе	Стадии подготовки, воспламенения и горения 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.	2 часа	обсуждение результатов 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 типорядов 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	2 часа	Обсуждение общей методики расчетов, дискуссии по теме.

		действительную температуру в топке, произвести тепловой расчет конвективных газоходов.		
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 форме, дискуссия, выводы по теме.	2 часа	Доклад и дискуссии по теме.
10		Подготовка к экзамену	36 часов	

**План-график выполнения самостоятельной работы на третий семестр  
по дисциплине «Конструирование и проектирование котлов малой  
мощности»**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времен и на выполнение	Форма контроля
1	2 недели К 3-ей неделе	Преимущества конструкции топок котлов с наклонными переталкивающими колосниками в тепловых процессах топки.	2 часа	доклад в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
2	2 недели К 5-ой неделе	Теоретические основы стадии воспламенения и горения твердого топлива на наклонных	2 часа	магистранты готовят сообщение по теме, обсуждения и

		переталкивающих колосниках.		дискуссии по теме
3	2 недели К 7-ой неделе	Влияние конструкции топки механизированных твердотопливных котлов малой мощности на интенсивность теплообмена в ней.	2 часа	Обсуждение темы, дискуссия, выводы по теме.
4	2 недели К 9-ой неделе	Стадии подготовки, воспламенения и горения твердого топлива в неподвижном слое в топках с шурующей планкой.	2 часа	доклад в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
5	2 недели К 11-ой неделе	Особенности возгорания и горения неподвижного слоя в топках котлов с шурующей планкой.	2 часа	магистранты готовят сообщение по теме, обсуждения и дискуссии по теме
6	2 недели К 13-ой неделе	Конструкции жидкотопливных котлов, их компоновка, комплектация топливной аппаратуры и тягодутьевыми механизмами.	2 часа	дискуссии по теме, выводы по теме, доклад в презентационной форме.
7	2 недели К 15-ой неделе	Оптимизация конструктивных размеров теплообменных поверхностей котла с целью повышения его тепловой эффективности.	2 часа	обсуждение темы, доклад в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.
8	2 недели К 17-ой неделе	Модернизация теплообменных конструкций котла с целью достижения нормируемых тепловых напряжений в топке	2 часа	Дискуссия по теме, выводы, рекомендации.
9	1 неделя К 18-ой неделе	Теплотехническая оценка модернизированного котла. Сравнительный расчет металлоемкости теплообменных поверхностей нагрева форсированного котла и прототипа.	2 часа	Доклад и дискуссии по теме.

**Характеристика заданий второго семестра 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.

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

Задания №№ 1, 2, 3 – обзор конструкций топок с наклонными переталкивающими колосниками, их влияние на интенсивность теплообмена. Теоретические основы процессов воспламенения и горения на них.

Задание №№ 4 – изучение теплотехнических основ воспламенения горения твердого топлива в топках с ручным обслуживанием.

Задание №№ 5 – особенности процессов горения топлива в топках котлов с шурующей планкой.

Задание №№ 6 – подбор конструкций жидкотопливных котлов малой мощности для теплоснабжения зданий различного назначения.

Задание №№ 7 – расчет оптимальных конструктивных размеров теплообменных поверхностей котла для повышения его теплотехнических характеристик.

Задание №№ 8 – усовершенствование конструкции котла путем повышения тепловых напряжений в топке и температурных напоров в газоходах.

Задание №№ 9 – расчет металлоемкости теплообменных поверхностей модернизированных котлов и прототипа.

