

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный уни-  
верситет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины**

Теплогенерирующие установки промышленных предприятий

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

**По направлению подготовки** 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)*

**По профилю подготовки** Энергообеспечение предприятий

*(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)*

**Кафедра** Инженерные системы и экология

Квалификация (степень) выпускника **бакалавр**

**Разработчики:**


Ст. преподаватель  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись)

/Р.В. Муқанов/  
И. О. Ф.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № 9 от 25.04.2019 г.


И.о. заведующего кафедрой

  
(подпись) /Дербасова Е.Н.  
И. О. Ф.


**Согласовано:**

Председатель МКН


«Теплотехника и теплоэнергетика»  
направленность (профиль)  
«Энергообеспечение предприятий»

  
(подпись) /Дербасова Е.Н.  
И. О. Ф.

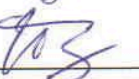
Начальник УМУ

  
(подпись) /Н.В. Аксютина  
И. О. Ф.


Специалист УМУ

  
(подпись) /Е.С. Небаненко  
И. О. Ф.

Начальник УИТ

  
(подпись) /С.В. Трунова  
И.О. Ф.

Заведующий научной библиотекой

  
(подпись) /Р.С. Халидизжешова  
И. О. Ф.

## Содержание

	<b>Стр.</b>
1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата	4
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	4
5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	7
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	7
5.1.1. Очная форма обучения	7
5.1.2. Заочная форма обучения	8
5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам	9
5.2.1. Содержание лекционных занятий	9
5.2.2. Содержание лабораторных занятий	9
5.2.3. Содержание практических занятий	10
5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
5.2.5. Темы контрольных работ (разделы дисциплины)	11
5.2.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ	11
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	11
7. Образовательные технологии	12
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения	14
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины	14
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
10. Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	16

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

**Целью изучения дисциплины** является приобретение знаний о типах и конструкциях энергетических котлов ТЭС и парогенераторов АЭС, об организации сжигания органических топлив в топках котлов, о теплофизических и гидрогазодинамических процессах, протекающих в газозвоздушном и пароводяном трактах котельной установки, об условиях работы поверхностей нагрева.

**Задачей изучения дисциплины** является:

- приобретение навыков по конструированию котлов, выполнению тепловых, гидравлических, аэродинамических и прочностных расчетов с использованием основных законов естествознания, методов математического анализа и моделирования, а также механизмов теоретического и экспериментального исследования;
- умение проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием с заданными характеристиками.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК – 2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ПК – 2 - способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием;

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:**

**знать:**

- основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2).

- нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования (ПК-2);

**уметь:**

- проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);

- демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, с готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ОПК-2).

**владеть:**

- нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования (ПК-2);

- способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ОПК-2).

## **3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина Б1.В.09 «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» реализуется в рамках блока «Дисциплины» **вариативной** части.

Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных в рамках изучения следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Химия», «Тепломассообмен», «Топливо и его сжигание», «Техническая термодинамика».

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Форма обучения	Очная	Заочная
1	2	3
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр – 3 з.е.; 6 семестр – 4 з.е.; всего -7 з.е.	5 семестр – 3 з.е.; 6 семестр – 4 з.е.; всего -7 з.е.
<b>Аудиторных (включая контактную работу обучающихся с преподавателем) часов (всего) по учебному плану:</b>		
Лекции (Л)	5 семестр – 18 часов; 6 семестр – 18 часов; <b>всего - 36 часов</b>	5 семестр – 4 часа; 6 семестр – 4 часа; <b>всего - 8 часов</b>
Лабораторные занятия (ЛЗ)	5 семестр – 18 часов; 6 семестр – 18 часов; <b>всего - 36 часов</b>	5 семестр – 4 часа; 6 семестр – 2 часа; <b>всего - 6 часов</b>
Практические занятия (ПЗ)	5 семестр – 36 часов; 6 семестр – 36 часов; <b>всего - 72 часов</b>	5 семестр – 4 часа; 6 семестр – 4 часа; <b>всего - 8 часов</b>
Самостоятельная работа (СРС)	5 семестр – 36 часов; 6 семестр – 72 часа; <b>всего - 108 часов;</b>	5 семестр – 96 часов; 6 семестр – 134 часов; <b>всего - 230 часов</b>
<b>Форма текущего контроля:</b>		
Контрольная работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	семестр – 5
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>		
Экзамены	семестр – 6	семестр – 6
Зачет	семестр – 5	семестр – 5
Зачет с оценкой	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовая работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовой проект	семестр – 5	семестр – 6

**5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

**5.1.1. Очная форма обучения**

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				Форма промежуточной аттестации и текущего контроля
				контактная			СРС	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. «Энергетическое топливо»	36	5	6	6	12	12	Зачет. Курсовой проект
2	Раздел. 2. «Горение топлива и эффективность его использования»	36	5	6	6	12	12	
3	Раздел 3. «Подготовка топлива к сжиганию»	36	5	6	6	12	12	
4	Раздел 4. «Сжигание топлива в топках паровых котлов».	48	6	6	6	12	24	Экзамен
5	Раздел 5. «Теплообмен в поверхностях нагрева и тепловой расчет парового котла».	48	6	6	6	12	24	
6.	Раздел 6. «Чистота пара и водный режим».	48	6	6	6	12	24	
<b>Итого:</b>		252		36	36	72	108	

**5.1.2. Заочная форма обучения**

№ п/п	Раздел дисциплины (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы				Форма промежуточной аттестации и текущего контроля
				контактная			СРС	
				Л	ЛЗ	ПЗ		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. «Энергетическое топливо»	35	5	1	1	1	32	Зачет. Контрольная работа
2	Раздел 2. «Горение топлива и эффективность его использования»	35	5	1	1	1	32	
3	Раздел 3. «Подготовка топлива к сжиганию»	38	5	2	2	2	32	
4	Раздел 4. «Сжигание топлива в топках паровых котлов».	48.5	6	2	0.5	2	44	Экзамен Курсовой проект
5	Раздел 5. «Теплообмен в поверхностях нагрева и тепловой расчет парового котла».	46.5	6	1	0.5	1	44	
6.	Раздел 6. «Чистота пара и водный режим».	49	6	1	1	1	46	
	<b>Итого:</b>	252		8	6	8	242	

