

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Декан факультета инженерных систем и энергетических установок  
Зременко С.А.  
«31» августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Системы и оборудование для обеспечения тепло-энергетическими ресурсами промышленных предприятий и объектов ТЭК»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Профиль Оборудование промышленных предприятий и объектов топливно-энергетического комплекса

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 4 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

/Григорьев С.В./

И.о. заведующий кафедрой  
Гидравлики, водоснабжения  
и водоотведения

/Журавлева И.В./

Руководитель ОПОП

/Григорьев С.В./

Воронеж 2021

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

- научить студентов правильному пониманию задач, стоящих перед магистрантами при разработке, монтаже и эксплуатации оборудования и систем для обеспечения тепло-энергетическими ресурсами промышленных предприятий и объектов ТЭК с учетом экологической, топливно-энергетической и экономической составляющей.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

- познакомить обучающихся с основными видами оборудования для обеспечения тепло-энергетическими ресурсами промышленных предприятий и объектов ТЭК;

- рассмотрение процессов и систем производства тепловой энергии, современных технических решений, перспектив развития ТГУ и их элементов, принципов обоснования тепловых схем и конструкций, методов расчета и оптимизации схем и режимов с применением ЭВМ, современных методов эксплуатации;

- научить проводить расчеты показателей эффективности работы рассматриваемого энергетического оборудования;

- научить принимать, обосновывать и защищать конкретные решения при выборе альтернативных вариантов энергоснабжения потребителей

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Системы и оборудование для обеспечения тепло-энергетическими ресурсами промышленных предприятий и объектов ТЭК» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Системы и оборудование для обеспечения тепло-энергетическими ресурсами промышленных предприятий и объектов ТЭК» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий

ПК-1 - Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области энергетического оборудования, разрабатывать и оформлять проектные решения по энергетическому оборудованию промышленных предприятий и объектов ТЭК

ПК-2 - Способен осуществлять авторский надзор специальных расчетов, компоновочных и проектных решений энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов ТЭК

ПК-3 - Способен организовывать работы по созданию новой техники и

внедрению передовых технологий на объектах топливно-энергетического комплекса

ПК-5 - Способен организовать авторский надзор по проектным решениям систем водоподготовки и водоснабжения, монтажа и энергосервисных мероприятий энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов ТЭК

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства топлив
	уметь осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода
	владеть методиками теплового и гидравлического расчета автономных источников энергоснабжения
ПК-1	знать теплотехническое и теплотехнологическое оборудование, эксплуатационные характеристики, условия труда и экологической безопасности
	уметь формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов
	владеть способностью формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов
ПК-2	знать основные методики технических расчетов в рассматриваемой области
	уметь проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров, выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования
	владеть способностью к проведению технических

	<p>расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров, выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p>
ПК-3	<p>знать методы экспериментальной работы, стандарты, технические условия и нормативные документы</p> <p>уметь планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератах, научных публикаций и на публичных обсуждениях</p> <p>владеть способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератах, научных публикаций и на публичных обсуждениях</p>
ПК-5	<p>знать условия бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов</p> <p>уметь обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов</p> <p>владеть способностью и готовностью к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Системы и оборудование для обеспечения тепло-энергетическими ресурсами промышленных предприятий и объектов ТЭК» составляет 4 з.е.

