

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
энергетики и систем управления  
Бурковский А.В.  
03. 2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**«Котельные установки и парогенераторы»**

**Направление подготовки** 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

**Профиль**

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 4 года и 6 м. / 4 года и 11 м.

**Форма обучения** очная / очно-заочная / заочная

**Год начала подготовки** 2024

Автор программы

 / В.И. Лукьяненко /

Заведующий кафедрой Тео-  
ретической и промышлен-  
ной теплоэнергетики

 / В.В. Портнов /

Руководитель ОПОП

 / С.В. Дахин /

Воронеж 2024

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

ознакомление с теоретическими основами процессов, происходящими в барабанных и прямоточных теплогенерирующих установках, конструкциями и принципами действия и их расчётами, с тепловыми схемами котельных установок, методами их расчёта и выбора основного и вспомогательного оборудования, вопросами охраны окружающей среды и экономии топливно-энергетических ресурсов.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

изучение особенностей технологических процессов, протекающих в топливном, пароводяном и газозвоздушном трактах котельных установок; изучение конструкций и принципа работы котельных агрегатов ТЭС и их вспомогательного оборудования; ознакомление с этапами и принципами проектирования котельного оборудования; изучение современных инженерных методик, положенных в основу расчета котельных установок ТЭС.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен проводить расчеты энергетического и теплотехнического оборудования по типовым методикам

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	<p>знать компоновку ТЭС, тепловую схему ТЭС, тепловую схему котельной, конструкцию котлоагрегатов, схемы компоновки котлов, схемы движения воды, методы сжигания топлива и топочные устройства, приготовление топлива и меры безопасности, материальный и тепловой баланс, элементы котлов. Обмуровочные материалы и их применение; определение тепловой нагрузки на котельную, обоснование строительства котельной, методы выбора и расчёта схемы котельной, основное и вспомогательное оборудование котельной, методы защиты окружающей среды.</p> <p>уметь выбирать необходимую эффективную конструкцию котлоагрегата и вспомогательных устройств в зависимости от применяемого вида топлива и заданных выходных параметров и производить их конструктивный и поверочный расчёт, выбирать необходимую схему котельной для покрытия необходимой нагрузки на котельную, осуществлять расчёт тепловой схемы котельной и выбирать основное и</p>

	вспомогательное оборудование с учётом методов защиты окружающей среды.
	<p>владеть</p> <p>необходимыми навыками выбирать эффективную конструкцию котлоагрегата и вспомогательных устройств в зависимости от применяемого вида топлива и заданных выходных параметров котлоагрегата и производить их конструктивный и поверочный расчёт, выбирать необходимую тепловую схему котельной для покрытия тепловой нагрузки на объект теплоснабжения, осуществлять расчёт тепловой схемы котельной и выбирать основное и вспомогательное оборудование с учётом методов защиты окружающей среды.</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Котельные установки и парогенераторы» составляет 7 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	90	36	54
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	-	18
<b>Самостоятельная работа</b>	126	72	54
<b>Курсовой проект</b>	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	252	108	144
зач.ед.	7	3	4

**очно-заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	80	32	48
В том числе:			
Лекции	32	16	16
Практические занятия (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	-	16
<b>Самостоятельная работа</b>	136	112	24
<b>Курсовой проект</b>	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+

Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	252 7	144 4	108 3
--	----------	----------	----------

### заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	26	8	18
В том числе:			
Лекции	10	4	6
Практические занятия (ПЗ)	8	2	6
Лабораторные работы (ЛР)	8	2	6
<b>Самостоятельная работа</b>	213	132	81
<b>Курсовой проект</b>	+		+
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - эк-замен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	252 7	144 4	108 3

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Схемы ТЭС и котельной, основные элементы котлов, топливо и основы горения. Требования к питательной воде котла.	Состояние и развитие котельных установок в России и за рубежом. Особенности топливной базы промышленных котлов. Общая схема, рабочие вещества и основные элементы современных котлов. Характеристика основных процессов Топливо. Значение топлива и особенности его использования на промышленных предприятиях. Классификация топлив. Классификация твердых, жидких и газообразных топлив. Теплота сгорания топлива и методы её определения. Приведённые характеристики топлива. Теплотехническая характеристика твердых, жидких и газообразных топлив. Низшая рабочая и располагаемая теплота сгорания. Вода и водоподготовка. Вода, как исходное технологическое сырьё, теплоноситель и охлаждающая среда котла. Технологические показатели качества сырой воды. Требования к расчёту питательной воды котла. Методы обработки питьевой воды. Удаление из воды грубодисперсных коллоидных примесей. Умягчение из воды коррозионно-активных газов. Защита от коррозии теплосилового оборудования. Характеристика питательной воды.	6	6	4	20	36
2	Материальный и тепловой баланс. Сжигание топлива и топочные	Материальный баланс процесса горения. Общее представление о процессе горения. Основные стехиометрические уравнения	6	6	4	20	36

	<p>устройства. Организация рабочих процессов в элементах котлоагрегата. Организационно-технологическая часть котлоагрегата.</p>	<p>полного и неполного горения. Определение расхода кислорода, воздуха и выхода продуктов сгорания при переменных концентрациях кислорода в дутье. Теоретическое и действительное количество кислорода и воздуха, необходимое для горения. Коэффициент избытка воздуха. Состав и объём продуктов сгорания. Определение избытка воздуха по составу дымовых газов. Расчёт продуктов горения для смесей топлива. Теплоёмкость и энтальпия воздуха, топлива и продуктов сгорания. H-t –диаграмма. Схема материальных балансов рабочих веществ в котле. Теплофизические свойства веществ. Тепловой баланс парогенератора. Понятие о тепловом балансе. Уравнение теплового баланса и определение величин, входящих в него. Определение КПД котла. Изменение КПД котла при переменных нагрузках. Понятие об эксергетическом балансе и КПД. Основные пути повышения КПД. Основные термины и определения. Гидродинамика воды, пара и пароводяной смеси в элементах котла. Условия надёжной работы поверхностей нагрева. Общее уравнение движения паровой смеси. Принципиальные схемы испарительных систем с естественной циркуляцией и принудительным движением рабочего вещества. Анализ гидродинамики пароводяной системы при естественной циркуляции. Общая схема расчёта циркуляции. Пароперегреватели. Классификация и конструктивное исполнение пароперегревателей. Методы регулирования температуры пара. Арматура пароперегревателей, их конструктивное оформление. Основные термины и понятия. Назначение пароперегревателей. Водяные экономайзеры, воздухоподогреватели. Назначение водяных экономайзеров, воздухо- и газоподогревателей. Последовательность включения. Техничко-экономические пределы подогрева воды, воздуха и газа. Влияние подогрева воздуха и газа на КПД котлов. Конструктивные схемы экономайзеров. Основные конструктивные схемы воздухоподогревателей. Регенеративные воздухоподогреватели, особенности их расчёта. Коррозия хвостовых поверхностей нагрева и борьба с ней. Основные термины и понятия. Расположение экономайзеров и воздухоподогревателей в газовом тракте.</p>					
3	<p>Материалы. Вспомогательное оборудование и эксплуатация котлов</p>	<p>Котельные стали и расчёт на прочность элементов котла. Влияние условий изготовления и работы на прочность элементов. Характеристика прочности стали. Стали, применяемые в котле. Критерии прочности. Допускаемые напряжения и методика расчёта на прочность элементов котла. Основные термины и понятия. Условия работы металла. Каркас и обмуровка котла. Назначение и основные типы каркасов. Фундаменты. Основные обмуровочные и изоляционные материалы, типы обмуровок. Тепловой расчёт обмуровки. Трубопроводы, арматура, обдувочные устройства и гарнитура котлов. Арматура котлов. Характеристики трубопроводов. Основные схемы присоеди-</p>	6	6	4	20	36