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

### 5.2.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1. «Энергетическое топливо»	Понятие об энергетическом топливе. Органическое и ядерное топливо. Топливные ресурсы и топливно-энергетический баланс РФ. Элементарный состав топлива. Расчетные массы топлива. Пересчет элементарного состава с одной массы на другую. Основные характеристики горючей массы. Теплота сгорания топлива и методы ее определения. Условное топливо. Выход летучих веществ. Свойства твердого горючего остатка. Характеристики балласта топлива. Зола, шлак, очаговые остатки, их химсостав, температурные характеристики, использование. Влажность топлива. Сера в топливе. Приведенные влажность, зольность, сернистость топлива как характеристики энергетической ценности топлива. Классификация и маркировка топлива. Основные месторождения ископаемых топлив. Энерготехнологическое использование энергетических топлив.
2.	Раздел 2. «Горение топлива и эффективность его использования»	Материальный баланс процесса горения. Коэффициенты расхода (избытка) воздуха. Определение расхода кислорода и воздуха для горения. Состав и объем продуктов сгорания. Основное уравнение горения. Уравнение неполного горения. Тепловой баланс процесса горения. Энтальпия воздуха и продуктов сгорания. Диаграмма энтальпия - температура. Диссоциация продуктов сгорания. Теоретическая и действительная температуры горения. Гомогенное и гетерогенное горение. Скорость реакции горения. Зависимость реакции горения от температуры, давления, состава горючей смеси. Самовоспламенение и воспламенение горючей смеси.
3.	Раздел 3. «Подготовка топлива к сжиганию»	Принципиальные схемы сжигания твердого топлива. Свойства и характеристики угольной пыли. Закономерности размола. Схемы пылеприготовления: центральная, индивидуальные. Влияние характеристик топлива на выбор системы пылеприготовления. Конструкции мельниц для размола угля. Элементы систем приготовления пыли. Воздушный тепловой баланс пылесистемы. Сушка дымовыми газами. Выбор оптимальной степени размола топлива. Подготовка к сжиганию жидкого и газообразного топлива. Основные требования правил технической эксплуатации (ПТЭ) пылеприготовительных установок.
4.	Раздел 4. «Сжигание топлива в топках паровых котлов».	Конструкции топочных камер газомазутных паровых котлов. Горелочные устройства и их размещение. Воздушные регистры. Запальные устройства. Основы расчета газовых горелок. Схемы распыления жидкого топлива. Типы мазутных форсунок. Горелки мазутные, комбинированные. Расчетные характеристики топочных камер. Эксплуатация и режимы работы: малые избытки воздуха, использование присадок, рециркуляция газов. Борьба с загрязнением окружающей среды при сжигании газа и жидкого топлива. Техника безопасности на газомазутных ТЭС. Схемы топочных камер для сжигания твердого топлива. Влияние влажности, зольности, выхода летучих и теплоты сгорания топлива на конструкцию топочной камеры. Основные характеристики топочных камер. Типы горелочных устройств. Скорости первичного и вторичного воздуха. Основные расчетные параметры топки.
5	Раздел 5. «Теплообмен в поверхностях нагрева и тепловой расчет парового котла».	Теплообмен в топке парового котла. Тепловые характеристики настенных экранов. Падающий и эффективный тепловой поток. Связь тепловой работы топки с видом и характеристиками сжигаемого топ-



		лива. Излучательная способность факела. Выбор температуры продуктов сгорания на выходе топочной камеры. Расчет теплообмена в топочной камере. Лучистый теплообмен в газоходах котла. Расчет теплообмена в полурадикационных поверхностях нагрева. Конвективный теплообмен. Коэффициенты теплопередачи и выбор оптимальной скорости продуктов сгорания в конвективных газоходах. Распределение тепловосприятий между поверхностями нагрева. Особенности распределения тепловосприятий в прямоточных котлах докритических и сверхкритических параметров. Задачи и последовательность конструкторского и поверочного расчетов парового котла.
6	Раздел 6. «Чистота пара и водный режим».	Требования, предъявляемые к качеству питательной воды и пара. Влияние загрязнений на работу оборудования. Источники загрязнения питательной воды. Закономерности образования отложений. Области отложений в пароводяном тракте котлов сверхкритического давления (СКД). Примеси в перегретом паре докритического давления и области их отложений. Пути перехода примесей из воды в пар. Задачи водного режима. Водный режим барабанных котлов. Методы вывода примесей из цикла на ТЭС. Водный режим прямоточных котлов. Безнакипный водный режим барабанных котлов. Солевой баланс цикла с барабанным и прямоточным паровым котлом. Методы получения чистого пара.

### 5.2.2. Содержание лабораторных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Раздел 1. «Энергетическое топливо»	Назначение, конструкция и работа элементов теплогенерирующей установка.
2.	Раздел. 2. «Горение топлива и эффективность его использования»	Определение зольности твердого топлива.
3.	Раздел 3. «Подготовка топлива к сжиганию»	Определение влажности твердого топлива.
4.	Раздел 4. «Сжигание топлива в топках паровых котлов».	Определение летучих веществ.
5.	Раздел 5. «Теплообмен в поверхностях нагрева и тепловой расчет парового котла».	Определение влагосодержания газа
6.	Раздел 6. «Чистота пара и водный режим».	Определение теплотворной способности газа

### 5.2.3. Содержание практических занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Раздел 1. «Энергетическое топливо»	Расчет теплотворной способности различного топлива в зависимости от его компонентного состава. Определение плотности газообразного топлива в зависимости от состава
2.	Раздел. 2. «Горение топлива и эффективность его использования»	Расчет продуктов сгорания твердого, жидкого и газообразного топлива
3.	Раздел 3. «Подготовка топ-	Расчет теплового баланса и расхода топлива действующего

	лива к сжиганию»	парового котла
4.	Раздел 4. «Сжигание топлива в топках паровых котлов».	Аэродинамические и гидравлические расчеты котла
5.	Раздел 5. «Теплообмен в поверхностях нагрева и тепловой расчет парового котла».	Расчеты теплообмена в топке котла.
6.	Раздел 6. «Чистота пара и водный режим».	Тепловые поверочные расчеты конвективных элементов котла

#### 5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

##### Очная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1.	Раздел 1. «Энергетическое топливо»	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к курсовому проекту	[1], [3], [5], [6]
2.	Раздел 2. «Горение топлива и эффективность его использования»	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к курсовому проекту	[1], [3], [5], [7]
3.	Раздел 3. «Подготовка топлива к сжиганию»	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к курсовому проекту	[1], [2], [4]
4.	Раздел 4. «Сжигание топлива в топках паровых котлов».	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к курсовому проекту	[1], [3], [5], [8],
5.	Раздел 5. «Теплообмен в поверхностях нагрева и тепловой расчет парового котла».	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к курсовому проекту	[1], [2], [4]
6.	Раздел 6. «Чистота пара и водный режим».	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к курсовому проекту	[1], [2], [4] [7], [8],

##### Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1.	Раздел 1. «Энергетическое топливо»	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к курсовому проекту	[1], [3], [5], [6]
2.	Раздел 2. «Горение топлива и эффективность его использования»	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к курсовому проекту	[1], [3], [5], [7]
3.	Раздел 3. «Подготовка топлива к сжиганию»	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к курсовому проекту	[1], [2], [4]
4.	Раздел 4. «Сжигание топлива в топках паровых котлов».	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к курсовому проекту	[1], [3], [5], [8],
5.	Раздел 5. «Теплообмен в поверхностях нагрева и тепловой расчет парового котла».	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к курсовому проекту	[1], [2], [4]

6.	Раздел 6. «Чистота пара и водный режим».	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к курсовому проекту	[1], [2], [4] [7], [8],
----	--	---	-------------------------

### 5.2.5. Темы контрольных работ

Тема контрольной работы «Подбор котельной для теплоснабжения микрорайона города»

### 5.2.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ.

Тема курсового проекта «Расчет котельного агрегата и вспомогательного оборудования»

## 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебной работы	Организация деятельности студента
1	2
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно. Фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; отмечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, отметить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	На практических занятиях обучающиеся систематизируют, закрепляют и углубляют знания теоретического характера; учатся приемам решения практических задач, овладевают навыками и умениями выполнения расчетов, графических и других видов заданий; работают с книгой, служебной документацией и схемами, пользуются справочной и научной литературой; формируют умение учиться самостоятельно
Лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу
Курсовой проект	Выполнение курсового проекта имеет целью расширение знаний студентов, обучение методам разработки проектов, теоретического анализа явлений и закономерностей науки, отработку навыков самостоятельного применения теоретических знаний к комплексному решению профессиональных задач, использования справочной литературы, методов математической обработки экспериментальных данных, компьютерных технологий.
Самостоятельная работа / индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Подготовка к зачету/экзамену	При подготовке к зачету/экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 7. Образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий»

### Традиционные образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий», проводятся с использованием традиционных образовательных технологий ориентирующиеся на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения), учебная деятельность

студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практические занятия— занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях с применением различных образовательных технологий. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению каждой задачи и интуиция.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

### **Интерактивные технологии**

По дисциплине «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Лекция-визуализация - представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудиовидеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (в виде схем, таблиц, графов, графиков, моделей). Лекция-визуализация помогает студентам преобразовывать лекционный материал в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов.

Лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками). Такой тип лекций рассчитан на стимулирование обучающихся к постоянному контролю предлагаемой информации и поиску ошибок. В конце лекции проводится диагностика знаний студентов и разбор сделанных ошибок.

По дисциплине «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» практические и лабораторные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Работа в малых группах – это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Все это часто бывает невозможно в большом коллективе.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### ***а) основная учебная литература:***

1. Делягин Г.Н., Лебедев В.И. и др. Теплогенерирующие установки. М.: Издательство БАСТЕТ, 2010. - 624 с.
2. Ю. А. Крылов, А. С. Карандаев, В. Н. Медведев. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно- регулируемый электропривод. – СПб.: Издательство Лань, 2013. – 176 с.
3. Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие. – 2-е изд. – М.: Издательство КноРус, 2012. – 240 с.
4. Акулич П. В. Расчеты сушильных и теплообменных установок. – Минск: Белорусская книга, 2010. – 44 с [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=89349&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=89349&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.
5. Дьяконов В. Г., Лонцаков О. А. Основы теплопередачи: учебное пособие. – Казань: Издательство КНИТУ, 2011. – 230 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=258437&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=258437&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

#### ***б) дополнительная учебная литература:***

6. Устройство паровых котельных агрегатов: методическая разработка. - Н. Новгород.: Издательство ННГАСУ, 2010. -50 стр. [Электрон, ресурс]: Режим доступа:

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=427286&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=427286&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

7. Теляков Э. Ш., Закиров М. А., Вилохин С. А. Технологические печи химических, нефтехимических и нефтегазоперерабатывающих производств: учебное пособие. – Казань.: Издательство КНИТУ, 2008. -103 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа:

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=259059&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259059&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

8. Устройство паровых котельных агрегатов: методическая разработка. - Н. Новгород.: Издательство ННГАСУ, 2010. -50 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа:

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=427286&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=427286&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

**в) перечень учебно-методического обеспечения:**

1. Методические указания по выполнению контрольной работы и курсового проекта. АГАСУ, 2017. 52 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <http://edu.aucu.ru> Дата обращения: 25.05.2017.

## **8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

- Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription;
- Office Pro+ Dev SL A Each Academic;
- Справочная Правовая Система КонсультантПлюс;
- ApacheOpenOffice;
- 7-Zip;
- AdobeAcrobatReader DC;
- InternetExplorer;
- GoogleChrome;
- MazillaFirefox;
- VLC mediaplayer;
- Dr.Web Desktop Security Suite.

## **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

*Список перечня ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины*

Электронная информационно-образовательная среда Университета, включает в себя:

1. Образовательный портал (<http://edu.aucu.ru>)

Системы интернет-тестирования:

2. Единый портал интернет-тестирования в сфере образования. Информационно-аналитическое сопровождение тестирования студентов по дисциплинам профессионального образования в рамках проекта «Интернет-тренажеры в сфере образования» (<http://i-exam.ru>)

Электронно-библиотечная системы:

3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)

4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru/>)

Электронные базы данных:

5. Научная электронная библиотека [elibrary.ru](https://elibrary.ru) (<https://elibrary.ru>)

