

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

УТВЕРЖДАЮ



Декан факультета ИСИС  
*Яременко С.А.*  
«18» февраля 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ»**

Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Городские энергетические сети

Квалификация выпускника магистр

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

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2025

Автор программы

/ Д.Н. Китаев /

И.о. заведующего кафедрой  
Теплогазоснабжения и  
нефтегазового дела

/ А.И. Колосов /

Руководитель ОПОП

/ Н.А. Петрикеева /

Воронеж 2025

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

научить студентов правильному пониманию задач, стоящих перед магистрантами при разработке, монтаже и эксплуатации теплогенераторов, котельных с учетом экологической, топливно-энергетической и экономической составляющей.

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

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.

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

Дисциплина «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

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

Процесс изучения дисциплины «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен разрабатывать и внедрять мероприятия, направленные на повышение экономичности и эффективности функционирования энергетического, теплотехнического, теплотехнологического оборудования и энергосетей на всех стадиях и этапах выполнения работ

ПК-4 - Способен организовывать и контролировать производственную деятельность производственных организаций

ПК-5 - Способен осуществлять оперативный контроль за техническим состоянием энергетического, теплотехнического оборудования и работами по проектированию, эксплуатации, реконструкции энергетических и тепловых сетей, котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей

ПК-7 - Способен оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с предъявляемыми требованиями

ПК-8 - Способен осуществлять и корректировать технологические процессы при строительстве, ремонте и эксплуатации объектов по выработке, транспорту и преобразованию тепловой и электрической энергии

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	<p>знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства топлив</p> <p>уметь осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода</p> <p>владеть методиками теплового и гидравлического расчета теплогенерирующих установок и элементов оборудования</p>
ПК-4	<p>знать требования промышленной безопасности и законодательства Российской Федерации о градостроительной деятельности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта</p> <p>уметь производить расчет продуктов сгорания топлив, используемых в ТГУ. Производить тепловой расчет теплогенераторов и хвостовых поверхностей нагрева.</p> <p>владеть способностью организовывать контроль соблюдения требований промышленной безопасности</p>
ПК-5	<p>знать тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета</p> <p>уметь рассчитывать и выбирать оборудование</p> <p>владеть мероприятиями по техническому освидетельствованию, диагностированию, экспертизе промышленной безопасности, техническому обслуживанию и плановопредупредительному ремонту сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте</p>
ПК-7	<p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принятия и обоснования принимаемых проектных решений;</li> <li>- нормативы и требования к оформлению документации;</li> <li>- ЕСКД.</li> </ul> <p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать программные продукты для ускоренного решения и оформления инженерных задач;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- готовить задание на проектирование;</li> <li>- разрабатывать проекты организации строительства;</li> <li>- оформлять документацию в соответствии с системой ЕСКД;</li> <li>- использовать прикладные программы для оформления документации;</li> <li>- применять нормативы и требования к оформлению.</li> </ul> <p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками быстрого освоения новых расчетных программных пакетов;</li> <li>- определением проблемы и способов ее решения через реализацию проектного управления.</li> </ul>
ПК-8	<p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- причины и методы устранения перерасхода энергии и топливно-энергетических ресурсов в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений;</li> <li>- специфику аварий, отказов и неисправности оборудования систем;</li> <li>- факторы, причинно-следственные связи, роли элементов системы в развитии проблемной ситуации;</li> <li>- конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования систем автономного теплоснабжения;</li> <li>- тепловые схемы теплогенерирующих установок;</li> </ul> <p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прогнозировать проблемные ситуации систем теплоэнергетики и теплотехники;</li> <li>- находить и критически анализировать информацию о проблемной ситуации;</li> <li>- оценивать состояние и современные методы исследования коррозионных процессов и химической стойкости материалов;</li> <li>- управлять проектами систем на всем протяжении жизненного цикла систем.</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами устранения перерасхода энергии и топливно-энергетических ресурсов в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений;</li> <li>- спецификой аварий, отказов и неисправности оборудования систем;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- структурой и составом оборудования для транспортировки теплоносителя потребителям в системах автономного теплоснабжения;</li> <li>- положением управления проектами систем на всем протяжении жизненного цикла систем.</li> </ul>
--	--

