

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  
Инженерных систем и сооружений



/С.А. Яременко/  
18 февраля 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Сжигание и переработка топлива»**

**Направление подготовки** 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

**Профиль** Городские энергетические сети

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 4 года и 11 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 \_\_\_\_\_ Д.Н. Китаев

Воронеж 2025

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Сформировать у обучающихся компетенции, закрепленные в учебном плане за дисциплиной

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучить процессы сжигания топлива и топочные устройства с помощью которых оно осуществляется;
- изучить физико-химические основы переработки топлива, схемы установок по переработке и устройства;
- рассчитать состав продуктов сгорания газификации топлива и их характеристики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Сжигание и переработка топлива» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Сжигание и переработка топлива» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен разработать рациональные режимы работы системы тепло- и газоснабжения, обеспечивающие надежность, экономичность и безопасность передачи

ПК-6 - Способен обеспечить и контролировать эксплуатацию котельных, тепловых и газовых сетей

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать классификацию, свойства и характеристики топлив и их продуктов сгорания а также номенклатуру топочных и горелочных устройств.
	уметь проводить расчеты процессов сжигания топлива и топочных устройств, а также объемов окислителя для сжигания топлива, характеристик топлив и продуктов сгорания
	владеть методиками расчета топочных и горелочных устройств
ПК-6	знать характеристики топлив, поступающих на переработку и состав продуктов газификации топлив
	уметь проводить расчеты технологического процесса переработки топлива с оптимальными параметрами
	владеть методиками расчета процессов переработки топлив

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Сжигание и переработка топлива» составляет 4 з.е.

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

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	10	10
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	6	6
<b>Самостоятельная работа</b>	130	130
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
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	Общие сведения о топливе	Общие сведения о топливе. Состав и характеристики компонентов топлива. Классификация топлива. Свойства топлив.	6	6	12	24
2	Основы теории горения	Процесс самовоспламенения, тепловой взрыв. Изотермические и адиабатные химические превращения. Распространение пламени.	6	6	12	24

		Определение кинетических констант горения. Смесеобразование. Ламинарное и турбулентное горение. Особенности горения жидкого топлива. Гетерогенное горение. Сгорание углерода в слое. Горение твердого топлива в слое и во взвешенном состоянии.				
3	Устройства для сжигания твердого топлива	Особенности организации слоевого процесса и основные технические схемы его осуществления. Приближенная теория выгорания и газификации слоя топлива. Особенности сжигания твердого топлива в псевдооживленном слое. Оценка длины пылеугольного факела. Классификация пылеугольных горелок. Основные рекомендации для проектирования пылеугольных горелок. Пути интенсификации горения твердого топлива.	6	6	12	24
4	Устройства для сжигания жидкого топлива	Механизм распыливания жидкости форсунками. Особенности распыливания жидкости воздухом и паром. Основные факторы, влияющие на качество распыла механическими центробежными форсунками. Интенсификация процессов сжигания жидкого топлива	6	6	12	24
5	Устройства для сжигания газообразного топлива	Основные требования, предъявляемые к газовым горелкам, их классификация и основные характеристики. Преимущества, недостатки и область применения отдельных классов горелок. Рекомендации по выбору и применению различных типов газогорелочных устройств. Конструкции горелок.	6	6	12	24
6	Газификация твердого топлива	Методы газификации твердого топлива. Технологические процессы с использованием газификации. Оценка термической эффективности газогенератора. Газификация в неподвижном слое. Газификация в кипящем слое. Газификация в пылевом потоке.	6	6	12	24
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>144</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Общие сведения о топливе	Общие сведения о топливе. Состав и характеристики компонентов топлива. Классификация топлива. Свойства топлив.	2	-	20	22
2	Основы теории горения	Процесс самовоспламенения, тепловой взрыв. Изотермические и адиабатные химические превращения. Распространение пламени. Определение кинетических констант горения. Смесеобразование. Ламинарное и турбулентное горение. Особенности горения жидкого топлива. Гетерогенное горение. Сгорание углерода в слое. Горение твердого топлива в слое и во взвешенном состоянии.	2	1	22	25
3	Устройства для сжигания твердого топлива	Особенности организации слоевого процесса и основные технические схемы его осуществления. Приближенная теория выгорания и газификации слоя топлива. Особенности сжигания твердого топлива в псевдооживленном слое. Оценка длины пылеугольного факела. Классификация пылеугольных горелок. Основные рекомендации для проектирования пылеугольных горелок. Пути интенсификации горения твердого топлива.	-	-	22	22
4	Устройства для сжигания жидкого топлива	Механизм распыливания жидкости форсунками. Особенности распыливания жидкости воздухом и паром. Основные факторы, влияющие на качество распыла механическими центробежными форсунками. Интенсификация процессов сжигания жидкого топлива	-	1	22	23
5	Устройства для сжигания газообразного топлива	Основные требования, предъявляемые к газовым горелкам, их классификация и основные характеристики. Преимущества, недостатки и	-	2	22	24