**9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№ п/п	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, учебный корпус №6	<p align="center"><b>№202, учебный корпус №6</b></p> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий
2	Аудитория для проведения практических занятий Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, учебный корпус №6	<p align="center"><b>№301, учебный корпус №6</b></p> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий
3	Аудитория для проведения лабораторных занятий Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №201, учебный корпус №6	<p align="center"><b>№201, учебный корпус №6</b></p> Комплект учебной мебели. Переносной мультимедийный комплект. Аппарат отопительный газовый водогрейный АОГВ 17.4 в сборе, аппарат отопительный газовый водогрейный в разрезе. Газовый проточный водонагреватель в сборе, газовый проточный водонагреватель в разрезе. Печь муфельная ПМ-8, Водонагреватель накопительного типа Термекс Hit H 5 л.
4	Аудитория для проведения самостоятельной работы: ул. Татищева, 18, литер А, аудитории №207, №209, №211, №312, главный учебный корпус пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №302, учебный корпус №6	<p align="center"><b>№207, главный учебный корпус</b></p> Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
		<p align="center"><b>№209, главный учебный корпус</b></p> Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к сети Интернет
		<p align="center"><b>№211, главный учебный корпус</b></p> Комплект учебной мебели Компьютеры -16 шт. Проекционный телевизор Доступ к сети Интернет
		<p align="center"><b>№312, главный учебный корпус</b></p> Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Доступ к сети Интернет
		<p align="center"><b>№302, учебный корпус №6</b></p> Комплект учебной мебели Компьютеры -15 шт. Доступ к сети Интернет
5	Аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, №301, №201 учебный корпус №6	<p align="center"><b>№202, учебный корпус №6</b></p> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект
		<p align="center"><b>№301, учебный корпус №6</b></p> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект
		<p align="center"><b>№201, учебный корпус №6</b></p> Комплект учебной мебели. Переносной мультимедийный комплект. Комплект наглядных пособий

6	Аудитория для промежуточной аттестации и текущего контроля:(Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, №301, №201 учебный корпус №6	<b>№202, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий
		<b>№301, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Комплект наглядных пособий
		<b>№201, учебный корпус №6</b> Комплект учебной мебели. Переносной мультимедийный комплект.
7	Кабинет курсового проектирования Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №301, учебный корпус №6	<b>№301</b> Комплект учебной мебели.
8.	Аудитория для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования 414006, г. Астрахань, пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №106, учебный корпус №6	<b>№106, учебный корпус №6</b> Инструменты для профилактического обслуживания учебного оборудования

#### **10. Особенности организации обучения по дисциплине «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

## Аннотация

к рабочей программе дисциплины «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Целью освоения дисциплины «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» является формирование уровня освоения компетенций обучающегося в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)», формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору). Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин: «Физика», «Техническая термодинамика», «Газоснабжение», «Тепломассообмен», «Источники и системы теплоснабжения».

Краткое содержание дисциплины:

Раздел 1. Источники тепловой энергии систем теплоснабжения

Раздел 2. Процесс горения топлива и его характеристики

Раздел 3. Тепловой баланс теплогенерирующей установки (ТГУ)

Раздел 4. Топочные устройства ТГУ

И.о. заведующего кафедрой

  
подпись

/Дербасова Е.М. /  
И. О. Ф.



## **РЕЦЕНЗИЯ**

**на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине  
«Теплогенерирующие установки промышленных предприятий»**

**ОПОП ВО по направлению подготовки / специальности**

**13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,**

**направленность (профиль)**

**«Энергообеспечение предприятий»**

**по программе бакалавриата**

Шамсудинов Тагир Фасхидинович (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе бакалавриата, разработанной в ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Инженерные системы и экология» (разработчик – ст. преподаватель Р.В. Муканов.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.10.2015 г, №1081 и зарегистрированного в Минюсте России 30.10.2015г., №39559.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины», части, формируемой участниками образовательных отношений».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль)/ «Энергообеспечение предприятий».

В соответствии с Программой, за дисциплиной «Энергообеспечение предприятий» закреплена 2 компетенция, которая реализуется в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, иметь навыки соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Учебная дисциплина «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний бакалавра предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена и курсового проекта. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и специфике дисциплины «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Инженерные системы и экология» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Энергообеспечение предприятий» представлены: типовыми вопросами к экзамену, тестами входного и выходного контроля, заданиями к курсовому проекту, тематикой лабораторных занятий.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по программе бакалавриата, разработанная ст. преподавателем Мукановым Р.В. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:  
Директор, ООО «НПРФ «Ярканон»



*(Handwritten signature)*  
(подпись)

/ Шамсудинов Т.Ф. /  
И. О. Ф.

## **РЕЦЕНЗИЯ**

**на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине  
«Теплогенерирующие установки промышленных предприятий»**

**ОПОП ВО по направлению подготовки / специальности  
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,  
направленность (профиль)  
«Энергообеспечение предприятий»  
по программе бакалавриата**

Аляутдинова Ю.А. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе бакалавриата, разработанной в ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Инженерные системы и экология» (разработчик – ст. преподаватель Р.В. Муканов.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.10.2015 г, №1081 и зарегистрированного в Минюсте России 30.10.2015г., №39559.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины», части, формируемой участниками образовательных отношений».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль)/ «Энергообеспечение предприятий».

В соответствии с Программой, за дисциплиной «Энергообеспечение предприятий» закреплена 2 компетенция, которая реализуется в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, иметь навыки соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Учебная дисциплина «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний бакалавра, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена и курсового проекта. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и специфике дисциплины «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Инженерные системы и экология» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Энергообеспечение предприятий» представлены: типовыми вопросами к экзамену, тестами входного и выходного контроля, заданиями к курсовому проекту, тематикой лабораторных занятий.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по программе бакалавриата, разработанная ст. преподавателем Мукановым Р.В. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:

К.т.н., доцент кафедры  
«Инженерные системы и экология»

  
(подпись)

/Ю.А. Аляутдинова/



Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



## ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**Наименование дисциплины**

Теплогенерирующие установки промышленных предприятий  
(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

**По направлению подготовки**

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)

**По профилю подготовки** Энергообеспечение предприятий

(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)

**Кафедра**

Инженерные системы и экология

Квалификация (степень) выпускника **бакалавр**

**Разработчики:**

Ст. преподаватель  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись)

/Р.В. Муканов/  
И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № 9 от 25.04.2019 г.

И.о. заведующего кафедрой

 | Дербасова Е.Н.  
(подпись) И. О. Ф.


**Согласовано:**

Председатель МКН

«Теплотехника и теплоэнергетика»  
направленность (профиль)  
«Энергообеспечение предприятий»

 | Дербасова Е.Н.  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМУ

 | И.В. Аксюткина  
(подпись) И. О. Ф.

Специалист УМУ

 | Е.С. Жванкина  
(подпись) И. О. Ф.