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ» 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>	20	20
В том числе:		
Лекции	10	10
Практические занятия (ПЗ)	10	10
<b>Самостоятельная работа</b>	120	120
<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	Топливо-энергетические ресурсы, используемые в ТГУ.	Ресурсы, используемые в России и за рубежом.	4	2	18	24
2	Основы теории горения.	Горение топлив ТГУ.	4	2	18	24
3	Способы сжигания топлив. Топочные устройства.	Виды топлив. Достоинства и недостатки. Принципы перевода топков с колосниковыми решетками на газообразное топливо	4	2	18	24
4	Котлоагрегаты.	Типы и характеристики. Устройство и принципы работы. Хвостовые поверхности нагрева.	2	4	18	24
5	Тепловой баланс котлоагрегата.	Формулы расчета, отходы различных видов топлив, понятие коэффициента избытка воздуха, коэффициент полезного действия	2	4	18	24
		практическая подготовка		2		
6	Тепловой расчет котлоагрегата. Расчеты и конструирование хвостовых поверхностей нагрева.	Тепловые схемы ТГУ. Питательные установки ТГУ. Водоподготовка котельных.	2	4	18	24
		практическая подготовка		4		
<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	Топливо-энергетические ресурсы, используемые в ТГУ.	Ресурсы, используемые в России и за рубежом.	2	-	20	22
2	Основы теории горения.	Горение топлив ТГУ.	2	2	20	24
3	Способы сжигания топлив. Топочные устройства.	Виды топлив. Достоинства и недостатки. Принципы перевода топков с	2	2	20	24

		колосниковыми решетками на газообразное топливо				
4	Котлоагрегаты.	Типы и характеристики. Устройство и принципы работы. Хвостовые поверхности нагрева.	2	2	20	24
5	Тепловой баланс котлоагрегата.	Формулы расчета, отходы различных видов топлив, понятие коэффициента избытка воздуха, коэффициент полезного действия	2	2	20	24
		практическая подготовка		2		
6	Тепловой расчет котлоагрегата. Расчеты и конструирование хвостовых поверхностей нагрева.	Тепловые схемы ТГУ. Питательные установки ТГУ. Водоподготовка котельных.	-	2	20	22
		практическая подготовка		2		
<b>Итого</b>			<b>10</b>	<b>10</b>	<b>120</b>	<b>140</b>

Практическая подготовка при освоении дисциплины (модуля) проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на практических занятиях.

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Определение теплового баланса, параметров объекта, расчет тепловой эффективности установки	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7, ПК-8
2	Работа с реальными схемными решениями и типовыми проектами котельных установок, анализ проекта, сравнение схем	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7, ПК-8

## 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: «Тепловой расчет теплогенератора»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Расчет характеристик воздуха и продуктов сгорания различных топлив с построением  $It$  — диаграммы;
- составление теплового баланса теплогенераторов и определение расхода топлива;
- тепловой поверочный расчет топки;
- тепловой поверочный расчет кипяtilьных пучков;
- конструктивный расчет водяного экономайзера, пароперегревателя или воздухоподогревателя.