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

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	108	108
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	16	16
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	8	8
<b>Самостоятельная работа</b>	124	124
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

**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.	СРС	Всего, час
1	Топливноэнергетические ресурсы	Классификация топлива. Характеристика компонентов топлива. Понятие низшей и высшей теплоты сгорания топлива, условное топливо. Характеристика твердого топлива. Характеристика жидкого и газообразного топлива	4	2	18	24
2	Автономные и централизованные источники энергии. Автономные котельные	Автономные источники энергии. Преимущества и недостатки в сопоставлении с источниками централизованного тепло-,	4	2	18	24

		электроснабжения. Задача выбора между централизованными и децентрализованными источниками тепло- и электроснабжения. Когенерация и тригенерация.				
3	Источники энергии, типы и характеристики. Устройство и принципы работы.	Классификация паровых котлоагрегатов, основные параметры, маркировка. Классификация водогрейных котлоагрегатов, основные параметры, маркировка. Основные элементы водогрейных котлоагрегатов. Основные элементы паровых котлоагрегатов. Пароперегреватели. Конструктивный расчет пароперегревателя. Экономайзеры. Конструктивный расчет водяного экономайзера. Воздухоподогреватели. Конструктивный расчет воздухоподогревателя. Обмуровка котла. Арматура и гарнитура котла.	4	2	18	24
4	Основные элементы систем	Область применения. Нормативная база. Тепловые нагрузки. Технико-экономические расчеты обоснования. Системы горячего водоснабжения от автономных теплогенераторов. Выбор объемно-планировочных и конструктивных решений. Системы автономного электроснабжения. Выбор генератора электрической энергии, работающего на различных видах топлива.	2	4	18	24
5	Автономные системы электроснабжения и теплоснабжения на базе возобновляемых источников энергии	Автономные системы электроснабжения и теплоснабжения на базе возобновляемых источников энергии (энергия ветра, энергия солнца, энергия рек, геотермальная энергия Земли, энергия биомассы, энергия морей и океанов). Конструкции, принцип действия, вопросы проектирования возобновляемых источников энергии.	2	4	18	24
6	Микротурбины	Микротурбинные установки. Принцип работы и конструкция микротурбинной установки. Преимущества микротурбин. Работа микротурбинных установок совместно с газовой котельной.	2	4	18	24
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>108</b>	<b>144</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Топливоэнергетические ресурсы	Классификация топлива. Характеристика компонентов топлива. Понятие низшей и высшей теплоты сгорания топлива, условное топливо. Характеристика твердого топлива. Характеристика жидкого и газообразного топлива	2	-	20	22
2	Автономные и централизованные источники энергии. Автономные котельные	Автономные источники энергии. Преимущества и недостатки в сопоставлении с источниками централизованного тепло-, электроснабжения. Задача выбора между централизованными и децентрализованными источниками тепло- и электроснабжения. Когенерация и тригенерация.	2	-	20	22
3	Источники энергии, типы и характеристики. Устройство и принципы работы.	Классификация паровых котлоагрегатов, основные параметры, маркировка. Классификация водогрейных котлоагрегатов, основные параметры, маркировка. Основные элементы водогрейных котлоагрегатов. Основные элементы паровых котлоагрегатов.	2	2	20	24

		Пароперегреватели. Конструктивный расчет пароперегревателя. Экономайзеры. Конструктивный расчет водяного экономайзера. Воздухоподогреватели. Конструктивный расчет воздухоподогревателя. Обмуровка котла. Арматура и гарнитура котла				
4	Основные элементы систем	Область применения. Нормативная база. Тепловые нагрузки. Техно-экономические расчеты обоснования. Системы горячего водоснабжения от автономных теплогенераторов. Выбор объемно-планировочных и конструктивных решений. Системы автономного электроснабжения. Выбор генератора электрической энергии, работающего на различных видах топлива.	2	2	20	24
5	Автономные системы электроснабжения и теплоснабжения на базе возобновляемых источников энергии	Автономные системы электроснабжения и теплоснабжения на базе возобновляемых источников энергии (энергия ветра, энергия солнца, энергия рек, геотермальная энергия Земли, энергия биомассы, энергия морей и океанов). Конструкции, принцип действия, вопросы проектирования возобновляемых источников энергии.	-	2	22	24
6	Микротурбины	Микротурбинные установки. Принцип работы и конструкция микротурбинной установки. Преимущества микротурбин. Работа микротурбинных установок совместно с газовой котельной.	-	2	22	24
<b>Итого</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>124</b>	<b>140</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения, в 3 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Расчет и подбор систем и оборудования для обеспечения тепло-энергетическими ресурсами промышленных предприятий»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- тепловой расчет источника производства тепло-энергетических ресурсов;
- подбор основных элементов и разработка системы;
- технико-экономическая оценка принятого решения.