		область применения отдельных классов горелок. Рекомендации по выбору и применению различных типов газогорелочных устройств. Конструкции горелок.				
6	Газификация твердого топлива	Методы газификации твердого топлива. Технологические процессы с использованием газификации. Оценка термической эффективности газогенератора. Газификация в неподвижном слое. Газификация в кипящем слое. Газификация в пылевом потоке.	-	2	22	24
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>6</b>	<b>130</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 6 семестре для очной формы обучения, в 7 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Расчет свойств газообразного топлива и характеристик продуктов сгорания»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- рассчитать характеристики исходного топлива;
- рассчитать количество воздуха, необходимого для полного сгорания продуктов газификации топлива, объемы и энтальпии продуктов сгорания при различных коэффициентах избытка воздуха;
- построить  $I-t$  диаграмму продуктов сгорания твердого топлива.

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 классификацию, свойства и характеристики топлив и их продуктов сгорания а также номенклатуру топочных и горелочных	Курсовая работа Тестирование Опрос	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения курсовой работы.

	устройств. уметь проводить расчеты процессов сжигания топлива и топочных устройств, а также объемов окислителя для сжигания топлива, характеристик топлив и продуктов сгорания	Курсовая работа Тестирование Опрос	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения курсовой работы.
	владеть методиками расчета топочных и горелочных устройств	Курсовая работа Тестирование Опрос	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения курсовой работы.
ПК-6	знать характеристики топлив, поступающих на переработку и состав продуктов газификации топлив	Курсовая работа Тестирование Опрос	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения курсовой работы.
	уметь проводить расчеты технологического процесса переработки топлива с оптимальными параметрами	Курсовая работа Тестирование Опрос	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения курсовой работы.
	владеть методиками расчета процессов переработки топлив	Курсовая работа Тестирование Опрос	Выполнено тестирование на положительную оценку. График выполнения курсовой работы соблюдается.	Тестирование не выполнено. Значительное отставание от графика выполнения курсовой работы.

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

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

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	знать классификацию, свойства и характеристики топлив и их продуктов сгорания а также номенклатуру топочных и	КР Зачет с оценкой.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета правильно ответил на вопросы, полностью	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета правильно ответил на вопросы, не полностью	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета в целом правильно ответил на вопросы,	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета не правильно ответил на вопросы или не было попытки

	горелочных устройств.		раскрыл их суть и решил задачу.	раскрыл их суть и решил задачу.	частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	ответить, не решил задачу.
	уметь проводить расчеты процессов сжигания топлива и топочных устройств, а также объемов окислителя для сжигания топлива, характеристик топлив и продуктов сгорания	КР Зачет с оценкой.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
	владеть методиками расчета топочных и горелочных устройств	КР Зачет с оценкой.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
ПК-6	знать характеристики топлив, поступающих на переработку и состав продуктов газификации топлив	КР Зачет с оценкой.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета не правильно ответил на вопросы или не было попытки ответить, не решил задачу.
	уметь проводить расчеты технологического процесса переработки топлива с оптимальными	КР Зачет с оценкой.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета правильно ответил на вопросы,	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета правильно ответил на вопросы, не	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета в целом правильно ответил на	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета не правильно ответил на вопросы или не