**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. Качество выполненного проекта оценивается следующим образом:

Пояснительная записка - максимальное число баллов – 40;

Графическая часть - максимальное число баллов – 40;

Ответы на вопросы - максимальное число баллов – 20;

100-90 баллов – соответствуют оценке «отлично»

89 -70 баллов – соответствуют оценке «хорошо»

69-60 баллов – соответствуют оценке «удовлетворительно»



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Конструирование и проектирование котлов малой**  
**мощности»**  
**Направление подготовки 08.04.01 Строительство**  
**магистерская программа**  
**«Теплогазоснабжение населенных мест предприятий»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**



**Паспорт**  
**фонда оценочных средств**  
**по дисциплине «Конструирование и проектирование котлов малой**  
**мощности», практические занятия**  
(наименование дисциплины, вид практики)

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-10 - способностью и готовностью ориентироваться в постановке задачи, применять знания о современных методах исследования, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию	Знает	основные информационные ресурсы, позволяющие решать задачи в сфере профессиональной деятельности и самообразования, методы решения поставленных инженерных задач с использованием теоретических основ естественнонаучных дисциплин.
	Умеет	осуществлять корректный подбор методов анализа, проводить обработку данных исследования и правильную интерпретацию результатов, применять научные методы к решению практических задач.
	Владеет	навыками использования информационного поиска с использованием современных телекоммуникационных технологий, анализа и структурирования полученных данных.
ПК-3 - обладанием знаниями методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчетного обоснования, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	Знает	нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
	Умеет	выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат; использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы и системы автоматизированного проектирования.
	Владеет	эффективными правилами, методами и средствами сбора, обмена, хранения и обработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией.

**КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**  
**«Конструирование и проектирование котлов малой мощности»**

№	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы	Оценочные средства - наименование
---	---	--------------	-----------------------------------

п/п		формирования компетенций	текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Конструктивные особенности современных теплогенераторов малой мощности, их технические характеристики согласно нормативным документам.	ОПК-10	Знает	УО-3	1,2,3
			Умеет	ПР-12, ПР-13	4-9
			Владеет	ПР-12, ПР-13	1-10
2	Теплотехнические расчеты котла малой мощности прямоугольной формы; тепловой расчет, расчет гидравлического сопротивления, аэродинамический расчет котла.	ПК-3	Знает	УО-3	11-15
			Умеет	ПР-4	16-18
			Владеет	ПР-12, ПР-13	11-27; 32-37
3	Методика теплового расчета жаротрубных жидкотопливных и твердотопливных котлов.	ОПК-10, ПК-3	Знает	УО-3	28-31
			Умеет	ПР-4	28-31
			Владеет	ПР-12, ПР-13	12-15, 18-24
4	Разработка проекта конструкции котла малой мощности - защита в презентационной форме, дискуссия, выводы по теме.	ПК-3	Знает	УО-3	1-40
			Умеет	ПР-12, ПР-13	
			Владеет	ПР-12, ПР-13	
5	Экзамен по дисциплине	ОПК-10, ПК-3	Знает	По результатам рейтинга или в устной форме	1-40
			Умеет		
			Владеет		

**Содержание методических рекомендаций,  
определяющих процедуры оценивания результатов освоения  
дисциплины (практики) «Конструирование и проектирование котлов  
малой мощности»**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Конструирование и проектирование котлов малой мощности» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Конструирование и проектирование котлов малой мощности» проводится в форме контрольных мероприятий: доклад в презентационной форме, обсуждение результатов расчета, доклад в презентационной форме, дискуссия, представление работы на ПК с использованием профессиональных программ, защита курсового проекта, по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- **учебная дисциплина** (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине) - оценивается баллами в плане – рейтинге дисциплины;
- **степень усвоения теоретических знаний** – оценивается по докладам в презентационной форме, дискуссии;
- **уровень овладения практическими умениями** и навыками по всем видам учебной работы - оценивается по докладам в презентационной форме, дискуссиям, выводам по теме, обсуждением результатов расчета;
- **результаты самостоятельной работы** оцениваются по представлению работы на ПК с использованием профессиональных программ.

### **Промежуточная аттестация студентов.**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Конструирование и проектирование котлов малой мощности» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточной аттестацией предусмотрен экзамен по дисциплине в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов устной форме.