## СОДЕРЖАНИЕ:

	<b>Стр.</b>
1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине	4
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программ	4
1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля	6
1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
1.2.3. Шкала оценивания	10
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	11
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	15
<i>Приложение 1</i>	16
<i>Приложение 2</i>	17
<i>Приложение 3</i>	18
<i>Приложение 4</i>	21
<i>Приложение 5</i>	22



**1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине**

Оценочные и методические материалы является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины и представлен в виде отдельного документа

**1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Индекс и формулировка компетенции N	Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 2)	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1)						Формы контроля с конкретизацией задания
		1	2	3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОПК – 2 - способностью продемонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знать:							
	основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	X	X	X	X	X	X	Зачет (вопросы 1-5) Экзамен (вопросы 1-7) Контрольная работа (вопросы 1-5)
	Уметь:							
	демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, с готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	X	X	X	X	X	X	Зачет (вопросы 6-10) Экзамен (вопросы 8-14) Контрольная работа (вопросы 6-10)
ПК – 2 - способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое	Владеть:							
	способностью продемонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	X	X	X	X	X	X	Зачет (вопросы 11-15) Экзамен (вопросы 15-21) Контрольная работа (вопросы 11-15). Защита лабораторной работы №1,2,3 (вопросы 1-5) Курсовой проект (вопросы 1-10)
ПК – 2 - способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое	Знать:							
	нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проекти-	X	X	X	X	X	X	Зачет (вопросы 16-20) Экзамен (вопросы 22-28)

оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	рования теплоэнергетического оборудования							Контрольная работа (вопросы 16-20).
	Уметь:							
	проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	X	X	X	X	X	X	Зачет (вопросы 21-25) Экзамен (вопросы 29-35) Контрольная работа (вопросы 21-25).
	Владеть:							
	нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования	X	X	X	X	X	X	Зачет (вопросы 26-30) Экзамен (вопросы 36-42) Контрольная работа (вопросы 26-30). Защита лабораторной работы №4,5,6,7 (вопросы 6-10) Курсовой проект (вопросы 11-20)

**1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

**1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля**

Наименование оценочного средства <b>1</b>	Краткая характеристика оценочного средства <b>2</b>	Представление оценочного средства в фонде <b>3</b>
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применить стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Рекомендуется для оценки умений и владений студентов	Темы лабораторных работ и требования к их защите

**1.2.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Компетенция, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		Ниже порогового уровня (не зачтено)	Пороговый уровень (Зачтено)	Продвинутый уровень (Зачтено)	Высокий уровень (Зачтено)
1	2	3	4	5	6
ОПК – 2 - способностью продемонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального	<b>Знает:</b> (ОПК-2) - основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Обучающийся не знает основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Обучающийся имеет основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала	Обучающийся твердо знает основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся знает основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, четко и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
	<b>Умеет:</b> (ОПК-2) - демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, с готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Не умеет демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, с готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу,	В целом успешное, но не системное умение обрабатывать на научной основе полученные данные	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, с готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Сформированное умение использовать на практике демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, с готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности

исследования		большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено			
	<b>Владеет:</b> (ОПК-2) - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Обучающийся не владеет способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено	В целом успешное, но не системное владение навыками способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками владение навыками способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Успешное и системное владение навыками способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, умение их использовать на практике при решении конкретных задач
ПК – 2 - способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проек-	<b>Знает:</b> ( ПК-2) - нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования	Обучающийся не знает нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования	Обучающийся имеет знания нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала	Обучающийся твердо знает материал, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся знает нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования, четко и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий

тирования в соответствии с техническим заданием	<p><b>Умеет:</b> (ПК-2) - проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p>	<p>Не умеет проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу.</p>	<p>В целом успешное, но не системное умение обрабатывать полученные данные.</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умение нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования</p>	<p>Умеет оформлять результаты нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования</p>
	<p><b>Владеет:</b> (ПК-2) - нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования</p>	<p>Обучающийся не владеет способностью нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено.</p>	<p>В целом успешное, но не системное владение навыками нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками владение нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования</p>	<p>Успешное и системное владение навыками нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования теплоэнергетического оборудования, умение их использовать на практике при решении конкретных задач.</p>

### 1.2.3 Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
--------------------	---------------------------	---------------------

высокий	«5»(отлично)	зачтено
продвинутый	«4»(хорошо)	зачтено
пороговый	«3»(удовлетворительно)	зачтено
ниже порогового	«2»(неудовлетворительно)	не зачтено

## 2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы

### ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:

#### 2.1. Экзамен

а) типовые вопросы к экзамену (Приложение 1)

б) критерии оценивания

При оценке знаний на экзамене учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

#### 2.2. Зачет

а) типовые вопросы к зачету (Приложение 2);

б) критерии оценивания



При оценке знаний на зачете учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

### 2.3 Курсовой проект

а) Задания к курсовому проекту (Приложение 3);

б) критерии оценивания

При оценке знаний курсового проекта учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	выставляется студенту, который: показывает всестороннее и глубокое освещение избранной темы в тесной взаимосвязи с практикой, а также умение работать с различными видами источников, систематизировать, классифицировать, обобщать материал, формулировать выводы, соответствующие поставленным целям.
2	Хорошо	выставляется студенту, который: обнаруживает глубокие знания по предмету и владеет навыками научного исследования, но при этом имеются незначительные замечания по содержанию работы, по процедуре защиты (студент не может дать аргументированно ответы на вопросы).
3	Удовлетворительно	выставляется студенту, который: неполно раскрывает разделы плана, посредственно владеет материалом, поверхностно отвечает на вопросы, в процессе защиты курсовой работы; отсутствуют аргументированные выводы, работа/проект носит реферативный характер.
4	Неудовлетворительно	выставляется студенту, если установлен акт самостоятельного выполнения работы, имеются принципиальные замечания по многим параметрам, содержание не соответствует теме, допущены грубые теоретические ошибки.