	параметрами		полностью раскрыл их суть и решил задачу.	полностью раскрыл их суть и решил задачу.	вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	было попытки ответить, не решил задачу.
	владеть методиками расчета процессов переработки топлив	КР Зачет с оценкой.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета правильно ответил на вопросы, полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета правильно ответил на вопросы, не полностью раскрыл их суть и решил задачу.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета в целом правильно ответил на вопросы, частично раскрыл их суть и обозначил правильный ход решения задачи.	Студент защитил КР на положительную оценку. В ходе зачета 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. Камерные топки не используют для сжигания

- а) газа
- б) мазута
- в) пыли
- г) кусков топлива

2. Не является показателем топчного устройства

- а) коэффициент избытка воздуха на выходе из топки
- б) потеря теплоты от химической неполноты сгорания
- в) тепловая производительность
- г) потеря с уходящими газами

3. При полном сгорании  $1\text{ м}^3$  метана образуется

- а)  $1\text{ м}^3$  углекислого газа и  $2\text{ м}^3$  водяных паров.
- б)  $2\text{ м}^3$  углекислого газа и  $1\text{ м}^3$  водяных паров.
- в)  $3\text{ м}^3$  углекислого газа и  $2\text{ м}^3$  азота.
- г)  $2\text{ м}^3$  углекислого газа,  $4\text{ м}^3$  водяных паров и  $1\text{ м}^3$  азота.

4. Степень стеснения факела горелки - это

- а) отношение площади выходного сечения горелки к площади поперечного сечения камеры горения
- б) отношение площади поперечного сечения камеры горения к площади выходного сечения горелки
- в) отношение площади входного сечения горелки к площади поперечного сечения камеры горения
- г) отношение длины горелки к длине камеры горения

5. Не является способом подачи компонентов газовой горелки
- а) подача воздуха за счет разряжения в рабочем пространстве
  - б) принудительная подача газозвоздушной смеси от постороннего источника
  - в) принудительная подача воздуха от встроенного вентилятора
  - г) подача газозвоздушной смеси за счет естественной конвекции
6. У горелок ГМГМ угол раскрытия факела составляет
- а) 30-40°
  - б) 40-50°
  - в) 60-70°
  - г) 70-80°
7. У горелок ГМГМ при номинальном режиме доля первичного воздуха составляет
- а) 5-10%
  - б) 10-15%
  - в) 15-20%
  - г) до 30%
8. К достоинствам горелок турбулентного смешения не относят
- а) возможность сжигания большого количества газа при небольших размерах
  - б) диапазон регулирования
  - в) конструкцию
  - г) сжигание газа с химической неполнотой
9. Не является группой генераторного газа
- а) воздушный
  - б) водяной
  - в) парокислородный
  - г) водородный
10. Основная горючая составляющая твердого топлива
- а) водород
  - б) углерод
  - в) сера
  - г) метан

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

1. Топки для сжигания топлива по классификации не бывают
- а) циклонные
  - б) с кипящим слоем
  - в) камерные
  - г) пламенные
2. Низшая теплота сгорания топлива это
- а) разность высшей теплоты сгорания и теплоты парообразования влаги, содержащейся в топливе и образовавшейся при сжигании.
  - б) разность высшей теплоты сгорания и теплоты парообразования влаги, содержащейся в топливе.
  - в) разность высшей теплоты сгорания и теплоты воздуха, идущего для окисления.
  - г) минимальное значение теплоты, выделяющейся при недостатке кислорода.