### **Перечень оценочных средств (ОС), используемый при изучении дисциплины «Конструирование и проектирование котлов малой мощности» во втором семестре.**

**УО-3** – доклад или сообщение в презентационной форме, дискуссия, полемика, диспут, дебаты.

Темы докладов, сообщений:

1. Конструкции твердотопливных котлов с ручным обслуживанием.
2. Компоновки теплообменных поверхностей твердотопливных котлов малой мощности, промышленного изготовления.
3. Оценка тепловой эффективности жидкотопливных котлов, выпускаемых российскими и зарубежными производителями.
4. Особенности процесса воспламенения и горения твердого топлива в неподвижном слое.
5. Методика расчета составляющих теплового баланса котла.
6. Особенности конструкций теплообменных поверхностей топки и газоходов жидкотопливных и твердотопливных котлов.
7. Методика расчета объемов воздуха и продуктов сгорания в котлах.
8. Основные положения проектирования и разработки гидравлической схемы котла.
9. Конструктивные исполнения конвективных газоходов и их влияние на аэродинамическое сопротивление котлов.

#### **ПР-4 - Рефераты**, каталоги оборудования.

Темы рефератов:

- Обзор конструкций котлов малой мощности:

1. Конструкции топок твердотопливных котлов.
2. Конструкции топок жидкотопливных котлов
3. Конструкции газоходов.

- Приборный парк для теплотехнических испытаний котлоагрегатов

#### **ПР-12, ПР-13 Проект - включает расчетно-графическую работу и творческое задание.**

Темы индивидуальных проектов, имеющих расчетно-графическую часть:

1. Разработать проект жидкотопливного котла УВКа-1,25.Топливо-мазут сернистый.
2. Разработать проект жидкотопливного котла УВКа-1,6.Топливо-мазут сернистый.
3. Разработать проект жидкотопливного котла УВКа-2.Топливо-мазут малосернистый.
4. Разработать проект жидкотопливного котла УВКа-2,5.Топливо-мазут сернистый.
5. Разработать проект жидкотопливного котла УВКа-2,5.Топливо-мазут высокосернистый.
6. Разработать проект жидкотопливного котла УВКа-3,15.Топливо-дизельное топливо.
7. Разработать проект жидкотопливного котла УВКа-4,0-95/70.Топливо-мазут сернистый.
8. Разработать проект жидкотопливного котла УВКа-4-115/70.Топливо-мазут сернистый.
9. Разработать проект твердотопливного котла КВм-1,25.Топливо-бурый уголь Павловского месторождения.
- 10.Разработать проект твердотопливного котла КВм-1,25.Топливо-каменный уголь Нерюнгринского месторождения.
- 11.Разработать проект твердотопливного котла КВм-2,3.Топливо-бурый уголь Павловского месторождения.
- 12.Разработать проект твердотопливного котла КВм-2,3.Топливо-каменный уголь Нерюнгринского месторождения.
- 13.Разработать проект твердотопливного котла КВм-2,3.Топливо-каменный уголь марки Д.
- 14.Разработать проект твердотопливного котла КВм-3,0.Топливо-бурый уголь Павловского месторождения.
- 15.Разработать проект твердотопливного котла КВм-3,0.Топливо-каменный уголь Нерюнгринского месторождения.

16. Разработать проект твердотопливного котла КВм-2,3. Топливо-каменный уголь марки Г.

**Творческое задание** – разработать для каждого объекта энергосберегающие элементы конструкции топок и газоходов.

**Перечень вопросов для промежуточной аттестация студентов по дисциплине «Конструирование и проектирование котлов малой мощности»**

1. Основные типы конструкций механизированных твердотопливных котлов.
2. Конструкции жаротрубных жидкотопливных котлов малой мощности.
3. Конструктивная компоновка топки и газоходов котла прямоугольного поперечного сечения.
4. Горение твердого топлива в топке с ручным обслуживанием.
5. Оценка тепловой эффективности твердотопливных котлов с ручным обслуживанием.
6. Особенности процесса горения неподвижного слоя в топках котлов с шурующей планкой.
7. Основная конструктивная схема топочного полотна с наклонными переталкивающими колосниками.
8. Процессы подготовки зажигания топлива на наклонных переталкивающих колосниках.
9. Условия, влияющие на достижение горящего топлива площади зеркала горения в процессе непрерывной шуровки НПК.
10. Влияние состава топлива на рабочую массу, на протяженность зон активного горения и выгорания очаговых остатков на НПК.
11. Расчет теплового баланса котла.
12. Методика расчетов действительных объемов воздуха и продуктов сгорания.
13. Методика расчета теплосодержания дымовых газов в зависимости от температуры.
14. Определение теоретической и действительной температуры в топке.
15. Определение параметров, определяющих интенсивность теплообмена в топке.
16. Методика расчета геометрических характеристик топки.
17. Методика расчета углового коэффициента топочных экранов и их тепловой эффективности.
18. Определение степени черноты топки.
19. Методика расчета температуры газов на выходе из топки.
20. Расчет геометрических характеристик конвективного газохода.
21. Тепловосприятие газоходов по уравнению теплового баланса.
22. Методика расчета коэффициента теплоотдачи конвекции в