Курсовая работа 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
УК-1	знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства топлив	Вопросы к зачету	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода	Тестирование и стандартные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками теплового и гидравлического расчета автономных источников энергообеспечения	Тестирование и прикладные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	знать теплотехническое и теплотехнологическое оборудование, эксплуатационные характеристики, условия труда и экологической безопасности	Вопросы к зачету	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов	Тестирование и стандартные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть способностью формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов	Тестирование и прикладные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	знать основные методики технических расчетов в рассматриваемой области	Вопросы к зачету	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и	Тестирование и стандартные	Выполнение работ в срок, предусмотренный	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	задания	в рабочих программах	в рабочих программах
	владеть способностью к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.	Тестирование и прикладные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать методы экспериментальной работы, стандарты, технические условия и нормативные документы	Вопросы к зачету	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь - планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератах, научных публикаций и на публичных обсуждениях	Тестирование и стандартные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератах, научных публикаций и на публичных обсуждениях	Тестирование и прикладные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать условия бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов	Вопросы к зачету	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь обеспечивать	Тестирование и	Выполнение работ	Невыполнение

бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов	стандартные задания	в срок, предусмотренный в рабочих программах	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
владеть способностью и готовностью к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов	Тестирование и прикладные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения, 3 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-1	знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства топлив	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками теплового и гидравлического расчета автономных источников энергообеспечения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	знать теплотехническое и теплотехнологическое оборудование, эксплуатационные характеристики, условия труда и экологической безопасности	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов			
	владеть способностью формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	знать основные методики технических расчеты в рассматриваемой области	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть способностью к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	знать методы экспериментальной работы, стандарты, технические условия и нормативные документы	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь - планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератах, научных публикаций и на публичных	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	обсуждениях			
	владеть способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератах, научных публикаций и на публичных обсуждениях	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	знать условия бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть способностью и готовностью к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 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

1. Действительное количество воздуха, необходимое для горения топлива

а)  $\alpha=1$

б)  $\alpha>1$

в)  $\alpha<1$

2. Последовательность установки в котлоагрегатах по ходу движения

газов от топки котла

- а) Экономайзер, воздухоподогреватель, пароперегреватель;
- б) Пароперегреватель, экономайзер, воздухоподогреватель;
- в) воздухоподогреватель, пароперегреватель, экономайзер.

3. Воздухоподогреватель устанавливают в котлоагрегатах малой мощности

- а) При сжигании высоковлажного твердого топлива;
- б) При сжигании высокосернистого мазута;
- в) При сжигании природного газа.

4. В состав летучих веществ твердого топлива входит:

- а) влага, водород, азот, кислород, сера летучая;
- б) зола, влага, водород, азот, кислород, сера летучая.
- в) влага, водород, азот, окись углерод, сера летучая

5. Полумеханическая топка – это

- а) топка ПМЗ-РПК;
- б) топка с цепной решеткой и ПМЗ;
- в) топка с цепной решеткой и непосредственным поступлением

топлива

на решетку.

г) топка с шурующей планкой

6. Неполное горение топлива осуществляется при

- а) при  $\alpha > 1$
- б) при  $\alpha = 1$
- в) при  $\alpha < 1$

7. У прямоточных котлов кратность циркуляции

- а) Больше единицы;
- б) Меньше единицы;
- в) Равна единице.

8. Качество котловой воды паровых котлов нормируется

- а) по жесткости и содержанию кислорода;
- б) по щелочности и сухому остатку;
- в) по жесткости и щелочности.

9. Качество питательной воды паровых котлов нормируется

- а) по щелочности и сухому остатку;
- б) по жесткости и содержанию кислорода;
- в) по жесткости и щелочности.

10. Какие клапаны устанавливаются на верхнем барабане котла

- а) взрывные
- б) предохранительные

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

**задач**

1. КПД топки учитывает следующие потери теплоты

- а)  $q_2, q_3, q_4, q_6$ ;
- б)  $q_3, q_4, q_5, q_6$ ;
- в)  $q_2, q_3, q_4, q_5, q_6$ .

2. При сжигании твердого топлива в дымовых газах котлов нормируется

- а) SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>;
- б) NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;
- в) SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, зола;

3. Регулирование работы тягодутьевых устройств в котлах малой мощности осуществляется

- а) С помощью направляющих аппаратов
- б) Шиберами;
- в) Изменением числа оборотов ротора.

4. Качество пара котлов нормируется

- а) По сухому остатку;
- б) По щелочности;
- в) По жесткости
- г) По содержанию кислорода.

5. Какие компоненты не входят в состав горючей части твердого топлива

- а) Углерод С
- б) Водород Н
- в) Влага W
- г) Сера S

6. Теоретически необходимое количество воздуха для горения топлива

- а) при  $\alpha=1$
- б) при  $\alpha>1$
- в) при  $\alpha<1$

7. Недостатки натрий-катионитного способа умягчения воды для паровых котлов

- а) Повышенная щелочность;
- б) Повышенная кислотность;
- в) Повышенный сухой остаток.

8. Очистка дымовых газов от золы в котлах малой мощности осуществляется в

- а) Циклонах;
- б) Скрубберах;
- в) Электрофильтрах

9. При сжигании мазута в дымовых газах котлов нормируется

- а) NO<sub>x</sub>;
- б) NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;
- в) SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, зола

10. Теплота сгорания условного топлива составляет:

- а) 8500 ккал/кг
- б) 7000 ккал/кг
- в) 9000 ккал/кг
- г) 6000 ккал/кг

11. Механическая топка – это

- а) Топка с ПМЗ-РПК;
- б) Топка с цепной решеткой и ПМЗ;
- в) Шахтная топка с наклонными неподвижными колосниками.

12. При сжигании газообразного топлива в дымовых газах котлов нормируется

- а) NO<sub>x</sub>;
- б) SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> ;
- в) SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> V2O5.

13. Недостатки аммоний-катионитного способа умягчения воды для паровых котлов

- а) Повышенная щелочность;
- б) Повышенная щелочность и наличие аммиака в паре;
- в) Повышенная кислотность

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определить нормативный эксплуатационный запас топлива (НЭЗТ) в отопительной котельной при сезонном завозе топлива, если основным топливом является уголь  $Q_{н}^p = 5800$  ккал/кг. Среднее значение отпуска тепловой энергии в тепловую сеть в течении отопительного периода,  $Q_{ср} = 200,5$  Гкал/сут, средневзвешенный норматив удельного расхода топлива за отопительный период  $N_{ср} \tau = 167,15$  кг.у.т./Гкал, длительность отопительного периода 254 сут.

2. Определить неснижаемый норматив запаса топлива (ННЗТ) в отопительной котельной при доставке топлива железнодорожным транспортом, если основным топливом является уголь  $Q_{н}^p = 5400$  ккал/кг. Среднее значение отпуска тепловой энергии в тепловую сеть в самом холодном месяце  $Q_{max} = 372,5$  Гкал/сут, средневзвешенный норматив удельного расхода топлива для самого холодного месяца  $N_{ср} \tau = 168,0$  кг.у.т./Гкал.