3. Наибольшее значение в образовании летучих веществ имеет

- а) Углерод
- б) Водород
- в) Сера
- г) Азот

4. Условное топливо имеет низшую теплоту сгорания

- а) 7000 ккал/кг
- б) 6000 ккал/кг
- в) 29000 МДж/кг
- г) 7000 МДж/кг

5. По возрастанию теплотворной способности расположено топливо

- а) горючие сланцы, бурый уголь, каменный уголь, антрацит, природный газ, мазут
- б) бурый уголь, горючие сланцы, каменный уголь, антрацит, мазут, природный газ
- в) горючие сланцы, каменный уголь, бурый уголь, антрацит, природный газ, мазут
- г) горючие сланцы, каменный уголь, торф, антрацит, мазут, природный газ

6. Температура воспламенения – это

- а) наименьшая температура вещества, при которой вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после их зажигания возникает устойчивое пламенное горение
- б) наименьшая температура вещества, при которой вещество выделяет летучие вещества, горючие пары и газы с такой скоростью, что после их зажигания возникает устойчивое пламенное горение
- в) минимальная температура вещества, при которой вещество выделяет водяные пары, горючие пары и газы с такой скоростью, что после их зажигания возникает устойчивое пламенное горение
- г) наименьшая температура вещества, при которой вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после их зажигания невозможно потухание

7. Котельным топливом является

- а) М 40
- б) Ф 12
- в) Ф 5
- г) ТМС

8. Коэффициент избытка воздуха определяется

- а) отношением фактически поданного в топку воздуха к теоретически необходимому
- б) отношением фактически поданного в топку кислорода к теоретически необходимому
- в) отношением теоретически необходимого воздуха для полного сжигания топлива к фактически поданному в топку
- г) отношением теоретически необходимого кислорода для полного сжигания топлива к фактически поданному объему воздуха в топку

9. Коэффициент избытка воздуха имеет наибольшее значение при сжигании

- а) мазута
- б) пылевидного твердого топлива
- в) твердого кускового топлива
- г) газа

10. Летучие вещества образуются

- а) в процессе нагрева топлива
- б) в процессе нагрева топлива без доступа кислорода
- в) в процессе нагрева топлива при значении  $\alpha=1$
- г) в процессе горения при значении  $\alpha>1$

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Молярная масса газа состава  $CH_4=94,2\%$ ,  $C_2H_4=2,5\%$ ,  $C_3H_6=1,24\%$ ,  $C_4H_{10}=0,98\%$ ,  $C_5H_{12}=0,08\%$ ,  $N_2=0,9\%$ ,  $CO_2=0,1\%$ , имеет значение
  - а) 17,3 кг/кмоль
  - б) 27,1 кг/кмоль
  - в) 16,5 кг/кмоль
  - г) 18,9 кг/кмоль
2. Относительная плотность газа (по воздуху) состава  $CH_4=95\%$ ,  $C_2H_4=1,8\%$ ,  $C_3H_6=1,2\%$ ,  $C_4H_{10}=0,92\%$ ,  $C_5H_{12}=0,08\%$ ,  $N_2=0,9\%$ ,  $CO_2=0,1\%$ , имеет значение
  - а) 0,594
  - б) 0,512
  - в) 0,725
  - г) 0,439
3. Газовая постоянная природного газа состава  $CH_4=95\%$ ,  $C_2H_4=1,8\%$ ,  $C_3H_6=1,2\%$ ,  $C_4H_{10}=0,92\%$ ,  $C_5H_{12}=0,08\%$ ,  $N_2=0,9\%$ ,  $CO_2=0,1\%$ , имеет значение
  - а) 0,5 кДж/(кгК)
  - б) 0,4 кДж/(кгК)
  - в) 0,6 кДж/(кгК)
  - г) 0,7 кДж/(кгК)
4. Объемная доля водяных паров в продуктах полного сгорания топлива состава  $CH_4=94,2\%$ ,  $C_2H_4=2,5\%$ ,  $C_3H_6=1,24\%$ ,  $C_4H_{10}=0,98\%$ ,  $C_5H_{12}=0,08\%$ ,  $N_2=0,9\%$ ,  $CO_2=0,1\%$ , при  $\alpha=1$  имеет значение
  - а)  $0,2 \text{ м}^3/\text{м}^3$
  - б)  $0,1 \text{ м}^3/\text{м}^3$
  - в)  $0,7 \text{ м}^3/\text{м}^3$
  - г)  $0,08 \text{ м}^3/\text{м}^3$
5. Теоретический объем двухатомных газов в продуктах полного сгорания топлива состава  $CH_4=94,2\%$ ,  $C_2H_4=2,5\%$ ,  $C_3H_6=1,24\%$ ,  $C_4H_{10}=0,98\%$ ,  $C_5H_{12}=0,08\%$ ,  $N_2=0,9\%$ ,  $CO_2=0,1\%$ , при  $\alpha=1$  имеет значение
  - а)  $6,3 \text{ м}^3/\text{м}^3$
  - б)  $10,6 \text{ м}^3/\text{м}^3$
  - в)  $12,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$
  - г)  $7,9 \text{ м}^3/\text{м}^3$
6. Теоретическое количество воздуха, необходимого для полного сгорания топлива состава  $CH_4=94,2\%$ ,  $C_2H_4=2,5\%$ ,  $C_3H_6=1,24\%$ ,  $C_4H_{10}=0,98\%$ ,  $C_5H_{12}=0,08\%$ ,  $N_2=0,9\%$ ,  $CO_2=0,1\%$ , имеет значение
  - а)  $10 \text{ м}^3/\text{м}^3$
  - б)  $8 \text{ м}^3/\text{м}^3$
  - в)  $12 \text{ м}^3/\text{м}^3$
  - г)  $6 \text{ м}^3/\text{м}^3$