газоходах.

23. Суммарная поглотительная способность трехатомных газов продуктов сгорания.

24. Коэффициент ослабления лучей трехатомными газами. Методика определения.

25. Расчет термодинамических характеристик газового потока и коэффициента теплоотдачи излучением в газоходах.

26. Графо-аналитический метод определения температуры дымовых газов за первым и вторым газоходами.

27. Невязка теплового баланса котла.

28. Методика теплового расчета топок жаротрубных жидкотопливных котлов.

29. Расчет теплообмена в конвективных газоходах жаротрубных жидкотопливных котлов.

30. Принцип проектирования и расчета вертикальных жаротрубных твердотопливных котлов.

31. Пути интенсификации теплообмена в конвективных газоходах вертикальных жаротрубных твердотопливных котлах.

32. Принцип проектирования гидравлической схемы котла.

33. Расчет местных гидравлических сопротивлений и на трение.

34. Методика гидравлического расчета сопротивлений конструктивных элементов котла.

35. Общее гидравлическое сопротивление котла.

36. Принцип расчета аэродинамических сопротивлений конвективных газоходов.

37. Общее аэродинамическое сопротивление газового тракта котла.

38. Методы повышения тепловой эффективности котлов малой мощности с прямоугольным поперечным сечением топки.

39. Конструктивные исполнения поверхности нагрева в топке и конвективных газоходах, обеспечивающих интенсификацию процессов теплообмена.

40. Методика определения увеличения тепловой эффективности котла.

41. Основные типы конструкций механизированных твердотопливных котлов.

42. Конструкции жаротрубных жидкотопливных котлов малой мощности.

43. Конструктивная компоновка топки и газоходов котла прямоугольного поперечного сечения.

44. Горение твердого топлива в топке с ручным обслуживанием.

45. Оценка тепловой эффективности твердотопливных котлов с ручным обслуживанием.

46. Особенности процесса горения неподвижного слоя в топках котлов с шурующей планкой.

47. Основная конструктивная схема топочного полотна с наклонными переталкивающими колосниками.

48. Процессы подготовки зажигания топлива на наклонных переталкивающих колосниках.
49. Условия, влияющие на достижение горящего топлива площади зеркала горения в процессе непрерывной шуровки НПК.
50. Влияние состава топлива на рабочую массу, на протяженность зон активного горения и выгорания очаговых остатков на НПК.
51. Расчет теплового баланса котла.
52. Методика расчетов действительных объемов воздуха и продуктов сгорания.
53. Методика расчета теплосодержания дымовых газов в зависимости от температуры.
54. Определение теоретической и действительной температуры в топке.
55. Определение параметров, определяющих интенсивность теплообмена в топке.
56. Методика расчета геометрических характеристик топки.
57. Методика расчета углового коэффициента топочных экранов и их тепловой эффективности.
58. Определение степени черноты топки.
59. Методика расчета температуры газов на выходе из топки.
60. Расчет геометрических характеристик конвективного газохода.
61. Тепловосприятие газоходов по уравнению теплового баланса.
62. Методика расчета коэффициента теплоотдачи конвекции в газоходах.
63. Суммарная поглощательная способность трехатомных газов продуктов сгорания.
64. Коэффициент ослабления лучей трехатомными газами. Методика определения.
65. Расчет термодинамических характеристик газового потока и коэффициента теплоотдачи излучением в газоходах.
66. Графо-аналитический метод определения температуры дымовых газов за первым и вторым газоходами.
67. Невязка теплового баланса котла.
68. Методика теплового расчета топок жаротрубных жидкотопливных котлов.
69. Расчет теплообмена в конвективных газоходах жаротрубных жидкотопливных котлов.
70. Принцип проектирования и расчета вертикальных жаротрубных твердотопливных котлов.
71. Пути интенсификации теплообмена в конвективных газоходах вертикальных жаротрубных твердотопливных котлах.
72. Принцип проектирования гидравлической схемы котла.
73. Расчет местных гидравлических сопротивлений и на трение.
74. Методика гидравлического расчета сопротивлений конструктивных элементов котла.
75. Общее гидравлическое сопротивление котла.