		нения котлов к трубопроводам. Обдувочные устройства, обдувка паровая, воздушная водяная. Котельная гарнитура Основные термины и понятия. Обслуживание и система управления. КПД и автоматизация котлов. Правила надзора и ремонт. Очистка дымовых газов от летучей золы, оксидов серы и азота. Золоудаление. Технико-экономические показатели. Работы котлов. Вопросы охраны окружающей среды при работе котельных установок. Основные термины и определения. Предельно допустимые концентрации вредных веществ.					
4	Тепловая схема котельной установки. Последовательность и технико-экономическая эффективность технологической взаимосвязи основного и вспомогательного оборудования котельной.	Определение тепловых нагрузок, выбор единичной мощности и числа котлоагрегатов. Расчёт тепловых нагрузок и обоснование расширения или строительства котельной.	6	6	2	22	36
5	Расчёт тепловых схем котельных. Выбор основного и вспомогательного оборудования котельно.	Расчёт тепловых схем котельных с паровыми, водогрейными и паровыми, и водогрейными котлоагрегатами. Выбор теплоподготовительного оборудования и расчёт трубопроводов. Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования котельной.	6	6	2	22	36
6	Защита окружающей среды.	Расчёт рассеивания вредных примесей, выбор высоты и диаметра устья дымовой трубы. Сточные воды котельной. Устройства для очистки сточных вод от нефтепродуктов. Устройства для очистки обмывочных вод поверхностей нагрева и сточных вод водоподготовительных установок.	6	6	2	22	36
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>126</b>	<b>216</b>

### очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Схемы ТЭС и котельной, основные элементы котлов, топливо и основы горения. Требования к питательной воде котла.	Состояние и развитие котельных установок в России и за рубежом. Особенности топливной базы промышленных котлов. Общая схема, рабочие вещества и основные элементы современных котлов. Характеристика основных процессовой Топливо. Значение топлива и особенности его использования на промышленных предприятиях. Классификация топлив. Классификация твёрдых, жидких и газообразных топлив. Теплота сгорания топлива и методы её определения. Приведённые характеристики топлива. Теплотехническая характеристика твердых, жидких и газообразных топлив. Низшая рабочая и располагаемая теплота сгорания. Вода и водоподготовка. Вода, как исходное технологическое сырьё, теплоноситель и охлаждающая среда котла. Технологические показатели качества сырой воды. Требования к расчёту питательной воды котла. Методы обработки питьевой воды. Удаление из воды грубодисперсных коллоидных примесей. Умягчение из воды коррозионно-активных газов. Защита от коррозии теплосилового оборудования. Характеристика питательной воды.	6	4	4	22	36
2	Материальный и тепловой баланс. Сжигание топлива и топочные	Материальный баланс процесса горения. Общее представление о процессе горения. Основные стехиометрические уравнения	6	4	4	22	36

	<p>устройства. Организация рабочих процессов в элементах котлоагрегата. Организационно-технологическая часть котлоагрегата.</p>	<p>полного и неполного горения. Определение расхода кислорода, воздуха и выхода продуктов сгорания при переменных концентрациях кислорода в дутье. Теоретическое и действительное количество кислорода и воздуха, необходимое для горения. Коэффициент избытка воздуха. Состав и объём продуктов сгорания. Определение избытка воздуха по составу дымовых газов. Расчёт продуктов горения для смесей топлива. Теплоёмкость и энтальпия воздуха, топлива и продуктов сгорания. H-t –диаграмма. Схема материальных балансов рабочих веществ в котле. Теплофизические свойства веществ. Тепловой баланс парогенератора. Понятие о тепловом балансе. Уравнение теплового баланса и определение величин, входящих в него. Определение КПД котла. Изменение КПД котла при переменных нагрузках. Понятие об эксергетическом балансе и КПД. Основные пути повышения КПД. Основные термины и определения. Гидродинамика воды, пара и пароводяной смеси в элементах котла. Условия надёжной работы поверхностей нагрева. Общее уравнение движения паровой смеси. Принципиальные схемы испарительных систем с естественной циркуляцией и принудительным движением рабочего вещества. Анализ гидродинамики пароводяной системы при естественной циркуляции. Общая схема расчёта циркуляции. Пароперегреватели. Классификация и конструктивное исполнение пароперегревателей. Методы регулирования температуры пара. Арматура пароперегревателей, их конструктивное оформление. Основные термины и понятия. Назначение пароперегревателей. Водяные экономайзеры, воздухоподогреватели. Назначение водяных экономайзеров, воздухо- и газоподогревателей. Последовательность включения. Техничко-экономические пределы подогрева воды, воздуха и газа. Влияние подогрева воздуха и газа на КПД котлов. Конструктивные схемы экономайзеров. Основные конструктивные схемы воздухоподогревателей. Регенеративные воздухонагреватели, особенности их расчёта. Коррозия хвостовых поверхностей нагрева и борьба с ней. Основные термины и понятия. Расположение экономайзеров и воздухоподогревателей в газовом тракте.</p>					
3	<p>Материалы. Вспомогательное оборудование и эксплуатация котлов</p>	<p>Котельные стали и расчёт на прочность элементов котла. Влияние условий изготовления и работы на прочность элементов. Характеристика прочности стали. Стали, применяемые в котле. Критерии прочности. Допускаемые напряжения и методика расчёта на прочность элементов котла. Основные термины и понятия. Условия работы металла. Каркас и обмуровка котла. Назначение и основные типы каркасов. Фундаменты. Основные обмуровочные и изоляционные материалы, типы обмуровок. Тепловой расчёт обмуровки. Трубопроводы, арматура, обдувочные устройства и гарнитура котлов. Арматура котлов. Характеристики трубопроводов. Основные схемы присоеди-</p>	6	6	2	22	36

		нения котлов к трубопроводам. Обдувочные устройства, обдувка паровая, воздушная водяная. Котельная гарнитура Основные термины и понятия. Обслуживание и система управления. КПД и автоматизация котлов. Правила надзора и ремонт. Очистка дымовых газов от летучей золы, оксидов серы и азота. Золоудаление. Техничко-экономические показатели. Работы котлов. Вопросы охраны окружающей среды при работе котельных установок. Основные термины и определения. Предельно допустимые концентрации вредных веществ.					
4	Тепловая схема котельной установки. Последовательность и технико-экономическая эффективность технологической взаимосвязи основного и вспомогательного оборудования котельной.	Определение тепловых нагрузок, выбор единичной мощности и числа котлоагрегатов. Расчёт тепловых нагрузок и обоснование расширения или строительства котельной.	6	6	2	22	36
5	Расчёт тепловых схем котельных. Выбор основного и вспомогательного оборудования котельно.	Расчёт тепловых схем котельных с паровыми, водогрейными и паровыми, и водогрейными котлоагрегатами. Выбор теплоподготовительного оборудования и расчёт трубопроводов. Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования котельной.	4	6	2	24	36
6	Защита окружающей среды.	Расчёт рассеивания вредных примесей, выбор высоты и диаметра устья дымовой трубы. Сточные воды котельной. Устройства для очистки сточных вод от нефтепродуктов. Устройства для очистки обмывочных вод поверхностей нагрева и сточных вод водоподготовительных установок.	4	6	2	24	36
<b>Итого</b>			<b>32</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>136</b>	<b>216</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Схемы ТЭС и котельной, основные элементы котлов, топливо и основы горения. Требования к питательной воде котла.	Состояние и развитие котельных установок в России и за рубежом. Особенности топливной базы промышленных котлов. Общая схема, рабочие вещества и основные элементы современных котлов. Характеристика основных процессовой Топливо. Значение топлива и особенности его использования на промышленных предприятиях. Классификация топлив. Классификация твёрдых, жидких и газообразных топлив. Теплота сгорания топлива и методы её определения. Приведённые характеристики топлива. Теплотехническая характеристика твердых, жидких и газообразных топлив. Низшая рабочая и располагаемая теплота сгорания. Вода и водоподготовка. Вода, как исходное технологическое сырьё, теплоноситель и охлаждающая среда котла. Технологические показатели качества сырой воды. Требования к расчёту питательной воды котла. Методы обработки питьевой воды. Удаление из воды грубодисперсных коллоидных примесей. Умягчение из воды коррозионно-активных газов. Защита от коррозии теплосилового оборудования. Характеристика питательной воды.	2	-	2	34	38
2	Материальный и тепловой баланс. Сжигание топлива и топочные	Материальный баланс процесса горения. Общее представление о процессе горения. Основные стехиометрические уравнения	2	-	2	36	40