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:

### 2.4 Контрольная работа

- а) типовые задания к контрольной работе (Приложение 4)
- б) критерии оценивания

Выполняется в письменной форме. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильное раскрытие содержания основных вопросов темы, правильное решение задач.
2. Самостоятельность суждений, творческий подход, научное обоснование раскрываемой проблемы.
3. Правильность использования цитат (если цитата приводится дословно, то надо взять ее в кавычки и указать источник с указанием фамилии автора, названия произведения, места и города издания, тома, части, параграфа, страницы).
4. Наличие в конце работы полного списка литературы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета
2	Хорошо	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов
3	Удовлетворительно	Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал, допускает искажение фактов

4	Неудовлетворительно	Студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы
5	Зачтено	Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы
6	Не зачтено	Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

## 2.5. Защита лабораторной работы

а) Тематика лабораторных работ (Приложение 4)

б) критерии оценивания

При оценке знаний на защите лабораторной работы учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, правильно демонстрирует методику исследования /измерения, правильно оценивает результат.
2	Хорошо	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, допускает единичные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов
3	Удовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, но при этом дает правильное название прибора. Допускает множественные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов
4	Неудовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, дает неправильное название прибора. Не может продемонстрировать методику исследования /измерения, а также оценить результат

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Поскольку учебная дисциплина призвана формировать несколько дескрипторов компетенций, процедура оценивания реализуется поэтапно:

**1-й этап:** оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными матрицей компетенций ООП (приложение к ООП). Экспертной оценке преподавателя подлежат уровни сформированности отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля или промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения по дисциплине.

**2-этап:** интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

#### Характеристика процедур текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды вставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1.	Зачет	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	зачтено/незачтено	Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио
2.	Экзамен	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио
3.	Курсовой проект	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио
3	Контрольная работа	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале и зачтено/незачтено	журнал успеваемости преподавателя

Удовлетворительная оценка по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

**Типовые вопросы к экзамену  
ОПК-2 (знать)**

1. Источники энергии для котельных установок.
2. Материальный баланс процесса горения топлива.
3. Материальный баланс нагреваемой среды.
4. Общее уравнение теплового баланса котла.
5. Теплота, полезно затрачиваемая на производство пара. Расход топлива и КПД котла.
6. Потеря теплоты с уходящими газами.
7. Потеря теплоты от химической неполноты сгорания.

**ОПК-2 (уметь)**

8. Потеря теплоты от механической неполноты сгорания.
9. Потеря теплоты от наружного охлаждения.
10. Потеря теплоты с физической теплотой шлаков и другие потери.
11. Зависимость КПД котла от нагрузки.
12. Эксергетический баланс котла.
13. Классификация топок.
14. Показатели работы топочных устройств.

**ОПК-2 (владеть)**

15. Топки, классификация горелок для газообразного топлива.
16. Сжигание газообразного топлива.
17. Эксплуатация газовых топок. Предотвращение образования и уменьшение вредных выбросов.
18. Особенности расчета газовых горелок и топок.
19. Схемы распыления жидкого топлива. Мазутные форсунки.
20. Комбинированные газомазутные горелки.
21. Топки для сжигания жидкого топлива. Эксплуатация топок.

**ПК-2 (знать)**

22. Классификация слоевых топок.
23. Характеристика процесса горения твердого топлива в плотном слое.
24. Топки для сжигания твердого топлива в плотном слое.
25. Не механизированные и полумеханические топки.
26. Механические топки.
27. Сепарация и промывка пара.
28. Топки с кипящим слоем.

**ПК-2 (уметь)**

29. Сжигание газообразного топлива.
30. Выбор слоевых топок и основы их расчета.
31. Особенности сжигания твердого топлива в пылевидном состоянии.
32. Основные схемы пылеприготовления.
33. Особенности горения угольной пыли.
34. Пылеугольные горелки.
35. Топки для сжигания угольной пыли.

**ПК-2 (владеть)**

36. Выбор и расчетные характеристики топок для сжигания угольной пыли.
37. Теплообмен в топке.
38. Расчет теплообмена в топке.
39. Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева.
40. Расчет теплообмена в конвективных поверхностях нагрева.
41. Интенсификация радиационного и конвективного теплообмена.
42. Условия гидродинамической надежной работы элементов котла.

**Типовые вопросы к зачету  
ОПК-2 (знать)**

1. Режим гидродинамической надежной работы элементов котла.
2. Гидродинамическая характеристика испарительных систем.
3. Гидродинамика котлов с естественной циркуляцией.
4. Гидродинамика прямоточных котлов.
5. Гидродинамика котлов с принудительной циркуляцией.
6. Системы газоздушного тракта котла.
7. Аэродинамика дымовой трубы.

**ОПК-2 (уметь)**

8. Выбор вентилятора и дымососа.
9. Образование накипей и требование к питательной воде.
10. Водный режим котла. 53. Сепарация и промывка пара.
11. Характеристика тепловой схемы котла.
12. Температура продуктов сгорания на выходе из топки.
13. Тепловосприятие в испарительной системе экономайзера, пароперегревателя.
14. Подогрев воздуха, расположение воздухоподогревателя.

**ОПК-2 (владеть)**

15. Температура уходящих газов.
16. Примеры тепловой схемы котла.
17. Тепловые схемы котельной. 61. Конструкции и типы котлов.
18. Эксплуатация котлов.
19. Эксплуатация отопительной котельной
20. Выбор вентилятора и дымососа.
21. Конструкции испарительных поверхностей нагрева.

**ПК-2 (знать)**

22. Конструкции и назначение пароперегревателей.
23. Регулирование температуры пара.
24. Конструкции экономайзеров.
25. Конструкции воздухоподогревателей.
26. Рекомендации по методике теплового расчета котла.
27. Металл и прочность элементов котла.
28. Абразивный износ, коррозия загрязнения и очистка поверхностей нагрева котла.

**ПК-2 (уметь)**

29. Содержание вредных выбросов в продуктах сгорания котлов.
30. Золоудаление.
31. Очистка продуктов сгорания от окислов серы.
32. Очистка продуктов сгорания от окислов азота.
33. Температурные напоры на каждую конвективную поверхность нагрева
34. Точка росы и ее влияние на тепловой расчет котла
35. Температура газов на выходе из топки

**ПК-2 (владеть)**

36. Влияние влажности на расчет котла
37. Невязка теплового баланса по ступеням расчета
38. Общая невязка теплового баланса
39. Количество продувочной воды при проведении теплового расчета котла
40. Прямоточные котлы как перспектива развития промышленного энергетического машиностроения

### Задание к курсовому проекту

Курсовой проект выполняется по заданию, выдаваемому преподавателем. В проекте изучаются характеристики котла-прототипа и его конструкция, условия эксплуатации; уточняются характеристики заданного топлива, способ его сжигания, температура горячего воздуха и коэффициент его избытка в топке; рассчитываются энтальпия продуктов сгорания для всего газового тракта котла; вычисляются потери тепла с уходящими газами,

КПД котлоагрегата и расход топлива; производится расчёт теплообмена в топочной камере; производится расчёт конвективных поверхностей нагрева; определяется КПД котлоагрегата (по прямому балансу); производится сравнение полученных характеристик проекта с прототипом и даётся объяснение имеющихся различий; выполняется аэродинамический расчёт газового и воздушного трактов котельного агрегата, гидравлический расчёт контура циркуляции парового котла.