3. Определить неснижаемый норматив запаса топлива (ННЗТ) в отопительной котельной при доставке топлива автотранспортом, если основным топливом является мазут  $Q_{н}^p = 9100$  ккал/кг. Среднее значение отпуска тепловой энергии в тепловую сеть в самом холодном месяце  $Q_{max} = 250,3$  Гкал/сут, средневзвешенный норматив удельного расхода топлива для самого холодного месяца  $N_{ср} \tau = 165,2$  кг.у.т./Гкал.

4. Соответствует ли скорость дымовых газов на выходе из дымовой трубы рекомендуемой, если объем дымовых газов  $V_{г} = 2500$  м<sup>3</sup>/ч, диаметр трубы  $d_{тр} = 0,6$  м.

5. Определить количество котлов типа КСВа для теплоснабжения потребителя второй категории надежности. Расчетная тепловая мощность котельной составляет  $Q_p = 6$  МВт, суммарная нагрузка отопления и вентиляции  $Q_{ов} = 4,5$  МВт, летняя нагрузка горячего водоснабжения  $Q_{л} = 1$  МВт. Расчетная температура для проектирования отопления - 30°C. Сортамент котлов КСВа, МВт: 0,63; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15. Диапазон

регулирования 40-100%.

6. Определить количество котлов типа КСВа для теплоснабжения потребителя первой категории надежности. Расчетная тепловая мощность котельной составляет  $Q_p=7$  МВт, суммарная нагрузка отопления и вентиляции  $Q_{ов}=5$  МВт, летняя нагрузка горячего водоснабжения  $Q_{л}=1,2$  МВт. Сортамент котлов КСВа, МВт: 0,63; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15. Диапазон регулирования 40-100%.

7. Определить значение самотяги дымовой трубы если ее высота 25м, плотность воздуха составляет  $\rho_v=1,368$  кг/м<sup>3</sup>, а температура уходящих газов  $t_{ух}=180^\circ\text{C}$ .

8. Определить значение самотяги дымовой трубы если ее высота 20м, плотность уходящих дымовых газов  $\rho_g=0,81$  кг/м<sup>3</sup>, а температура воздуха  $t_v=-25^\circ\text{C}$ .

9. Определить общее сопротивление газового тракта ТГУ, выполненного из стали. Длина газохода  $L=5$ м, высота трубы  $H=20$ м, диаметр газохода и трубы одинаков и равен  $d=0,4$  м, плотность уходящих дымовых газов  $\rho_g=0,8$  кг/м<sup>3</sup>, скорость газов  $w=8$ м/с. Коэффициент местных сопротивлений входа в трубу и выхода из нее соответственно равны  $\zeta_{вх}=0,45$ ,  $\zeta_{вых}=1$ .

10. Достаточно ли высота дымовой трубы равная  $H=30$ м, если суммарные потери газового тракта ТГУ составляют  $\Sigma h=180$  Па, плотность воздуха составляет  $\rho_v=1,4$  кг/м<sup>3</sup>, а плотность уходящих дымовых газов  $\rho_g=0,85$  кг/м<sup>3</sup>.

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

1. Классификация топлива. Характеристика компонентов топлива.
2. Понятие низшей и высшей теплоты сгорания топлива, условное топливо.
3. Характеристика твердого топлива.
4. Характеристика жидкого и газообразного топлива.
5. Автономные источники энергии.
6. Преимущества и недостатки в сопоставлении с источниками централизованного теплоэнергоснабжения.
7. Задача выбора между централизованными и децентрализованными источниками тепло- и энергоснабжения.
8. Автономные котельные.
9. Блочно-модульные котельные.
10. Встроенные, пристроенные и крышные котельные. Основы энергосбережения в котельных.
11. Конденсационные котлы.
12. Дымоудаление в автономных котельных.
13. Газотурбинные и парогазовые установки.
14. Цикл простой ГТУ, влияние степени сжатия и отношения температур на КПД ГТУ.
15. Влияние на экономичность механических потерь и утечек рабочего тела.