	устройства. Организация рабочих процессов в элементах котлоагрегата. Организа- котлоагрегата.	<p>полного и неполного горения. Определение расхода кислорода, воздуха и выхода продуктов сгорания при переменных концентрациях кислорода в дутье. Теоретическое и действительное количество кислорода и воздуха, необходимое для горения. Коэффициент избытка воздуха. Состав и объём продуктов сгорания. Определение избытка воздуха по составу дымовых газов. Расчёт продуктов горения для смесей топлива. Теплоёмкость и энтальпия воздуха, топлива и продуктов сгорания. H-t –диаграмма. Схема материальных балансов рабочих веществ в котле. Теплофизические свойства веществ. Тепловой баланс парогенератора. Понятие о тепловом балансе. Уравнение теплового баланса и определение величин, входящих в него. Определение КПД котла. Изменение КПД котла при переменных нагрузках. Понятие об эксергетическом балансе и КПД. Основные пути повышения КПД. Основные термины и определения. Гидродинамика воды, пара и пароводяной смеси в элементах котла. Условия надёжной работы поверхностей нагрева. Общее уравнение движения паровой смеси. Принципиальные схемы испарительных систем с естественной циркуляцией и принудительным движением рабочего вещества. Анализ гидродинамики пароводяной системы при естественной циркуляции. Общая схема расчёта циркуляции. Пароперегреватели. Классификация и конструктивное исполнение пароперегревателей. Методы регулирования температуры пара. Арматура пароперегревателей, их конструктивное оформление. Основные термины и понятия. Назначение пароперегревателей. Водяные экономайзеры, воздухоподогреватели. Назначение водяных экономайзеров, воздухо- и газоподогревателей. Последовательность включения. Техничко-экономические пределы подогрева воды, воздуха и газа. Влияние подогрева воздуха и газа на КПД котлов. Конструктивные схемы экономайзеров. Основные конструктивные схемы воздухоподогревателей. Регенеративные воздухонагреватели, особенности их расчёта. Коррозия хвостовых поверхностей нагрева и борьба с ней. Основные термины и понятия. Расположение экономайзеров и воздухоподогревателей в газовом тракте.</p>					
3	Материалы. Вспомогательное оборудование и эксплуатация котлов	<p>Котельные стали и расчёт на прочность элементов котла. Влияние условий изготовления и работы на прочность элементов. Характеристика прочности стали. Стали, применяемые в котле. Критерии прочности. Допускаемые напряжения и методика расчёта на прочность элементов котла. Основные термины и понятия. Условия работы металла. Каркас и обмуровка котла. Назначение и основные типы каркасов. Фундаменты. Основные обмуровочные и изоляционные материалы, типы обмуровок. Тепловой расчёт обмуровки. Трубопроводы, арматура, обдувочные устройства и гарнитура котлов. Арматура котлов. Характеристики трубопроводов. Основные схемы присоеди-</p>	2	2	2	36	42

		нения котлов к трубопроводам. Обдувочные устройства, обдувка паровая, воздушная водяная. Котельная гарнитура Основные термины и понятия. Обслуживание и система управления. КПД и автоматизация котлов. Правила надзора и ремонт. Очистка дымовых газов от летучей золы, оксидов серы и азота. Золоудаление. Технико-экономические показатели. Работы котлов. Вопросы охраны окружающей среды при работе котельных установок. Основные термины и определения. Предельно допустимые концентрации вредных веществ.					
4	Тепловая схема котельной установки. Последовательность и технико-экономическая эффективность технологической взаимосвязи основного и вспомогательного оборудования котельной.	Определение тепловых нагрузок, выбор единичной мощности и числа котлоагрегатов. Расчёт тепловых нагрузок и обоснование расширения или строительства котельной.	2	2	2	36	42
5	Расчёт тепловых схем котельных. Выбор основного и вспомогательного оборудования котельно.	Расчёт тепловых схем котельных с паровыми, водогрейными и паровыми, и водогрейными котлоагрегатами. Выбор теплоподготовительного оборудования и расчёт трубопроводов. Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования котельной.	2	2	-	36	40
6	Защита окружающей среды.	Расчёт рассеивания вредных примесей, выбор высоты и диаметра устья дымовой трубы. Сточные воды котельной. Устройства для очистки сточных вод от нефтепродуктов. Устройства для очистки обмывочных вод поверхностей нагрева и сточных вод водоподготовительных установок.	-	2	-	35	37
<b>Итого</b>			<b>10</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>213</b>	<b>239</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

- 1) Организация рабочих процессов в котлоагрегатах.
- 2) Определение угловых коэффициентов поверхностей излучения плоскости и ряда труб в топке котлоагрегата.
- 3) Конструкции котлов и их основных элементов.
- 4) Исследование аэродинамики и теплообмена воздухотрубного котла на воздушной модели.
- 5) Изучение влияния неравномерности тепловосприятости и динамических возмущений на устойчивость работы циркуляционного контура.
- 6) Материалы. Вспомогательное оборудование и эксплуатация котлов.
- 7) Теплотехнические и аэродинамические испытания водогрейного котла

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 6 семестре для очной формы обучения, в 7 семестре для очно-заочной формы обучения, в 7 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Реконструкция котлоагрегата»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Определение основных теплофизических характеристик топлив, воды и водяного пара.
    - Материальный баланс котлоагрегата.
    - Расчёт процесса горения.
    - Тепловой баланс и расход топлива.
    - Расчёт теплообмена в топке и фестоне.
    - Расчёт конвективных поверхностей нагрева.
    - Расчёт газо-воздушного тракта. Выбор дымососа, вентилятора и высоты дымовой трубы.
      - Расчет золового износа и низкотемпературной коррозии.
      - Расчет питательных устройств и теплообменных аппаратов
- Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	знать компоновку ТЭС, тепловую схему ТЭС, тепловую схему котельной, конструкцию котлоагрегатов, схемы компоновки котлов, схемы движения воды, методы сжигания топлива и топочные устройства, приготовление топлива и меры безопасности, материальный и тепловой баланс, элементы котлов. Обмуровочные материалы и их применение; определение тепловой нагрузки на котельную, обоснование	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	<p>строительства котельной, методы выбора и расчёта схемы котельной, основное и вспомогательное оборудование котельной, методы защиты окружающей среды.</p>			
	<p>уметь выбирать необходимую эффективную конструкцию котлоагрегата и вспомогательных устройств в зависимости от применяемого вида топлива и заданных выходных параметров и производить их конструктивный и поверочный расчёт, выбирать необходимую схему котельной для покрытия необходимой нагрузки на котельную, осуществлять расчёт тепловой схемы котельной и выбирать основное и вспомогательное оборудование с учётом методов защиты окружающей среды.</p>	<p>Решение стандартных практических задач</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p>владеть необходимыми навыками выбирать эффективную конструкцию котлоагрегата и вспомогательных устройств в зависимости от применяемого вида топлива и заданных выходных параметров котлоагрегата и производить их конструктивный и поверочный расчёт, выбирать необходимую тепловую схему котельной для покрытия тепловой нагрузки на объект теплоснабжения, осуществлять расчёт тепловой схемы котельной и выбирать основное и вспомогательное оборудо-</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

	вание с учётом методов защиты окружающей среды.			
--	---	--	--	--

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семестре для очной формы обучения, 6, 7 семестре для очно-заочной формы обучения, 6, 7 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-3	знать компоновку ТЭС, тепловую схему ТЭС, тепловую схему котельной, конструкцию котлоагрегатов, схемы компоновки котлов, схемы движения воды, методы сжигания топлива и топочные устройства, приготовление топлива и меры безопасности, материальный и тепловой баланс, элементы котлов. Обмуровочные материалы и их применение; определение тепловой нагрузки на котельную, обоснование строительства котельной, методы выбора и расчёта схемы котельной, основное и вспомогательное оборудование котельной, методы защиты окружающей среды.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выбирать необходимую эффективную кон-	Решение нестандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	<p>струкцию котлоагрегата и вспомогательных устройств в зависимости от применяемого вида топлива и заданных выходных параметров и производить их конструктивный и поверочный расчёт, выбирать необходимую схему котельной для покрытия необходимой нагрузки на котельную, осуществлять расчёт тепловой схемы котельной и выбирать основное и вспомогательное оборудование с учётом методов защиты окружающей среды.</p>		<p>верные ответы</p>	<p>верный ответ во всех задачах</p>		
<p>владеть необходимыми навыками выбирать эффективную конструкцию котлоагрегата и вспомогательных устройств в зависимости от применяемого вида топлива и заданных выходных параметров котлоагрегата и производить их конструктивный и поверочный расчёт, выбирать необходимую тепловую схему котельной для покрытия тепловой нагрузки на объект теплоснабжения, осуществлять расчёт тепловой схемы котельной и выбирать основное и вспомогательное оборудование с учётом методов</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>		<p>Задачи не решены</p>

защиты окружа- ющей среды.					
-------------------------------	--	--	--	--	--

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

#### Аттестационная карта № 1

1 Какие химические элементы являются горючими в топливе?

- a) C, O, N
- b) C, S, N
- c) C, H, S
- d) Нет таких элементов

2 Какая из причин не влияет на появление химического недожега?