Рекомендуемый объём курсового проекта – 60...80 страниц (формат А4), при этом расчётные данные сводятся по возможности в таблицы и графики для обеспечения максимальной компактности расчётно- пояснительной записки. Расчёты выполняются с использованием ЭВМ. По завершению расчётов необходимо выполнить графическую часть проекта.

#### Рекомендуемый объём разделов проекта

Раздел проекта	Объём, %
1. Описание конструкции котла	8
2. Расчёт объёмов и энтальпии продуктов сгорания, построение $H-t$ -диаграммы	5
3. Составление теплового баланса и определение расхода топлива	5
4. Расчёт топки	10
5. Расчёт конвективных поверхностей нагрева	10
6. Аэродинамический расчёт	8
7. Гидравлический расчёт	8
8. Расчёт тепловой схемы котельной	8
9. Оформление расчётно-пояснительной записки	8
10. Графическая часть	30

### ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Для выполнения поверочного теплового расчёта котлоагрегата студентам необходимо выдать следующие исходные данные:

- тип котла;
- номинальная производительность;
- давление пара;
- температура перегретого пара;
- месторождение и марка топлива;
- температура питательной воды.

Чертежи агрегата, по которым могут быть определены размеры топочной камеры, площади поверхностей нагрева отдельных элементов и их конструктивные данные (диаметр труб, их число и расположение, продольный и поперечный шаг, проходные сечения для продуктов сгорания и рабочей среды, размеры газоходов), студенты находят самостоятельно.

Варианты заданий на выполнение курсового проекта приведены в табл. 2 и 3. Номер варианта задания студент получает у преподавателя.

### 1. Задания на проектирование паровых котлов

Вариант	Тип котла	Водяной пар			Температура питательной воды $t_{п.в}$ , °С	Топливо, месторождение
		Производительность $D$ , т/ч	Давление $P$ , МПа	Температура $t_{п.п}$ , °С		
1	2	3	4	5	6	7
1	Е-160-100	160	9,8	540	215	Мазут 40 малосернистый
2						Газ, Саратов–Москва
3						Уголь, Донецкий, ДР
4						Уголь, Кузнецкий, Т
5						Древесина
6						Мазут 40 сернистый
7	Е-320-140	320	13,8	560	230	Газ, Первомайск–Сторожевка
8						Уголь, Подмосковский, Б2
9						Уголь, Воркутинское месторождение, Ж
10						Моторное топливо
11						7
12						Мазут 40 высокосернистый
13						Газ, Брянск–Москва
14						Уголь, Березовское месторождение, Б2
15						Уголь, Азейское месторождение, Б3
16						Соляровое масло
17						Мазут 100 высокосернистый
18						Газ, Ярино–Пермь
19						Уголь, Норильское месторождение, СС
20						Уголь, Артёмовский, Б3
21						Торф
22						Мазут 100 сернистый
23						Газ, Ставрополь–Грозный
24						Уголь, Липовецкое месторождение, Д
25						Уголь, Ургальское месторождение, Г
26						Дизельное топливо
27						Мазут 100 малосернистый
						Газ, Ставрополь–



					Москва
28					Уголь, Сахалинское месторождение, Д
29					Уголь, Сангарское месторождение, Д
30					Сланцы
31					Уголь , Челябинский, Б3
32					Газ, Бухара–Урал
33					Уголь, Ирша-Бородинское месторождение, Б2
35					Уголь, Кизеловский, Г

### Вопросы к защите курсового проекта ОПК-2 (владеть)

1. Характеристики потерь тепла. Потери тепла от наружного охлаждения и охлаждения панелей и балок, не включенных в циркуляционную систему
2. Область применения котельных установок. Критерии выбора типа котельных установок
3. Тепловой расчет парогенераторов водогрейных котлов. Основные расчетные характеристики
4. Основные определения. Назначение и классификация водогрейных котлов
5. Теоретический и действительный объем воздуха и продуктов сгорания. Коэффициент избытка воздуха
6. Конструкция котла. Назначение и требования к конструктивным элементам
7. Высшая и низшая теплота сгорания жидкого топлива. Способы определения
8. Классификация и сравнительный анализ видов топлива котельных установок
- Характеристики потерь тепла. Потери тепла с уходящими газами
9. Характеристики твердого топлива (зольность, влажность, виды масс топлива)

### ПК-2 (владеть)

10. КПД котельного агрегата. Прямой и обратный балансы
11. Горение топлива. Характеристики. Процесс горения топлива
12. Аэродинамические схемы топок. Характеристики топок. Назначение. Область применения
13. Характеристика жидкого топлива (вязкость, плотность, температура застывания, вспышка, воспламенение)
14. Классификация методов сжигания топлива
15. Характеристика газообразного топлива (токсичность, взрываемость)
16. Состав твердого топлива. Содержание и характеристика состава топлива. Температура горения топлива с учетом процентного содержания элементов
17. Высшая и низшая теплота сгорания твердого топлива. Способы определения
18. Характеристики потерь тепла. Потери тепла с физическим теплом шлака
19. Высшая и низшая теплота сгорания газообразного топлива. Способы определения
20. Конструкция топочных устройств. Достоинства и недостатки

## Типовые задания к контрольной работе

Задачи и контрольные вопросы к контрольной работе

Определить расчетный расход топлива, подаваемого в топочную камеру парового котельного агрегата. Данные для расчета берутся из табл. 1, 2 для каждого варианта данной задачи.

Вид топлива, объемы продуктов сгорания и воздуха определяются по последней цифре шифра.