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
ПК-2	знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства топлив	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	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	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками теплового и гидравлического расчета теплогенерирующих установок и элементов оборудования	Выполнение плана работ по	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

		разработке курсовой работы		в рабочих программах
ПК-4	знать требования промышленной безопасности и законодательства Российской Федерации о градостроительной деятельности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь производить расчет продуктов сгорания топлив, используемых в ТГУ. Производить тепловой расчет теплогенераторов и хвостовых поверхностей нагрева.	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть способностью организовывать контроль соблюдения требований промышленной безопасности	Выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь рассчитывать и выбирать оборудование	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть мероприятиями по техническому освидетельствованию, диагностированию, экспертизе промышленной безопасности, техническому обслуживанию и плановопредупредительному ремонту сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте	Выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-7	знать - принятия и обоснования принимаемых проектных решений; - нормативы и требования к оформлению документации; - ЕСКД.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь - использовать программные продукты для ускоренного решения и оформления инженерных задач; - готовить задание на проектирование; - разрабатывать проекты	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	<p>организации строительства;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оформлять документацию в соответствии с системой ЕСКД;</li> <li>- использовать прикладные программы для оформления документации;</li> <li>- применять нормативы и требования к оформлению.</li> </ul>			
	<p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками быстрого освоения новых расчетных программных пакетов;</li> <li>- определением проблемы и способов ее решения через реализацию проектного управления.</li> </ul>	Выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-8	<p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- причины и методы устранения перерасхода энергии и топливно-энергетических ресурсов в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений;</li> <li>- специфику аварий, отказов и неисправности оборудования систем;</li> <li>- факторы, причинно-следственные связи, роли элементов системы в развитии проблемной ситуации;</li> <li>- конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования систем автономного теплоснабжения;</li> <li>- тепловые схемы теплогенерирующих установок;</li> </ul>	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прогнозировать проблемные ситуации систем теплоэнергетики и теплотехники;</li> <li>- находить и критически анализировать информацию о проблемной ситуации;</li> <li>- оценивать состояние и современные методы исследования коррозионных процессов и химической стойкости материалов;</li> <li>- управлять проектами систем на всем протяжении жизненного цикла систем.</li> </ul>	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами устранения перерасхода энергии и топливно-энергетических ресурсов в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений;</li> <li>- спецификой аварий, отказов и неисправности оборудования систем;</li> </ul>	Выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	- структурой и составом оборудования для транспортировки теплоносителя потребителям в системах автономного теплоснабжения; - положением управления проектами систем на всем протяжении жизненного цикла систем.			
--	--	--	--	--

### 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
ПК-2	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 теплогенерирующих установок и элементов оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать требования промышленной безопасности и законодательства Российской Федерации о градостроительной деятельности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь производить расчет продуктов сгорания топлив, используемых в ТГУ. Производить тепловой расчет теплогенераторов и хвостовых поверхностей нагрева.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть способностью организовывать контроль соблюдения требований промышленной безопасности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	знать тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	уметь рассчитывать и выбирать оборудование	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть мероприятиями по техническому освидетельствованию, диагностированию, экспертизе промышленной безопасности, техническому обслуживанию и плановопредупредительному ремонту сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-7	знать - принятия и обоснования принимаемых проектных решений; - нормативы и требования к оформлению документации;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь - использовать программные продукты для ускоренного решения и оформления инженерных задач; - готовить задание на проектирование; - разрабатывать проекты организации строительства; - оформлять документацию в соответствии с системой ЕСКД; - использовать прикладные программы для оформления документации; - применять нормативы и требования к оформлению.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть - навыками быстрого освоения новых расчетных программных пакетов; - определением проблемы и способов ее решения через реализацию проектного управления.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-8	знать - причины и методы устранения перерасхода энергии и топливно-энергетических ресурсов в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений; - специфику аварий, отказов и неисправности оборудования систем; - факторы, причинно-следственные связи, роли элементов системы в развитии проблемной ситуации; - конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	<p>оборудования систем автономного теплоснабжения;</p> <p>- тепловые схемы теплогенерирующих установок;</p>			
	<p>уметь</p> <p>- прогнозировать проблемные ситуации систем теплоэнергетики и теплотехники;</p> <p>- находить и критически анализировать информацию о проблемной ситуации;</p> <p>- оценивать состояние и современные методы исследования коррозионных процессов и химической стойкости материалов;</p> <p>- управлять проектами систем на всем протяжении жизненного цикла систем.</p>	<p>Решение стандартных практических задач</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>
	<p>владеть:</p> <p>- методами устранения перерасхода энергии и топливно-энергетических ресурсов в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений;</p> <p>- спецификой аварий, отказов и неисправности оборудования систем;</p> <p>- структурой и составом оборудования для транспортировки теплоносителя потребителям в системах автономного теплоснабжения;</p> <p>- положением управления проектами систем на всем протяжении жизненного цикла систем.</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>

## 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
- в) запасные.

## **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)  $SO_x, NO_x$ ;
- б)  $NO_x, SO_x, V_2O_5$ ;
- в)  $SO_x, NO_x, \text{зола}$ ;

### **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> V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**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. Агрегаты, предназначенные для выработки водяного пара называются**

- а) водогрейными котлами
- б) паровыми турбинами
- в) котельными агрегатами
- г) паровыми подогревателями

**2. Арматурой называют устройства**

- а) служащие для удаления шлака и золы
- б) служащие для выявления неплотностей газоздушного тракта
- в) служащие для монтажа оборудования
- г) предназначенные для прекращения подачи теплоносителя или изменения его количества

**3. Аэродинамическое сопротивление складывается из**

- а) сопротивления трения и местных сопротивлений
- б) сопротивления трения и сопротивлений вязкости
- в) сопротивления внутреннего трения и избыточного напора
- г) потери полного давления и геометрической высоты расположения

**4. В диффузионных горелках газ и воздух подаются в топку**

- а) предварительно подогретыми
- б) с высокой скоростью
- в) предварительно полностью перемешанными
- г) отдельно

**5. В котельных первой категории должна предусматриваться установка**

- а) не более трех котлов
- б) одного котла
- в) не менее двух котлов
- г) не более двух котлов

**6. В котельных с водогрейными котлами следует предусматривать деаэраторы**

- а) резервные
- б) атмосферные
- в) повышенного давления
- г) вакуумные

**7. В маркировке котла ДЕ-10-14ГМ цифра 10 обозначает**

- а) температуру пара
- б) давление пара в атм
- в) давление пара в МПа
- г) паропроизводительность в т/ч

**8. В промышленных котлах, работающих при давлении пара до 2,16 МПа, чаще всего применяются экономайзеры**

- а) чугунные
- б) из легированной стали
- в) латунные
- г) стальные

**9. В топках с чешуйчатыми цепными решетками прямого хода рекомендуется сжигать**

- а) бурый уголь
- б) каменный уголь
- в) природный газ
- г) мазут

**10. Взрывные клапаны предназначены для**

- а) отбора проб газовой среды во время работы котла
- б) предотвращения разрушающих последствий, вызываемых повышением давления в топке
- в) регулирования воздушной среды
- г) удобства ремонта топки изнутри

#### **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. Основы теории горения топлива.
6. Горение твердого топлива.
7. Горение жидкого топлива.
8. Горение газообразного топлива.
9. Расчет характеристик воздуха и продуктов сгорания топлива, определение энтальпии продуктов сгорания.
10. Способы сжигания органического топлива.
11. Топки с ручным обслуживанием и полумеханические.
12. Механические топки.
13. Шахтные топки.
14. Камерные топки.
15. Вихревые (циклонные) топки.
16. Классификация паровых котлоагрегатов, основные параметры, маркировка.

17. Классификация водогрейных котлоагрегатов, основные параметры, маркировка.

18. Основные элементы водогрейных котлоагрегатов.

19. Основные элементы паровых котлоагрегатов.

20. Пароперегреватели. Конструктивный расчет пароперегревателя.

21. Экономайзеры. Конструктивный расчет водяного экономайзера.

22. Воздухоподогреватели. Конструктивный расчет воздухоподогревателя.

23. Обмуровка котла. Арматура и гарнитура котла.

24. Циркуляция воды в котлах. Внутрибарабанные устройства.

### 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 может проводиться по итогам текущего контроля успеваемости и сдачи КР и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

КР выполняется в рамках самостоятельной работы под контролем преподавателя. Варианты курсового проекта выдаются каждому студенту индивидуально. Оценки по КР проставляются на основе результатов их защиты студентами

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Топливо-энергетические ресурсы, используемые в ТГУ.	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, самостоятельная работа, требования к курсовому проекту, сдача зачета
2	Основы теории горения.	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, самостоятельная работа, требования к курсовому проекту, сдача зачета

3	Способы сжигания топлив. Топочные устройства.	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, самостоятельная работа, требования к курсовому проекту, сдача зачета
4	Котлоагрегаты.	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, самостоятельная работа, требования к курсовому проекту, сдача зачета
5	Тепловой баланс котлоагрегата.	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, самостоятельная работа, требования к курсовому проекту, сдача зачета
6	Тепловой расчет котлоагрегата. Расчеты и конструирование хвостовых поверхностей нагрева.	ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-7, ПК-8	Тест, контрольная работа, защита реферата, самостоятельная работа, требования к курсовому проекту, сдача зачета

### **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. Жихар, Г. И. Котельные установки ТЭС. Теплотехнические расчеты : учебное пособие / Г. И. Жихар. — Минск : Вышэйшая школа, 2017. — 224 с. — ISBN 978-985-06-2883-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90783.html>

2. Елистратов, С. Л. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 102 с. — ISBN 978-5-7782-3442-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91226.html>

3. Котельные установки и парогенераторы: Учебник / Лебедев В. М. - Москва: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. - 375 с. - ISBN 978-5-89035-641-3. URL: <http://www.iprbookshop.ru/26812>

4. Хаванов П.А. Источники теплоты автономных систем теплоснабжения [Электронный ресурс]: монография/ Хаванов П.А.— Электрон. текстовые дан-ные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30342>.— ЭБС «IPRbooks».

5. Расчет и выбор оборудования теплогенерирующей установки [Текст]: метод. указания по курсовому проектированию теплогенерирующих установок для студ. бакалавриата направления подготовки 08.03.01 «Строительство» / Воронеж-ский ГАСУ; сост.: А. Т. Курносов, Д. Н. Китаев.— Воронеж, 2015. — 22 с.

6. Тепловой расчет теплогенераторов: метод. указания к выполнению курсовой работы по теплогенерирующим установкам для бакалавриата направления подготов-ки 08.03.01 «Строительство» / Воронежский ГАСУ; сост.: А. Т. Курносов, Д. Н. Китаев. — Воронеж, 2015. — 25с.

**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:**

- Лицензионное программное обеспечение: ABBYY FineReader 9.0; Microsoft Office Word 2013/2007; Microsoft Office Excel 2013/2007; Microsoft Office Power Point 2013/2007; Maple v18; Adobe Acrobat Reader; PDF24 Creator; 7zip.

- Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: <http://www.edu.ru>; Образовательный портал ВГТУ; программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

- Информационные справочные системы: единое окно доступа к образовательным ресурсам – <http://window.edu.ru>; Справочная система ВГТУ – <https://wiki.cchgeu.ru>; СтройКонсультант; Справочная Правовая Система КонсультантПлюс; Электронно-библиотечная система IPRbooks; «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки»; ЭБС Лань; Научная электронная библиотека Elibrary;

- Современные профессиональные базы данных: Национальная информационная система по строительству – <http://www.know-house.ru>; Портал Российской академии архитектуры и строительных наук – <http://www.raasn.ru>; Электронная библиотека строительства – <http://www.zodchii.ws>; Портал АВОК – <https://www.abok.ru>.

## **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 (Кодограммы) 35шт.

3. Котельная установка, сепарационные устройства, водоподготовка, деаэрация, типы дымососов, топливное хозяйство котельных (плакаты).

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

По дисциплине «Теплогенерирующие установки и мини-ТЭЦ» 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 ТГУ и мини-ТЭЦ. 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; 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.
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.