- a) Плохое смесеобразование
- b) Общий недостаток воздуха
- c) Большие размеры топки
- d) Низкая температура в топке

3 Какие реакции стремятся максимально развивать при осуществлении топочного процесса?

- a) Восстановления
- b) Окисления
- c) Горения
- d) Все эти реакции

4 К чему приведет увеличение зольности топлива?

- a) Увеличение К. П. Д
- b) Уменьшение К. П. Д.
- c) Улучшение теплообмена
- d) Ни на что не повлияет

5 Содержанием каких веществ в продуктах сгорания определяется химический недожег?

- a) CO, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>
- b) CO, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>
- c) CO, O<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>
- d) CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

#### Аттестационная карта № 2

1 К чему приведет большая влажность топлива?

- a) Увеличение теплоты сгорания
- b) Уменьшение расхода топлива
- c) Уменьшение теплоты сгорания
- d) Ни на что не повлияет

2 От чего зависит потеря тепла с провалом топлива?

- a) Конструкция колосниковой решетки
- b) Плохое смесеобразование
- c) Низкая температура в топке

d) Недостаток воздуха

3 Какие основные показатели топочного устройства?

a) Потери с химическим недожегом

b) Потери с механическим недожегом

c) Тепловая производительность

d) Все перечисленные

4 Какие реакции стремятся развивать при газификации топлива?

a) Восстановления

b) Окисления

c) Горения

d) Все эти реакции

5 Какое вещество используют при горении в качестве окислителя?

a) Водород

b) Сера

c) Кислород

d) Азот

Аттестационная карта № 3

1 С чем связана потеря тепла с уносом?

a) Вынос из топки капель влаги

b) Вынос из топки несгоревших частиц топлива

c) Выход летучих веществ

d) Качество сжигаемого топлива

2 Что используется в качестве жидкого теплоносителя для котлов АЭС?

a) Обычная вода

b) Тяжелая вода

c) Жидкие металлы

d) Все перечисленное

3 Как снизить потери тепла от химической неполноты сгорания топлива?

a) Увеличить температуру в топке

b) Уменьшить температуру в топке

c) Уменьшить размеры топки

d) Уменьшить подачу окислителя

4 Как называется энергия необходимая для разрушения внутримолекулярных связей исходных веществ?

a) Внутренняя

b) Разрушения

c) Активации

d) Внешняя

5 Содержанием каких веществ в продуктах сгорания определяется химический недожег топлива?

a) CO, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>

b) H<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>

c) CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CO



d)  $H_2$ , CO,  $N_2$

#### Аттестационная карта № 4

1 Что используется в качестве газового теплоносителя в котлах АЭС?

- a) Диоксид углерода
- b) Оксид углерода
- c) Оксид азота
- d) Все перечисленное

2 Как называется температура, начиная с которой система способна к самоускорению?

- a) Горения
- b) Воспламенения
- c) Кипения
- d) Толчка

3 Что является основной испарительной поверхностью нагрева в котле?

- a) Пароперегреватель
- b) Экраны
- c) Экономайзер
- d) Топка

4 Чему равен коэффициент избытка воздуха для диффузионной области?

- a) Единица
- b) Ноль
- c) Больше единицы
- d) Меньше единицы

5 Как происходит сжигание газа при отдельной подаче в топку газа и воздуха?

- a) В коротком факеле
- b) В длинном факеле
- c) Бесфакельное сжигание
- d) В суженном факеле

#### Аттестационная карта № 5

1 Какие бывают виды пароперегревателей?

- a) Конвективные
- b) Радиационные
- c) Полурadiационные
- d) Все перечисленные

2 Горение какой горючей смеси является гомогенной реакцией?

- a) 1 Твердое топливо и воздух
- b) 2 Газовое топливо и воздух
- c) 3 Твердое топливо и азот
- d) 4 Газовое топливо и азот

3 Как происходит сжигание газа при отдельной подаче в топку газа и воздуха?

- a) В коротком факеле
- b) В длинном факеле
- c) Бесфакельное сжигание
- d) В суженном факеле

4 Как изменяется температура перегрева пара с увеличением нагрузки радиационного пароперегревателя?

- a) Плавно возрастает
- b) Резко возрастает
- c) Снижается
- d) Не изменяется

5 Что происходит с температурой в зоне кислнения?

- a) Медленно увеличивается
- b) Уменьшается
- c) Остается неизменной
- d) Резко увеличивается

Аттестационная карта № 6

1 Горение какой горючей смеси является гетерогенной реакцией?

- a) Твердое топливо и воздух
- b) Газовое топливо и азот
- c) Газовое топливо и воздух
- d) Твердое топливо и азот

2 Как получить коротко-факельное сжигание газа?

- a) Уменьшить скорости потоков
- b) Раздробить потоки на отдельные струи
- c) Установить расширяющие устройства
- d) Подавать потоки параллельно

3 Как изменится температура перегрева пара с увеличением нагрузки конвективного пароперегревателя?

- a) Возрастает
- b) Плавно снижается
- c) Резко снижается
- d) Не изменится

4 Что происходит при переходе от длинно-факельного сжигания к коротко-факельному?

- a) Значительно уменьшается полнота сгорания
- b) Значительно увеличивается полнота сгорания
- c) Полнота сгорания не изменяется
- d) Незначительно уменьшается полнота сгорания

5 Какое используется давление для горелок низкого давления?

- a) до 2 кПа
- b) 2 – 7 кПа
- c) до 0,6 МПа
- d) выше 0,6 МПа

Аттестационная карта № 7

1 Как изменится температура перегрева пара при снижении температуры

- a) Возрастает
- b) Плавно снижается
- c) Резко снижается питательной воды в барабанных котлах?
- d) Не изменится

2 Что происходит с температурой в зоне восстановления?

- a) Медленно увеличивается
- b) Резко увеличивается
- c) Уменьшается
- d) Остается неизменной

3 Какой размер частиц имеют грубодисперсные примеси, находящиеся в природной воде?

- a) 1 больше 100 мкм
- b) 2 10 – 100 мкм
- c) 3 1 – 10 мкм
- d) 4 меньше 1 мкм

4 Какое используется давление для горелок среднего давления?

- a) до 2 кПа
- b) 2 – 7 кПа
- c) до 0,6 МПа
- d) 4 выше 0,6 МПа

5 На котлы какого давления устанавливают некипящие экономайзеры?

- a) Высокого давления
- b) Среднего давления
- c) Низкого давления
- d) Любого давления

Аттестационная карта № 8

1 Как изменится температура перегрева пара при снижении температуры питательной воды в

- a) Снижается
- b) Плавно увеличивается прямоточных котлах?
- c) Резко увеличивается
- d) Не изменится

2 Какой метод обработки воды используют для ее умягчения?

- a) Фильтрование
- b) Осаждение
- c) Отстаивание
- d) Термическая обработка

3 Какое используется давление для горелок высокого давления?

- a) до 2 кПа
- b) 2 – 7 кПа
- c) до 0,6 МПа

d) выше 0,6 МПа

4 На котлы какого давления устанавливают кипящие экономайзеры?

a) Высокого давления

b) Среднего давления

c) Низкого давления

d) Любого давления

5 Что в водотрубных котельных установках движется внутри змеевиков?

a) Продукты сгорания

b) Пароводяная смесь

c) Пар

d) Вода

Аттестационная карта № 9

1 Какой метод обработки воды используют для ее обессоливания

a) Фильтрование

b) Осаждение обессоливания?

c) Отстаивание

d) Химическая обработка

2 Для чего используется экономайзер?

a) Для подогрева воздуха

b) Для подогрева питательной воды

c) Для подогрева топлива

d) Для охлаждения продуктов сгорания

3 Какое устройство служит для удаления растворенных газов из питательной воды для паровых котлов?

a) Экономайзер

b) Конденсатор

c) Деаэратор

d) Барабан

4 Что в водотрубных котельных установках движется снаружи змеевиков?

a) Продукты сгорания

b) Пароводяная смесь

c) Пар

d) Вода

5 Целью какого расчета котла является определение площадей поверхностей нагрева элементов котла при заданных паропроизводительности, параметрах пара и характеристиках топлива?

a) Предварительного

b) Поверочного

c) Конструктивного

d) Оптимизационного

Аттестационная карта № 10

1 Какой метод обработки воды используют для удаления грубодисперсных примесей?

- a) Химическая обработка
- b) Термическая деаэрация газов
- c) Коагуляция
- d) Термическая обработка

2 Какой из способов не используется для очистки газа от пыли?