76. Принцип расчета аэродинамических сопротивлений конвективных газопотоков.

77. Общее аэродинамическое сопротивление газового тракта котла.

78. Методы повышения тепловой эффективности котлов малой мощности с прямоугольным поперечным сечением топки.

79. Конструктивные исполнения поверхности нагрева в топке и конвективных газопотоках, обеспечивающих интенсификацию процессов теплообмена.

80. Методика определения увеличения тепловой эффективности котла.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене  
по дисциплине «Конструирование и проектирование котлов малой  
мощности»:**

<b>Баллы (рейтингов ой оценки)</b>	<b>Оценка экзамена (стандартная)</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b> <i>Дописать оценку в соответствии с компетенциями.</i> <i>Привязать к дисциплине</i>
100-86	<i>«отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85- 76	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61	<i>«удовлетво- рительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	<i>«неудовлетв орительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.



## **Критерии оценки творческое задание, расчетно-графическое, курсовой проект**

✓ **100-86** баллов выставляется студенту, если продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной проектно-исследовательской работы по теме проектирования; методами и приемами анализа различных вариантов расчета и этапов проектирования, применяемых на практике. Работа выполнена в соответствии с действующими нормативами и техническими условиями. Используются современные конструкции отечественного и зарубежного производства. Фактических ошибок нет.

✓ **85-76** баллов выставляется студенту, если продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной проектно-исследовательской работы по теме проектирования; методами и приемами анализа различных вариантов расчета и этапов проектирования, применяемых на практике при этом допущено не более 1 ошибки. Работа выполнена в соответствии с действующими нормативами и техническими условиями. Используются современные конструкции отечественного и зарубежного производства. Фактических ошибок нет.

✓ **75-61** баллов выставляется студенту, если продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной проектно-исследовательской работы по теме проектирования; методами и приемами анализа различных вариантов расчета и этапов проектирования, применяемых на практике при этом допущено не более 2 ошибок. Работа выполнена в соответствии с действующими нормативами и техническими условиями. Используются современные конструкции отечественного и зарубежного производства. Фактических ошибок нет.

✓ **60-50** баллов - выставляется студенту, если проектно-исследовательской работа представляет собой скопированный материал, не соответствующий теме проекта без должного анализа вариантов проектных решений. Допущено три или более трех ошибок. Надежность и эффективность запроектированных систем вызывает сомнение.

### **Критерии оценки доклада или реферата, сообщения выполненных в форме презентаций:**

✓ **100-86** баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Изучил методы и приемы анализа различных программ расчета и этапов энергосбережения, применяемых в

разрабатываемых системах, знаком с положениями СП и СНиП, знает отечественное и зарубежное оборудование, его достоинства и недостатки.

✓ 85-76 - баллов выставляется студенту, если он аргументировал своё мнение по сформулированной проблеме, точно определив ее содержание и составляющие характеризуются смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы.

✓ 75-61 баллов выставляется студенту, если он проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если его работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без комментариев и анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### Критерии оценки презентации доклада:

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	<b>Содержание критериев</b>			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы

<b>Представление</b>	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна использовано 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
<b>Оформление</b>	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
<b>Ответы на вопросы</b>	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений