

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»  
в городе Борисоглебске



УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала

Е.А. Позднова/

\_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины (модуля)  
«Теплогенерирующие установки»**

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2023 г.

Автор(ы) программы

Филатова Н.В.

Заведующий кафедрой  
теплогазоснабжения,  
отопления и вентиляции

Короткова Е.А.

Руководитель ОПОП

Филатова Н.В.

**Борисоглебск 2023**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Теплогенерирующие установки» является научить студентов правильному пониманию задач, стоящих перед бакалаврами 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» 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» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации, ремонту, реконструкции систем ТГВ, разрабатывать и внедрять мероприятия по ресурсо- и энергосбережению

ПК-5 - Способен выполнять и организовывать работы по проектированию систем теплогазоснабжения и вентиляции зданий, сооружений, населённых мест

ПК-6 - Способен выполнять и организовывать авторский надзор по проектным решениям систем теплогазоснабжения, вентиляции и водоснабжения и водоотведения

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства топлив. Методы и способы производства тепловой энергии. Конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования. Тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета. Методику теплового расчета ТГУ.
	Уметь производить расчет продуктов сгорания топлив, используемых в ТГУ. Производить тепловой расчет теплогенераторов и хвостовых поверхностей нагрева. Рассчитывать и выбирать оборудование химводоподготовки.
	Владеть методиками теплового, гидравлического и

	аэродинамического расчета теплогенерирующих установок и элементов оборудования.
ПК-5	Знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства топлив. Методы и способы производства тепловой энергии. Конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования. Тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета. Методику теплового расчета ТГУ.
	Уметь производить расчет продуктов сгорания топлив, используемых в ТГУ. Производить тепловой расчет теплогенераторов и хвостовых поверхностей нагрева. Рассчитывать и выбирать оборудование химводоподготовки.
	Владеть методиками теплового, гидравлического и аэродинамического расчета теплогенерирующих установок и элементов оборудования.
ПК-6	Знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства топлив. Методы и способы производства тепловой энергии. Конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования. Тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета. Методику теплового расчета ТГУ.
	Уметь производить расчет продуктов сгорания топлив, используемых в ТГУ. Производить тепловой расчет теплогенераторов и хвостовых поверхностей нагрева. Рассчитывать и выбирать оборудование химводоподготовки.
	Владеть методиками теплового, гидравлического и аэродинамического расчета теплогенерирующих установок и элементов оборудования.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теплогенерирующие установки» составляет 5 з.е.

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

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	63	63
<b>Курсовой проект</b>	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:	ак. часы	180
	зач.ед.	5

## 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. раб	СРС	Всего, час
1	Топливо-энергетические ресурсы, используемые в ТГУ.	Классификация топлива. Характеристика компонентов топлива. Понятие низшей и высшей теплоты сгорания топлива, условное топливо. Характеристика твердого топлива. Характеристика жидкого и газообразного топлива.	4	2	9	4	19
2	Основы теории горения. Горение топлив ТГУ.	Основы теории горения топлива. Горение твердого топлива. Горение жидкого топлива. Горение газообразного топлива. Расчет характеристик воздуха и продуктов сгорания топлива, определение энтальпии продуктов сгорания.	4	2	9	4	19
3	Способы сжигания топлив. Топочные устройства.	Способы сжигания органического топлива. Топки с ручным обслуживанием и полумеханические. Механические топки. Шахтные топки. Камерные топки. Вихревые (циклонные) топки.	4	4		4	12
4	Котлоагрегаты, типы и характеристики. Устройство и принципы работы. Хвостовые поверхности нагрева.	Классификация паровых котлоагрегатов, основные параметры, маркировка. Классификация водогрейных котлоагрегатов, основные параметры, маркировка. Основные элементы водогрейных котлоагрегатов. Пароперегреватели. Конструктивный расчет пароперегревателя. Экономайзеры. Конструктивный расчет водяного экономайзера. Воздухоподогреватели. Конструктивный расчет воздухоподогревателя. Обмуровка котла. Арматура и гарнитура котла.	4	4		9	17
5	Тепловой баланс котлоагрегата.	Составление уравнений теплового баланса. Тепловой баланс котлоагрегата. КПД котлоагрегата.	4	4		9	17
6	Тепловой расчет котлоагрегата. Расчеты и конструирование хвостовых поверхностей нагрева.	Циркуляция воды в котлах. Внутрибаранные устройства. Тепловой, аэродинамический и гидравлический расчет ТГУ.	4	10		9	23
7	Тепловые схемы ТГУ.	Схемы отопительной, производственно-отопительной, производственной ТГУ	4	4		9	17
8	Питательные установки ТГУ.	Питательные установки. Требования к надежности и производительности питательных установок. Схемы включения питательных насосов. Питательные трубопроводы и паропроводы.	4	2		8	14
9	Водоподготовка котельных.	Водный режим работы котлов. Физико-химические характеристики воды. Требования, предъявляемые к качеству исходной, питательной, котловой воды и пара. Обработка воды.	4	4		7	15
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>63</b>	<b>153</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 курсового проекта в 6 семестре для очной

формы обучения.

Выполняется курсовой проект на тему: «Тепловой расчет теплогенератора». Проект включает: Расчет характеристик воздуха и продуктов сгорания различных топлив с построением It — диаграммы, составление теплового баланса теплогенератора и определение расхода топлива, тепловой поверочный расчет топки, тепловой поверочный расчет кипяtilьных пучков, конструктивный расчет водяного экономайзера, пароперегревателя или воздухоподогревателя.

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- закрепить знание структуры, состава основного и вспомогательного оборудования котельных. Нормативной базы в области проектирования ТГУ;
- научиться пользоваться справочниками, подбирать оборудование ТГУ, проводить расчеты продуктов сгорания топлив, тепловой расчет теплогенераторов и хвостовых поверхностей.
- научиться владеть нормативными методами теплового и гидравлического расчетов ТГУ.

Курсовой проект включают 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».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ПК-4	Знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства топлив. Методы и способы производства тепловой энергии. Конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования. Тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета. Методику теплового расчета ТГУ.	Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта.
	Уметь производить расчет продуктов сгорания топлив, используемых в ТГУ. Производить тепловой расчет теплогенераторов и хвостовых поверхностей нагрева.	Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта.

	Рассчитывать и выбирать оборудование химводоподготовки.		соблюдается.	
	Владеть методиками теплового, гидравлического и аэродинамического расчета теплогенерирующих установок и элементов оборудования.	Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта.
ПК-5	Знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства топлив. Методы и способы производства тепловой энергии. Конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования. Тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета. Методику теплового расчета ТГУ.	Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта.
	Уметь производить расчет продуктов сгорания топлив, используемых в ТГУ. Производить тепловой расчет теплогенераторов и хвостовых поверхностей нагрева. Рассчитывать и выбирать оборудование химводоподготовки.	Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта.
	Владеть методиками теплового, гидравлического и аэродинамического расчета теплогенерирующих установок и элементов оборудования.	Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается. Лабораторные.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта.
ПК-6	Знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства топлив. Методы и способы производства тепловой энергии. Конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования. Тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета. Методику теплового расчета ТГУ.	Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения проекта соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта.
	Уметь производить расчет продуктов сгорания топлив, используемых в ТГУ. Производить тепловой расчет теплогенераторов и хвостовых поверхностей нагрева. Рассчитывать и выбирать оборудование химводоподготовки.	Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения проекта.
	Владеть методиками теплового,	Курсовой проект Тестирование	Выполнено тестирование на	Тестирование не выполнено.

	гидравлического и аэродинамического расчета теплогенерирующих установок и элементов оборудования.		положительную оценку. График выполнения курсового проекта соблюдается. Лабораторные.	Значительное отставание от графика выполнения проекта.
--	---	--	--	--

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-4	Знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства топлив. Методы и способы производства тепловой энергии. Конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования. Тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета. Методику теплового расчета ТГУ.	КП Экзамен	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
	Уметь производить расчет продуктов сгорания топлив, используемых в ТГУ. Производить тепловой расчет теплогенераторов и хвостовых поверхностей нагрева. Рассчитывать и выбирать оборудование химводоподготовки.	КП Экзамен	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
	Владеть методиками теплового, гидравлического и аэродинамического расчета теплогенерирующих установок и элементов оборудования.	КП Экзамен	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
ПК-5	Знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства	КП Экзамен	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно

	топлив. Методы и способы производства тепловой энергии. Конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования. Тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета. Методику теплового расчета ТГУ.		ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
	Уметь производить расчет продуктов сгорания топлив, используемых в ТГУ. Производить тепловой расчет теплогенераторов и хвостовых поверхностей нагрева. Рассчитывать и выбирать оборудование химводоподготовки.	КП Экзамен	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
	Владеть методиками теплового, гидравлического и аэродинамического расчета теплогенерирующих установок и элементов оборудования.	КП Экзамен	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
ПК-6	Знать основные сведения о топливных ресурсах. Происхождение, классификацию, состав и свойства топлив. Методы и способы производства тепловой энергии. Конструкции различных теплогенераторов, вспомогательного оборудования. Тепловые схемы теплогенерирующих установок, методы их расчета. Методику теплового расчета ТГУ.	КП Экзамен	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
	Уметь производить расчет продуктов сгорания топлив, используемых в ТГУ. Производить тепловой расчет теплогенераторов и хвостовых поверхностей нагрева. Рассчитывать и выбирать оборудование химводоподготовки.	КП Экзамен	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КП на положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
	Владеть методиками теплового,	КП Экзамен	Студент защитил КП на	Студент защитил КП на	Студент защитил КП на	Студент защитил КП на



	гидравлического и аэродинамического расчета теплогенерирующих установок и элементов оборудования.		положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	положительную оценку. В ходе экзамена правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	положительную оценку. В ходе экзамена в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	положительную оценку. В ходе экзамена не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
--	---	--	--	---	--	---

## 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. Указать ложное утверждение. Как влияет наличие золы в топливе на процесс горения?

1. Понижает тепловые качества топлива
2. Требуется дополнительных расходов на транспортирование и хранение топлива
3. Улучшает воспламенение
4. Понижает температуру горения

2. Указать ложное утверждение. Какие компоненты входят в состав органических соединений, образующих горючую часть топлива ?

1. Углерод С
2. Азот N
3. Влага W
4. Сера S

3. По какой формуле производится определение аналитической влаги в топливе ?

1.  $W^a = (\delta/a)100\%$
2.  $W^p = (\delta/a)100\%$
3.  $W^{6H} = (\delta/a)100\%$
4.  $W_{ec}^a = (\delta/a)100\%$

4. Указать правильное утверждение

К естественным жидким топливам относят ?

1. Нефть
2. Топочный мазут
3. Бензин
4. Дизельное топливо

5. Указать теплоту сгорания условного топлива ?

1. 8500 ккал/кг
2. 7000 ккал/кг
3. 9000 ккал/кг
4. 6000 ккал/кг

6. Укажите ложное утверждение

При полном сгорании топлива продукты сгорания состоят из следующих основных компонентов ?

1. CO<sub>2</sub>
2. Водяных паров
3. Избыточного O<sub>2</sub>
4. CO

7. Укажите ложное утверждение

Как влияет количество летучих веществ на процесс воспламенения топлива ?

1. Чем больше выход летучих веществ, тем легче воспламеняется топливо

2. Выше реакционная способность топлива при горении

3. С увеличением количества летучих веществ ухудшается воспламенение топлива

4. Чем больше выход летучих веществ, тем быстрее сгорает топливо

8. Какая влага твердого топлива называется пирогенетической ?

1. Внешняя  $W_{вн}$

2. Гигроскопическая  $W^2$

3. Рабочая влага  $W^p$
4. Влага воздушно-сухого топлива  $W^a_{в.с.}$
9. Укажите температуру, при которой происходит определение выхода летучих веществ в муфеле ?
1.  $800 \pm 10^\circ\text{C}$     2.  $850 \pm 10^\circ\text{C}$     3.  $900 \pm 10^\circ\text{C}$     4.  $1000 \pm 10^\circ\text{C}$
10. При какой температуре высушивается измельченная навеска воздушно-сухого топлива для определения аналитической влаги  $W^c$  (ускоренный метод) ?
1.  $100 \pm 5^\circ\text{C}$     2.  $140 \pm 5^\circ\text{C}$     3.  $130 \pm 5^\circ\text{C}$     4.  $120 \pm 5^\circ\text{C}$

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

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) Менше единицы;  
 в) Равна единице.

8. Качество котловой воды паровых котлов нормируется
- по жесткости и содержанию кислорода;
  - по щелочности и сухому остатку;
  - по жесткости и щелочности.
9. Качество питательной воды паровых котлов нормируется
- по щелочности и сухому остатку;
  - по жесткости и содержанию кислорода;
  - по жесткости и щелочности.
10. Какие клапаны устанавливаются на верхнем барабане котла
- взрывные
  - предохранительные

### 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  $Q_n^p = 5800$  ккал/кг. Среднее значение отпуска тепловой энергии в тепловую сеть в течении отопительного периода,  $Q_{cp} = 200,5$  Гкал/сут, средневзвешенный норматив удельного расхода топлива за отопительный период,  $H_{cp.m.} = 167,15$  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  $Q_n^p = 5400$  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,  $H_{cp.m.} = 168,0$  кг.у.т./Гкал.

3. Определить неснижаемый норматив запаса топлива (ННЗТ) в отопительной котельной при доставке топлива автотранспортом, если основным топливом является мазут  $Q_n^p = 9100$  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,  $H_{cp.m.} = 165,2$  кг.у.т./Гкал.

4. Соответствует ли скорость дымовых газов на выходе из дымовой трубы рекомендуемой, если объем дымовых газов  $V_2 = 2500$  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  $-30^{\circ}\text{C}$ . 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  $\rho_e=1,368$  кг/м<sup>3</sup>, а температура уходящих газов  $t_{yx}=180^\circ\text{C}$ .

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

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  $\rho_z=0,8$  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  $\rho_e=1,4$  кг/м<sup>3</sup>, а плотность уходящих дымовых газов  $\rho_z=0,85$  кг/м<sup>3</sup>.

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

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

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.

25. Тепловой баланс котлоагрегата.

26. КПД котлоагрегата.

27. Тепловые схемы теплогенерирующих установок(общие сведения).

28. Принципиальная тепловая схема производственно-отопительной ТГУ.

29. Принципиальная тепловая схема отопительной ТГУ с водогрейными котлами.

30. Составление уравнений теплового баланса.

31. Водный режим работы котлов.

32. Физико-химические характеристики воды.

33. Требования, предъявляемые к качеству исходной, питательной, котловой воды и пара.

34. Обработка воды.

35. Питательные установки.

36. Требования к надежности и производительности питательных установок.

37. Схемы включения питательных насосов.

38. Питательные трубопроводы и паропроводы.

#### **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	Топливо-энергетические ресурсы, используемые в ТГУ.	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест Экзамен
2	Основы теории горения. Горение топлив ТГУ.	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест Экзамен
3	Способы сжигания топлив. Топочные устройства.	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест Экзамен
4	Котлоагрегаты, типы и характеристики. Устройство и принципы работы. Хвостовые поверхности нагрева.	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест Экзамен КП
5	Тепловой баланс котлоагрегата.	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест Экзамен КП
6	Тепловой расчет котлоагрегата. Расчеты и конструирование хвостовых поверхностей нагрева.	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест Экзамен КП
7	Тепловые схемы ТГУ.	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест Экзамен КП
8	Питательные установки ТГУ.	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест Экзамен КП
9	Водоподготовка котельных.	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест Экзамен КП

### 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. 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>

2. Сидельковкий, Лазарь Наумович. Котельные установки промышленных предприятий [Текст] : учебник: допущено МО СССР. - 4-е изд., репринт. - М. : Бастет, 2009 (Ярославль : ОАО "Ярославский полиграфкомбинат", 2009). - 526 с. : ил. - Библиогр.: с. 520-521 (21 назв.). - ISBN 978-5-903178-13-1 : 522-00.

3. Курносков, А.Т. Конструкции и характеристики теплогенераторов и их топочных устройств / А.Т. Курносков, Д.Н. Китаев, А.С. Бабич. – Воронеж. Изд-во ВГАСУ, 2007. – 50с.

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

5. Тепловой расчет теплогенераторов: метод. указания к выполнению практ. занятий и курс. проекта по теплогенерирующим установкам для бакалавриата направления подготовки 08.03.01 «Строительство», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А. Т. Курносков, Д. Н. Китаев. — Воронеж, 2021. — 25с.

6. Теплогенерирующие установки: метод. указания к расчетам на ЭВМ характеристик продуктов сгорания топлив ТГУ с построением  $It$  – диаграммы для бакалавриата направления подготовки 08.03.01 «Строительство», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А. Т. Курносков, Д. Н. Китаев.— Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. — 10 с.

### **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:**

Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, AutoCAD, Mathcad, стройконсультант, Internet Explorer.

Китаев Д.Н. Курносков А.Т. Расчет характеристик продуктов сгорания топлива ТГУ (программа). Отраслевой фонд алгоритмов и программ 31 октября 2007г. № гос. рег. 50200702253. Москва.

<http://elibrary.ru>. [www.rosteplo.ru](http://www.rosteplo.ru), [www.energohelp.ru](http://www.energohelp.ru), [www. portal-](http://www.portal-)

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

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 32 шт.).

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

По дисциплине «Теплогенерирующие установки» читаются лекции, проводятся практические занятия, 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 основного и вспомогательного оборудования ТГУ. 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.
Лабораторные работы	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 усвоения 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 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
1			
2			
3			