- a) Сухая механическая очистка
- b) Химическая очистка
- c) Мокрая очистка
- d) Электрическая очистка

3 Целью какого расчета котла является определение тепловосприятости каждого элемента котла, температурного напора и коэффициента теплопередачи по заданным температурам продуктов сгорания и обогреваемой среды?

- a) Предварительного
- b) Поверочного
- c) Конструктивного
- d) Оптимизационного

4 Для чего производится непрерывная продувка парогенератора?

- a) Удаление воды
- b) Удаление пара
- c) Удаление солей
- d) Удаление воздуха

5 Какое вещество наиболее токсично для организма человека?

- a) Пыль
- b) CO
- c) HS
- d) NO

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

#### **Аттестационная карта № 10**

1 Какой метод обработки воды используют для удаления грубодисперсных примесей?

- a) Химическая обработка
- b) Термическая деаэрация газов
- c) Коагуляция
- d) Термическая обработка

2 Какой из способов не используется для очистки газа от пыли?

- a) Сухая механическая очистка
- b) Химическая очистка
- c) Мокрая очистка
- d) Электрическая очистка

3 Целью какого расчета котла является определение тепловосприятая каждого элемента котла, температурного напора и коэффициента теплопередачи по заданным температурам продуктов сгорания и обогреваемой среды?

- a) Предварительного
- b) Поверочного
- c) Конструктивного
- d) Оптимизационного

4 Для чего производится непрерывная продувка

- a) Удаление воды
- b) Удаление пара парогенератора?
- c) Удаление солей
- d) Удаление воздуха

5 Какое вещество наиболее токсично для организма человека?

- a) Пыль
- b) CO
- c) HS
- d) NO

#### Аттестационная карта № 11

1 Как называется металлическая конструкция котла, воспринимающая массы элементов котла и передающая их на фундамент?

- a) Обмуровка
- b) Каркас
- c) Арматура
- d) Тракт

2 Для чего производится периодическая продувка парогенератора?

- a) Удаление воды
- b) Удаление пара
- c) Удаление солей
- d) Удаление шлака

3 Какое вещество наименее токсично для организма человека?

- a) Пыль
- b) CO
- c) HS
- d) NO

4 Какие существуют типы обмуровки в зависимости от их конструкции?

- a) Стеновая
- b) Легкая
- c) Облегченная
- d) Все перечисленные

5 Откуда, в основном, поступают в пар загрязняющие примеси?

- a) Из топлива
- b) Из дымовых газов
- c) Из воздуха

d) Из питательной воды

### Аттестационная карта № 12

1 Какой критерий подобия является безразмерным коэффициентом теплоотдачи?

- a) Нуссельта
- b) Рейнольдса
- c) Прандтля
- d) Грасгофа

2 Как движется пароводяная смесь в подъемной трубе при опрокидывании циркуляции?

- a) Быстро вверх
- b) Медленно вверх
- c) Вниз
- d) Не движется

3 Какое устройство служит для отделения пара от воды?

- a) Экономайзер
- b) Конденсатор
- c) Деаэратор
- d) Сепаратор

4 В каком термодинамическом процессе происходит парообразование в котельной установке?

- a) В изотермическом
- b) В адиабатном
- c) В изохорном
- d) В изобарном

5 Какую очистку применяют для удаления загрязнений с экранных поверхностей нагрева котла?

- a) Паровая обдувка
- b) Пароводяная обдувка
- c) Вибрационная очистка
- d) Все перечисленные

### Аттестационная карта № 13

1 Какая схема включения пароперегревателя является оптимальной?

- a) Смешанная
- b) Противоточная
- c) Прямоточная
- d) Обратная

2 Какую размерность имеет коэффициент теплоотдачи?

- a)  $Вт/(м \cdot К)$
- b)  $Вт/(кг \cdot К)$
- c)  $Вт/(м^2 \cdot К)$
- d)  $Вт/(м^3 \cdot К)$

3 За счет какого динамического воздействия производится паровая обдувка?

- a) Струй воды
- b) Струй пара
- c) Струй пароводяной смеси
- d) Струй воздуха

4 Основное назначение обмуровки котельного агрегата?

- a) Устойчивость к коррозии
- b) Шумопоглощение
- c) Тепловая и гидроизоляция
- d) Виброизоляция

5 Чему равна теплота сгорания условного топлива?

- a) 7000 кДж/кг
- b) 7000 кДж/м<sup>3</sup>
- c) 293000 кДж/кг
- d) 293000 кДж/м<sup>3</sup>

#### Аттестационная карта № 14

1 Что служит рабочим агентом обдувочного аппарата при пароводяной обдувке?

- a) Пар
- b) Воздух
- c) Питательная вода
- d) Все перечисленны

2 Какое устройство обеспечивает предотвращение последствий внезапного повышения давления в топке и газоходах?

- a) Задвижка
- b) Лазовый затвор
- c) Взрывной клапан
- d) Гидрозатвор

3 От чего зависит теплота сгорания топлива?

- a) От состава топлив
- b) От состава окисли
- c) От расхода окисли
- d) От температуры окислителя

4 Для сжигания какого топлива используются слоевые топки?

- a) Газообразного
- b) Жидкого
- c) Твердого пылевидного
- d) Твердого кускового

5 Какое устройство служит для удаления в атмосферу продуктов сгорания?

- a) Экономайзер
- b) Дымосос
- c) Сепаратор
- d) Деаэратор



### Аттестационная карта № 15

- 1 Какая схема движения теплоносителей обеспечивает максимальное значение температурного напора?
  - a) Прямоток
  - b) Противоток
  - c) Перекрестный ток
  - d) Зависит от вида теплоносителя
- 2 Для сжигания какого топлива используются камерные топки?
  - a) Газообразного
  - b) Жидкого
  - c) Твердого пылевидного
  - d) Всех этих топлив
- 3 От чего зависит высота дымовой трубы при искусственной тяге?
  - a) От К. П. Д. котла
  - b) От вида топлива
  - c) От температуры дымовых газов
  - d) От санитарных требований
- 4 Как изменятся потери
  - a) Не изменятся давления при увеличении скорости потока в два раза?
  - b) Возрастут пропорционально
  - c) Возрастут в 4 раза
  - d) Уменьшаться в 4 раза
- 5 Что называется физической стадией процесса сжигания топлива?
  - a) Этап смешения топлива
  - b) Этап нагрева топлива
  - c) Этап смешения и нагрева топлива
  - d) Реакция горения

### Аттестационная карта № 16

- 1 Какие вредные примеси наиболее опасны для организма человека?
  - a) Зола
  - b) Серный ангидрид
  - c) Окислы азота
  - d) Сернистый ангидрид
- 2 Каким способом происходит перенос теплоты?
  - a) Теплопроводностью
  - b) Конвекцией
  - c) Радиацией
  - d) Всеми этими способами
- 3 Что называется химической стадией процесса сжигания топлива?
  - a) Этап смешения топлива
  - b) Этап нагрева топлива
  - c) Этап смешения и нагрева топлива

- d) Реакция горения
- 4 Как часто производится внутренний осмотр паровых котлов?
- a) Не реже 1 раза в 4 года
  - b) Не реже 1 раза в 6 лет
  - c) Не реже 1 раза в 8 лет
  - d) Не реже 1 раза в 10 лет
- 5 Какое вещество содержит коксовый газ?
- a) Бензол
  - b) Нафталин
  - c) Аммиак
  - d) Все эти вещества

#### Аттестационная карта № 17

- 1 Для какого вида топлива физическими стадиями процесса сжигания являются образование горючей смеси, ее нагрев до температуры воспламенения?
- a) Газообразное
  - b) Жидкое
  - c) Твердое кусковое
  - d) Твердое пылевидное
- 2 Как часто производится гидравлическое испытание паровых котлов?
- a) 1 раз в 4 года
  - b) 1 раз в 6 лет
  - c) 1 раз в 8 лет
  - d) 1 раз в 10 лет
- 3 Какие основные составляющие природного газа?
- a) Метан
  - b) Тяжелые углеводороды
  - c) Азот
  - d) Все эти вещества
- 4 Какие из веществ являются продуктами полного сгорания?
- a)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
  - b)  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{C}_n\text{H}_m$
  - c)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
  - d)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2$
- 5 От чего зависит необходимая для наилучшего горения толщина слоя топлива?
- a) От зольности топлива
  - b) От влажности топлива
  - c) От состава топлива
  - d) От количества окислителя

#### Аттестационная карта № 18

- 1 Для какого вида топлива физическими стадиями процесса сжигания являются распыл топлива, прогрев, испарение, образование горючей смеси?

- a) Газообразное
  - b) Жидкое
  - c) Твердое кусковое
  - d) Твердое пылевидное
- 2 Как часто производится наружный осмотр паровых котлов?
- a) 1 раз в месяц
  - b) 1 раз в год
  - c) 2 раза в год
  - d) 1 раз за 2 года
- 3 Какие виды серы при горении окисляются с выделением тепла?
- a) Колчеданная и сульфатная
  - b) Органическая и сульфатная
  - c) Органическая и колчеданная
  - d) Только органическая
- 4 Какой недостаток сжигания топлива в виде пыли?
- a) Невозможность сжигания любого вида топлива
  - b) Большой расход энергии
  - c) Невозможность полной механизации топочного процесса
  - d) Трудность в регулировании топочного процесса
- 5 Какие из веществ являются продуктами неполного сгорания?
- a)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
  - b)  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{C}_n\text{H}_m$
  - c)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
  - d)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2$

#### Аттестационная карта № 19

- 1 Какой элементарный химический состав рабочей массы топлива?
- a)  $\text{C}+\text{H}+\text{O}+\text{N}+\text{S}_{\text{op}}+\text{k}+\text{A}=100\%$
  - b)  $\text{C}+\text{H}+\text{O}+\text{N}+\text{S}_{\text{op}}+\text{k}+\text{A}+\text{W}=100\%$
  - c)  $\text{C}+\text{H}+\text{O}+\text{N}+\text{S}_{\text{op}}=100\%$
  - d)  $\text{C}+\text{H}+\text{O}+\text{N}+\text{S}_{\text{op}}+\text{k}=100\%$
- 2 Какую размерность имеет плотность теплового потока?
- a) Вт
  - b) Дж/с
  - c) Вт/м<sup>2</sup>
  - d) Вт/м
- 3 Как называют систему ограждений, отделяющих топочную камеру и газоходы от окружающей среды?
- a) Каркас
  - b) Обмуровка
  - c) Арматура
  - d) Газовый тракт
- 4 Какой теплоноситель при одинаковом давлении имеет более высокую температуру?
- a) Влажный пар

- b) Кипящая вода
  - c) Сухой пар
  - d) Перегретый пар
- 5 В каком устройстве происходит сгорание топлива в котле?
- a) Горелка
  - b) Топка
  - c) Экономайзер
  - d) Пароперегреватель

#### Аттестационная карта № 20

- 1 Какой элементарный химический состав сухой массы топлива?
- a)  $C+H+O+N+S_{op}+k+A=100\%$
  - b)  $C+H+O+N+S_{op}+k+A+W=100\%$
  - c)  $C+H+O+N+S_{op}=100\%$
  - d)  $C+H+O+N+S_{op}+k=100\%$
- 2 От чего зависит теоретический объем продуктов сгорания?
- a) От состава топлива
  - b) От вида окислителя
  - c) От вида горелки
  - d) От расхода окислителя
- 3 В каком воздухоподогревателе теплота продуктов сгорания передается непрерывно воздуху через стенку, разделяющую теплообменные среды?
- a) Регенеративный
  - b) Рекуперативный
  - c) Смесительный
  - d) Контактный
- 4 Какие основные составляющие природного газа?
- a)  $H_2, C_nH_m, O_2$
  - b)  $H_2O, CH_4, N_2$
  - c)  $CH_4, C_nH_m, N_2$
  - d)  $CH_4, O_2, N_2$
- 5 Какое жидкое топливо используется в котлоагрегатах?
- a) Дизельное топливо
  - b) Бензин
  - c) Мазут
  - d) Нефть

#### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

##### Аттестационная карта № 21

- 1 Какой элементарный химический состав органической массы топлива?
- a)  $C+H+O+N+S_{op}+k+A=100\%$
  - b)  $C+H+O+N+S_{op}+k+A+W=100\%$
  - c)  $C+H+O+N+S_{op}=100\%$
  - d)  $C+H+O+N+S_{op}+k=100\%$

- 2 От чего зависит
- От состава топлива теплота сгорания топлива?
  - От вида окислителя
  - От температуры окислителя
  - От расхода окислителя
- 3 В каком воздухоподогревателе теплота передается к воздуху металлической насадкой, которая периодически нагревается продуктами сгорания?
- Регенеративный
  - Рекуперативный
  - Пластинчатый
  - Спиральный
- 4 Какое давление потока рабочего тела соответствует его кинетической энергии?
- Полное
  - Статическое
  - Динамическое
  - Пьезометрическое
- 5 Как различаются топки по конфигурации факела?
- С U – образным факелом
  - С S – образным факелом
  - С П – образным факелом
  - С Г – образным факелом

#### Аттестационная карта № 22

- 1 Каково значение "острого дутья"?
- Интенсификация процесса горения
  - Интенсификация процесса перемешивания газов
  - Удаление золы
  - Удаление влаги
- 2 Каким способом происходит перенос теплоты от раскаленных продуктов сгорания к нагреваемому металлу?
- Теплопроводностью
  - Конвекцией
  - Радиацией
  - Всеми этими способами
- 3 От чего зависит величина потерь тепла с уходящими газами?
- Объем и состав продуктов сгорания
  - Объем и состав топлива
  - Объем окислителя
  - Начальная температура воздуха
- 4 Как часто производят капитальный ремонт котла?
- Каждые 8 лет
  - Каждые 5-6 лет
  - Каждые 2-3 года
  - Каждые 1-2 года

5 В каких мельницах размол топлива осуществляется по принципу удара и истирания?

- a) В среднеходных
- b) В шаровых барабанных
- c) В быстроходных
- d) В молотковых

Аттестационная карта № 23

1 Какой из процессов является реакцией соединения горючих элементов топлива с окислителем?

- a) Таяние
- b) Кипение
- c) Плавление
- d) Горение

2 От чего зависит количество отложений на конвективной поверхности нагрева?

- a) От расхода окислителя
- b) От скорости продуктов сгорания
- c) От температуры продуктов сгорания
- d) От массы топлива

3 Какие потери возникают при неполном сгорании топлива в пределах топочной камеры?

- a) С уносом
- b) От химического недожега
- c) От механического недожега
- d) С уходящими газами

4 В каких мельницах размол топлива осуществляется по принципу раздавливания?

- a) В среднеходных
- b) В шаровых барабанных
- c) В быстроходных
- d) В молотковых

5 Что является отношением количества теплоты, воспринятого рабочей средой к располагаемой теплоте массы топлива?

- a) Высшая теплота сгорания
- b) Коэффициент избытка воздуха
- c) Низшая теплота сгорания
- d) К. П. Д. котла

Аттестационная карта № 24

1 Какие потери тепла возникают из-за того, что физическое тепло газов, покидающих парогенератор выше физического тепла поступающих в парогенератор воздуха и топлива?

- a) Потери с уносом
- b) Потери от химического недожега

- c) Потери с уходящими газами
  - d) Потери от механического недожега
- 2 Каким устройством осуществляется подача в топочную камеру газа и окислителя при сжигании газообразного топлива?
- a) Транспортер
  - b) Элеватор
  - c) Горелка
  - d) Деаэратор
- 3 Какую размерность имеет коэффициент теплоотдачи?
- a) Вт/(м·К)
  - b) Вт/(кг·К)
  - c) Вт/(м<sup>2</sup>·К)
  - d) Вт/(м<sup>3</sup>·К)
- 4 Как называется зависимость изменения во времени параметров котла, характеризующих его работу?
- a) Гидродинамическая характеристика
  - b) Гидравлическая характеристика
  - c) Динамическая характеристика
  - d) Тепловая характеристика
- 5 Как часто производят текущий ремонт котла?
- a) Каждые 2-3 года
  - b) Каждые 1-2 года
  - c) Каждые 6 месяцев
  - d) Каждый месяц

#### Аттестационная карта № 25

- 1 В каких пределах находится значение потери теплоты от химической неполноты сгорания?
- a) 0 – 2 %
  - b) 6 – 12 %
  - c) 20 – 30 %
  - d) 40 – 50 %
- 2 В каком устройстве происходит распыливание жидкого топлива на отдельные мельчайшие капли?
- a) Дробилка
  - b) Горелка
  - c) Форсунка
  - d) Мельница
- 3 Как называется образование горючей смеси, состоящей из продуктов испарения и термического разложения углеводородов и окислителя?
- a) Пульверизация
  - b) Карбюрация
  - c) Гомогенизация
  - d) Воспламенение

4 Для котлов какой производительности может применяться жидкое топливо?