Таблица 1

Исходные данные к задаче

Вариант (последняя цифра шифра)	Бассейн, месторождение топлива	Марка топлива	Низшая теплота сгорания, $Q_{i}^f$ , кДж/кг	Теоретический объем воздуха, $V_{в}^o$ , м <sup>3</sup> /кг	Теоретический объем газа, $V_{г}^o$ , м <sup>3</sup> /кг
0	Кузнецкий	Д	22860	6,01	6,58
1	"	Г	25250	6,56	7,08
2	"	ОС	27420	7,31	7,72
3	"	1СС	23570	6,23	6,70
4	"	Т	25120	6,95	7,37
5	"	Ж	18760	5,07	5,47
6	"	КЖ	19850	5,39	5,78
7	Аркагалинское	Д	19090	5,09	5,71
8	Минусинский	Д	20100	5,30	5,84
9	Черемховское	Д	17880	4,75	5,24

Таблица 2

Дополнительные исходные данные к задаче

Вариант (по предпоследней цифре шифра)	Паропроизводительность, $D_{пс}$ , кг/с	Давление перегретого пара, $P_{пс}$ , бар	Температура перегретого пара, $t_{пс}$ , °С	Температура питательной воды, $t_{пв}$ , °С	Температура уходящих газов, $\square_{г}$ , °С	Коэффициент избытка воздуха, $\square_{ух}$	Температура холодного воздуха, $t_{хв}$ , °С	Непрерывная продувка, $P$ , %	Температура дымовых газов перед пароперегревателем, $\square_{пс}$ , °С
0	10	40	440	140	120	1,49	30	3	900
1	11	39	430	145	130	1,49	30	3	890
2	12	40	440	150	140	1,49	30	3	910
3	19	39	450	140	130	1,33	30	3	890
4	20	40	430	145	140	1,33	30	3	900
5	21	39	440	150	120	1,33	30	3	910
6	58	100	520	190	120	1,33	30	3	980
7	59	110	510	200	130	1,33	30	3	990
8	60	100	520	210	140	1,33	30	3	1000
9	61	110	530	190	140	1,33	30	3	1030

## Вопросы к контрольной работе

### ОПК-2 (знать)

1. Схемы и принцип действия водотрубных котлов.
2. Факторы, влияющие на повышение температуры перегретого пара, и задачи регулирования температуры перегретого пара.
3. Условия, определяющие применение двухступенчатой схемы включения воздухоподогревателя.
4. Преимущества и недостатки Т-образной схемы компоновки.
5. Написать уравнение теплового баланса для поверхностей нагрева конвективных газоходов.

### ОПК-2 (уметь)

1. Схемы и принцип действия газотрубных котлов.
2. Как влияет повышение параметров пара на тепловую схему котельного агрегата?
3. Характеристики работы конвективных, ширмовых и радиационных пароперегревателей. Дать графическую зависимость и обоснование.
4. Преимущества и недостатки П-образной схемы компоновки.
5. Уравнение конвективного теплообмена, используемое для расчета поверхностей нагрева конвективных газоходов парогенератора.

### ОПК-2 (владеть)

1. Топочные устройства котлов, работающих на биотопливе.
2. Методы регулирования температуры перегретого пара. Схемы установки регулятора температуры перегретого пара и их влияние на надежность пароперегревателя.
3. Назначение водяного экономайзера и его значение в процессе генерации пара с повышением давления. Схемы и конструктивное выполнение водяных экономайзеров.
4. Преимущества и недостатки U-образной компоновки котлов.
5. Определение расчетных коэффициентов теплопередачи для поверхностей нагрева котельного агрегата.

### ПК-2 (знать)

1. Показать на схемах различие между котлоагрегатами с естественной циркуляцией, многократной принудительной циркуляцией и прямоточными.
2. Парообразующие поверхности в котлоагрегатах низкого, среднего и высокого давления. Чем вызывается различное конструктивное оформление парообразующих поверхностей нагрева?
3. Вторичный перегрев пара. Промежуточные пароперегреватели, их конструктивное выполнение. При каких условиях они являются целесообразными?
4. Условия, определяющие выбор схемы включения воздухоподогревателя: одноступенчатой, двухступенчатой «врассечку» экономайзера и двухступенчатой «вполукасечку» экономайзера.
5. Определение коэффициента теплоотдачи от газа к стенке для расчета различных поверхностей нагрева котельного агрегата.

### ПК-2 (уметь)

1. Системы прямоточных котлоагрегатов.
2. Устройства и схемы парового регулирования температуры перегретого пара.
3. Водяные экономайзеры кипящего и некипящего типа.
4. Преимущества и недостатки башенной компоновки котлоагрегата (с восходящим потоком газов и инвертной компоновкой).
5. Определение температурных напоров в конвективных поверхностях нагрева.

### ПК-2 (владеть)

1. Параметры пара и их влияние на распределение тепловосприятия в котлоагрегате.
2. Конструкции и схемы рекуперативных воздухоподогревателей, их преимущества и недостатки.

3. Устройства и схемы газового регулирования температуры перегретого пара.
4. Чем определяется профиль парогенератора малой, средней и большой мощности?
5. Учет лучистого теплообмена при расчете конвективных поверхностей нагрева.

## Тематика лабораторных работ

### Владеть (ОПК-2)

Лабораторная работа №1. Назначение, конструкция и работа элементов теплогенерирующей установки.

Лабораторная работа №2. Определение зольности твердого топлива.

Лабораторная работа №3. Определение влажности твердого топлива.

### Владеть (ПК-2)

Лабораторная работа №4. Определение летучих веществ.

Лабораторная работа №5. Определение влагосодержания газа

Лабораторная работа №6. Определение теплотворной способности газа

Лабораторная работа №7. Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции.

## Вопросы к лабораторным работам

### ОПК-2 (владеть)

1. Особенности парогенератора с многократной принудительной циркуляцией и обоснование наиболее целесообразной области его применения.
2. Конструкции и схемы регенеративных воздухоподогревателей. Их преимущества и основные недостатки.
3. Указать основные причины нарушения равномерного распределения пара по змеевикам пароперегревателя. Пути устранения температурной неравномерности по змеевикам пароперегревателя.
4. Дать основные схемы двухходовых компоновок котлоагрегатов.
5. Указать в общем виде основные уравнения, необходимые для расчета поверхности пароперегревателя.

### ПК-2 (владеть)

1. Рассмотреть основные положения, которые берутся за основу при выборе конструктивной схемы котлов-утилизаторов.
2. Радиационные пароперегреватели, их характеристика и конструктивное выполнение. Указать параметры пара, при которых их применение наиболее целесообразно.
3. Воздухоподогреватели с промежуточным теплоносителем. Их преимущества и недостатки. Конструктивное выполнение.
4. Дать основные схемы трехходовых компоновок котлоагрегатов и указать факторы, определяющие их выбор.
5. Указать в общем виде основные уравнения, необходимые для расчета поверхности экономайзера.