16. Расчет тепловой схемы ГТУ. Пути совершенствования ГТУ.
  17. Комбинированные установки с котлом - утилизатором: выбор параметров ГТУ, ПТУ, КУ.
  18. Одноконтурная и двухконтурная схемы
  19. Микротурбинные установки.
  20. Принцип работы и конструкция микротурбинной установки.
  21. Преимущества микротурбин.
  22. Работа микротурбинных установок совместно с газовой котельной
  23. Топки с ручным обслуживанием и полумеханические.
  24. Механические топки.
  25. Шахтные топки.
  26. Камерные топки.
  27. Вихревые (циклонные) топки.
  28. Классификация паровых котлоагрегатов, основные параметры, маркировка.
  29. Классификация водогрейных котлоагрегатов, основные параметры, маркировка.
  30. Основные элементы водогрейных котлоагрегатов.
  31. Основные элементы паровых котлоагрегатов.
  32. Пароперегреватели. Конструктивный расчет пароперегревателя.
  33. Экономайзеры. Конструктивный расчет водяного экономайзера.
  34. Воздухоподогреватели. Конструктивный расчет воздухоподогревателя.
  35. Обмуровка котла. Арматура и гарнитура котла.
- 7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**  
Не предусмотрено учебным планом

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

Зачет 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. «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 6 и выше.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Топливоэнергетические ресурсы	УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, стандартные и прикладные задачи
2	Автономные и централизованные источники энергии. Автономные котельные	УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, стандартные и прикладные задачи
3	Источники энергии, типы и	УК-1, ПК-1, ПК-	Тест, стандартные и

	характеристики. Устройство и принципы работы.	2, ПК-3, ПК-5	прикладные задачи
4	Основные элементы систем	УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, стандартные и прикладные задачи
5	Автономные системы электроснабжения и теплоснабжения на базе возобновляемых источников энергии	УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, стандартные и прикладные задачи
6	Микротурбины	УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, стандартные и прикладные задачи

### **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 бумажном 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**

1. Маряхина, В. Теплогенерирующие установки: учебное пособие / В.С. Маряхина; Р. Мансуров. - Оренбург : ОГУ, 2014. - 104 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259259>

2. Салов, А. Г. Теплогенерирующие установки: конструкция, принцип работы котлов типа Е (ДЕ) и тепловой расчёт котла Е (ДЕ)-10-14ГМ: учебное пособие / А.Г. Салов; А.А. Гаврилова. - Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. - 103 с. - ISBN 678-5-9585-0622-4. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438393>

3. Мелькумов В.Н. Атомные станции теплоснабжения [Электронный ресурс] : Учебное пособие / сост.: В. Н. Мелькумов [и др.]. - Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. - 64 с. - ISBN 978-5-89040-625-5. URL: <http://www.iprbookshop.ru/72907.html>

**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:**

1. LibreOffice
2. AutoCAD
3. Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» <http://www.edu.ru/>, Образовательный портал ВГТУ
4. Информационная справочная система <http://window.edu.ru>  
<https://wiki.cchgeu.ru>
5. Современные профессиональные базы данных Tehnari.ru. Технический форум. Адрес ресурса: <https://www.tehnari.ru/>
6. Stroitel.club. Сообщество строителей РФ, Адрес ресурса: <http://www.stroitel.club/>

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

Для проведения лекционных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, плакатами и пособиями по профилю.

1. Котельные установки (кинофильм)
2. Общий вид котла, разрезы, топочные устройства, хвостовые поверхности нагрева, горелочные устройства, водоподготовка, тягодутьевые устройства
3. Котельная установка, сепарационные устройства, водоподготовка, деаэрация, типы дымососов, топливное хозяйство котельных.

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

По дисциплине «Системы и оборудование для обеспечения тепло-энергетическими ресурсами промышленных предприятий и объектов ТЭК» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая

работа.

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 и подбора оборудования для производства тепло-энергетических ресурсов на нужды промышленного предприятия. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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.
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 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
1			