- a) Малой производительности
- b) Средней производительности
- c) Высокой производительности
- d) Любой производительности

5 Какое число характеризует соотношение сил вязкости и поверхностного натяжения жидкости?

- a) Число Вебера
- b) Число Лапласа
- c) Число Гухарда
- d) Число Рейнольдса

Аттестационная карта № 26

1 При сжигании каких видов топлива отсутствуют потери от механической неполноты сгорания?

- a) Твердого и газообразного
- a) Жидкого и газообразного
- b) Твердого и жидкого
- c) Любых

2 Для сжигания какого вида топлива используются камерные топки?

- a) Газообразного
- b) Жидкого
- c) Твердого пылевидного
- d) Всех перечисленных

3 В каких форсунках распыливание осуществляется за счет энергии топлива?

- a) Механические
- b) С распыливающей средой
- c) Комбинированные
- d) Во всех перечисленных

4 Какое число характеризует соотношение инерционных сил распыляющего потока и сил поверхностного натяжения жидкости?

- a) Число Вебера
- b) Число Лапласа
- c) Число Гухарда
- d) Число Рейнольдса

5 К каким поверхностям нагрева относят экономайзер и воздухоподогреватель?

- a) Радиационные
- b) Полурадиационные
- c) Конвективные
- d) Полуконвективные



- 1 Для сжигания какого вида топлива используются слоевые топки?
- a) Газообразного и жидкого
  - b) Твердого кускового
  - c) Твердого пылевидного
  - d) Всех перечисленных
- 2 В каких форсунках распыливание осуществляется за счет энергии движущегося с большой скоростью распылителя?
- a) Механические
  - b) С распыливающей средой
  - c) Комбинированные
  - d) Во всех перечисленных
- 3 К каким поверхностям нагрева относят ширмовые поверхности пароперегревателя и испарительные поверхности нагрева, расположенные за топкой?
- a) Радиационные
  - b) Полурадиационные
  - Конвективные
  - c) Полуконвективные
- 4 Излучение какого факела определяется излучением трехатомных газов?
- a) Светящегося
  - b) Полусветящегося
  - c) Несветящегося
  - d) Всех перечисленных
- 5 Где происходит разделение пароводяной смеси на пар и воду?
- a) В коллекторе
  - b) В элеваторе
  - c) В пароперегревателе
  - d) В барабане

#### Аттестационная карта № 28

- 1 К каким поверхностям нагрева относят экраны, фестоны, пароперегреватели, расположенные в топке?
- a) Радиационные
  - b) Полурадиационные
  - c) Конвективные
  - d) Полуконвективные
- 2 Каким показателем качества питательной воды нормируется суммарная концентрация ионов кальция и магния?
- a) Жесткость
  - b) Солесодержание
  - c) Щелочность
  - d) Не нормируется

3 При каком виде сепарации отделение капель влаги от пара осуществляется при горизонтальном и вертикальном подъемном движении пара со стабильной малой скоростью?

- a) Инерционная сепарация
- b) Гравитационная сепарация
- c) Пленочная сепарация
- d) Пузырьковая сепарация

4 Какое устройство служит для удаления газов из питательной воды?

- a) Сепаратор
- b) Элеватор
- c) Деаэратор
- d) Коллектор

5 Какое используется давление для горелок среднего давления?

- a) до 2 кПа
- b) 2 – 7 кПа
- c) до 0,6 МПа
- d) \ выше 0,6 МПа

#### Аттестационная карта № 29

1 Что является основной испарительной поверхностью нагрева в котле?

- a) Топка
- b) Барабан
- c) Экран
- d) Коллектор

2 Каким показателем качества питательной воды нормируется сумма эквивалентных концентраций в растворе анионов слабых кислот?

- a) Жесткость
- b) Солесодержание
- c) Щелочность
- d) Не нормируется

3 При каком виде сепарации отделение капель влаги от пара осуществляется при резком ускорении горизонтального или вертикального потока пара и последующем уменьшении его скорости?

- a) Инерционная сепарация
- b) Гравитационная сепарация
- c) Пленочная сепарация
- d) Пузырьковая сепарация

4 К чему приведет увеличение зольности топлива?

- a) Увеличение К. П. Д
- b) Уменьшение К. П. Д.
- c) Улучшение теплообмена
- d) Ни на что не повлияет

5 Чему равна теплота сгорания условного топлива?

- a) 7000 кДж/кг

- b) 7000 кДж/м<sup>3</sup>
- c) 293000 кДж/кг
- d) 293000 кДж/м<sup>3</sup>

#### Аттестационная карта № 30

1 Какую размерность имеет коэффициент теплоотдачи?

- a) Вт/(м·К)
- b) Вт/(кг·К)
- c) Вт/(м<sup>2</sup>·К)
- d) Вт/(м<sup>3</sup>·К)

2 Каким показателем качества питательной воды нормируется суммарная концентрация в воде катионов и анионов, определяемая по общему ионному составу?

- a) Жесткость
- b) Солесодержание
- c) Щелочность
- d) Не нормируется

3 При каком виде сепарации отделение капель влаги от пара осуществляется использованием способности налипания мелких капель воды на увлажненную развитую поверхность?

- a) Инерционная сепарация
- b) Гравитационная сепарация
- c) Пленочная сепарация
- d) Пузырьковая сепарация

4 От чего зависит теплота сгорания топлива?

- a) От состава топлива
- b) От состава окислителя
- c) От расхода окислителя
- d) От температуры окислителя

5 Как часто производится гидравлическое испытание паровых котлов?

- a) 1 раз в 4 года
- b) 1 раз в 6 лет
- c) 1 раз в 8 лет
- d) 1 раз в 10 лет

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

#### 7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Что называется горением топлива? Что такое материальный баланс процесса горения, и каков принцип его составления?
2. Для чего и как составляется тепловой баланс процесса горения?
3. Что такое теоретический объем воздуха, необходимый для организации процесса горения, и как он определяется?

4. Что называется коэффициентом избытка воздуха и какое он имеет значение для характеристики процесса горения?
5. Из каких газов складывается действительный объем продуктов сгорания при полном горении топлива?
6. Что называется энтальпией продуктов сгорания и как она вычисляется?
7. Как влияют присосы воздуха на объем продуктов сгорания, покидающих парогенератор или водогрейный котел?
8. Что называется тепловым балансом парогенератора или водогрейного котла?
9. Чем обусловлена и от каких факторов зависит потеря теплоты с уходящими газами?
10. Что такое потеря теплоты от химической неполноты горения, и какие факторы на нее влияют?
11. При сжигании, каких топлив появляется потеря теплоты от механической неполноты горения, и чем она обусловлена? Какие факторы влияют на эту потерю?
12. Что называется оптимальным коэффициентом избытка воздуха и как он определяется?
13. Что такое потеря теплоты от наружного охлаждения, и какие факторы на нее влияют?
14. Чем обусловлена потеря в виде физической теплоты шлаков, и в каких случаях она учитывается?
15. Как производится определение КПД брутто парогенератора и водогрейного котла по прямому и обратному балансу?
16. Что называется КПД нетто парогенератора или водогрейного котла, и какие факторы влияют на него?
17. Из чего складывается располагаемая теплота?
18. Как принято классифицировать топки для слоевого сжигания твердого топлива? Дайте характеристику слоевым топкам, применяемым под современными парогенераторами и водогрейными котлами.
19. В каких случаях, и для каких топлив применяют факельные топки? В чем заключаются положительные и отрицательные качества факельных топков?
20. В каких случаях, и для каких топлив применяются вихревые топки? Перечислите преимущества и недостатки вихревых топков.
21. Что называется тепловой мощностью топки и как она определяется? Что такое удельная нагрузка сечения топки, зеркала горения, топочного объема и как она определяется?
22. Какие схемы пылеприготовления преимущественно применяются в промышленных и отопительных котельных?
23. Дайте сравнительную оценку гладкотрубных, шиповых и плавниковых экранных поверхностей нагрева. Назовите область их применения.

24. Как принято классифицировать форсунки для сжигания жидкого топлива? Какие требования предъявляются к форсункам для сжигания жидкого топлива?

25. Как можно классифицировать газовые горелки в зависимости от перемешивания в них топлива с воздухом? Какие требования предъявляются к газовым горелкам?

26. В каких случаях производится конструктивный, а в каких поверочный расчет парогенератора или водогрейного котла?

27. На чем базируется расчет топочных камер парогенераторов и водогрейных котлов. Что такое безразмерная и теоретическая температура продуктов сгорания?

28. Какие факторы оказывают влияние на поглощательную способность  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ? Что понимают под толщиной излучающего слоя? Какие параметры должны быть получены в результате расчета топочной камеры?

29. Какие режимы кипения различают при движении воды в вертикальных трубах парогенератора?

30. Какие встречаются виды коррозии поверхности нагрева со стороны продуктов сгорания и воды? Каков механизм низкотемпературной сернокислотной коррозии?

31. Каков механизм естественной циркуляции? В чем заключается принцип многократной принудительной циркуляции? В чем состоит принцип работы прямоточных парогенераторов?

32. Какая вода, поступающая в котельный цех, называется сырой, питательной, подпиточной, котловой?

33. Что называется общей жесткостью воды и как она измеряется? Что такое щелочность воды?

34. Каково назначение непрерывной и периодической продувки? Как используется непрерывная продувка?

35. Каково назначение сепарационных устройств? Какие сепарационные устройства применяют для промышленных парогенераторов?

36. Назовите основные причины нарушения циркуляции у парогенераторов с естественной циркуляцией. Назовите основные мероприятия, повышающие надежность естественной циркуляции.

37. Как влияют наружные загрязнения конвективных поверхностей нагрева на процесс передачи теплоты и надежность работы металла труб? Какой из коэффициентов теплоотдачи целесообразно увеличивать: от продуктов сгорания к стенке или от стенки к воде?

38. Какие котельные агрегаты называются энерготехнологическими? Какие агрегаты называются котлами-утилизаторами?

39. Каковы условия работы труб пароперегревателя? Какие факторы влияют на надежность работы труб пароперегревателя? Как конструктивно выполняются пароперегреватели?

40. Какие экономайзеры называются не кипящими? При каких условиях применяются чугунные экономайзеры? Как конструктивно устроен чугунный экономайзер? Как рекомендуется компоновать чугунные экономайзеры?

41. Как конструктивно выполняется стальной экономайзер? Как рекомендуется компоновать стальные экономайзеры? Какие меры принимаются для уменьшения коррозии экономайзеров?

42. В чем заключаются преимущества применения горячего воздуха? Для чего применяется двухступенчатый подогрев воздуха? Как конструктивно выполняются рекуперативные воздухоподогреватели? Укажите причины коррозии воздухоподогревателей.

43. Как влияет содержание серы в топливе на температуру точки росы?

44. В каких условиях работает металл поверхностей нагрева котлоагрегатов? В результате каких явлений возможно разрушение металла поверхностей нагрева парогенератора?

45. Для изготовления каких деталей применяется чугун, и каких марок?

46. Какие свойства обмуровочных материалов, применяемых в котлостроении, имеют наибольшее значение? Какие строительные материалы применяются при обмуровочных работах?

47. Для изготовления, каких изделий используются огнеупорные материалы? Какие растворы применяют при обмуровочных работах? Назовите основные теплоизоляционные материалы, используемые в котлостроении.

48. Какие требования предъявляются к лестницам и площадкам котельных установок?

49. Каково назначение обмуровки и условия ее работы?

50. Для чего служит гарнитура и как она конструктивно выполняется?

51. Каково назначение и конструктивное выполнение предохранительных и обратных клапанов?

52. Какими приборами осуществляется контроль уровня воды в барабане, как они конструктивно оформлены? Изложите основные правила установки водоуказательных приборов.

53. Что влияет на загрязнение поверхностей нагрева летучей золой? При сжигании каких топлив образуются плотные отложения?

54. На каком принципе основана работа обдувочных аппаратов? Как производится очистка поверхностей нагрева путем обмывки водой, каковы преимущества и недостатки этого способа?

55. На чем основана дробевая очистка поверхностей нагрева, каковы ее преимущества и недостатки? Каков принцип работы вибрационной очистки, ее конструктивное исполнение?

56. Что такое естественная и искусственная тяга? От чего зависит сила тяги, создаваемая дымовой трубой? Что называется самотягой и как она определяется?

57. Как определяется сопротивление всего газового и воздушного тракта? Что такое оптимальная скорость продуктов сгорания и воздуха и от каких факторов она зависит?

58. Для чего необходима котельная, что она вырабатывает для потребителей, и как рассчитать их тепловую нагрузку?

59. Какие термодинамические состояния воды и пара, и какие теплотехнические названия воды и пара Вы знаете?

60. Какие типы теплообменных аппаратов имеются в котельной, и по каким уравнениям они рассчитываются?

61. Зачем необходимы в тепловой схеме котельной конденсатоотводчики?

62. Для чего в котельную постоянно подается сырая вода?

63. Зачем необходимы термические деаэраторы, по какому принципу они работают, и как выполняется их тепловой расчет?

64. Зачем необходима редуционно-охладительная установка, и по каким уравнениям выполняется её тепловой расчет?

65. Нарисуйте процесс работы РОУ в термодинамических диаграммах?

66. Зачем необходим расширитель-сепаратор непрерывной продувки, и как выполняется его тепловой расчет?

67. Каковы цели работы котельной?

68. Какие потери учитывает тепловой баланс котельной, что показывает КПД тепловой схемы?

69. Какие потери учитывает тепловой баланс котлоагрегата, что такое КПД котла "брутто"?

70. Что такое коэффициент избытка воздуха и теоретически необходимое и действительное количество воздуха?

71. Каков состав топлива, и что в нем является источником теплоты?

72. Что такое теоретический и действительный объем, а также энтальпия продуктов сгорания топлива?

73. Что такое экономайзер, и как выполняется его тепловой расчет?

74. Что является источником энергии для работы котельной, и куда расходуется эта энергия?

75. Где точка самого высокого давления при работе котельной?

76. Что будут показывать манометры, установленные в линиях острого и редуцированного пара?

77. Где происходит парообразование в котлоагрегате?

78. Что такое продувочная вода, и где в котлоагрегате она образуется?

79. Как определить: кипящий экономайзер или не кипящий?

80. Почему количество подведенной или отведенной в теплообменниках теплоты определяется через изменение энтальпии?

81. На что влияет наличие экономайзера в котлоагрегате?

## **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Схемы ТЭС и котельной, основные элементы котлов, топливо и основы горения. Требования к питательной воде котла.	ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
2	Материальный и тепловой баланс. Сжигание топлива и топочные устройства. Организация рабочих процессов в элементах котлоагрегата.	ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
3	Материалы. Вспомогательное оборудование и эксплуатация котлов	ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
4	Тепловая схема котельной установки. Последовательность и технико-экономическая эффективность технологической взаимосвязи основного и вспомогательного оборудования котельной.	ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
5	Расчёт тепловых схем котельных. Выбор основного и вспомогательного оборудования котельно.	ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
6	Защита окружающей среды.	ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бу-



мажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Рекомендуемая литература					
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания.	Вид издания	Обеспеченность
Основная литература					
1	Агапов Ю.Н. Стогней В.Г. Наумов А.Н.	Котельные установки и парогенераторы (учебное пособие)	2010	печать	1,0
2	Агапов Ю.Н. Стогней В.Г. Наумов А.Н.	Проектирование котельных установок промышленных предприятий (учебное пособие)	2008	печать	0,7
Дополнительная литература					
3	Сидельковский Л.Н.	Котельные установки промышленных предприятий. Учебные	1988	печать	1,0
4		Тепловой расчёт котлоагрегатов (нормативный метод)	1988	печать	0,1
Методические разработки					
5	Агапов Ю.Н. Солженикин П.А.	246-2007 Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Котельные установки и парогенераторы» для студентов специальности 140104 «Промышленная теплоэнергетика» дневной и заочной форм обучения.	2007	печать	0,7

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

<b>Программное обеспечение и интернет ресурсы</b>	
1	Методические указания к выполнению лабораторных работ <b>представлены на сайте: <a href="http://www.vorstu.ru">http://www.vorstu.ru</a></b>
2	<b>Компьютерные лабораторные работы:</b> Расчётная компьютерная программа «Поверочный расчёт паровых котлов».
3	<b>Мультимедийные лекционные демонстрации:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Конструкции парогенераторов;</li> <li>• Конструкции горелок и форсунок;</li> <li>• Конструкции топок для твердого топлива</li> </ul>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

1	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.
2	Учебные лаборатории: <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Котельные установки и парогенераторы»;</li> <li>• Котельная ГТС.</li> </ul>
3	Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума
4	Натурные лекционные демонстрации: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Макет котельной;</li> <li>• Инжекционная горелка;</li> <li>• Пневматическая форсунка;</li> <li>• Циркуляционный контур экранных и опускных труб.</li> </ul>

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета котельных установок. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом, зачетом с оценкой, экзаменом, зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--