7. Теоретический объем трехатомных газов в продуктах полного сгорания топлива состава  $CH_4=94,2\%$ ,  $C_2H_4=2,5\%$ ,  $C_3H_6=1,24\%$ ,  $C_4H_{10}=0,98\%$ ,  $C_5H_{12}=0,08\%$ ,  $N_2=0,9\%$ ,  $CO_2=0,1\%$ , имеет значение

- а)  $1,3 \text{ м}^3/\text{м}^3$
- б)  $3,6 \text{ м}^3/\text{м}^3$
- в)  $2,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$
- г)  $1,07 \text{ м}^3/\text{м}^3$

8. Теоретический объем водяных паров в продуктах полного сгорания топлива состава  $CH_4=94,2\%$ ,  $C_2H_4=2,5\%$ ,  $C_3H_6=1,24\%$ ,  $C_4H_{10}=0,98\%$ ,  $C_5H_{12}=0,08\%$ ,  $N_2=0,9\%$ ,  $CO_2=0,1\%$ , при  $\alpha=1,37$  имеет значение

- а)  $2,3 \text{ м}^3/\text{м}^3$
- б)  $2,6 \text{ м}^3/\text{м}^3$
- в)  $4,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$
- г)  $1,06 \text{ м}^3/\text{м}^3$

9. Теоретический объем водяных паров в продуктах полного сгорания топлива состава  $CH_4=94,2\%$ ,  $C_2H_4=2,5\%$ ,  $C_3H_6=1,24\%$ ,  $C_4H_{10}=0,98\%$ ,  $C_5H_{12}=0,08\%$ ,  $N_2=0,9\%$ ,  $CO_2=0,1\%$ , при  $\alpha=1$  имеет значение

- а)  $2,2 \text{ м}^3/\text{м}^3$
- б)  $1,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$
- в)  $3,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$
- г)  $1,03 \text{ м}^3/\text{м}^3$

10. Полный объем дымовых газов, образующихся при сжигании топлива состава  $CH_4=94,2\%$ ,  $C_2H_4=2,5\%$ ,  $C_3H_6=1,24\%$ ,  $C_4H_{10}=0,98\%$ ,  $C_5H_{12}=0,08\%$ ,  $N_2=0,9\%$ ,  $CO_2=0,1\%$ , при  $\alpha=1$  имеет значение

- а)  $11,2 \text{ м}^3/\text{м}^3$
- б)  $12,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$
- в)  $13,7 \text{ м}^3/\text{м}^3$
- г)  $9,03 \text{ м}^3/\text{м}^3$

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

1. Понятие о топливе.
2. Общие сведения о горении.
3. Элементный химический состав и теплота сгорания.
4. Характеристики твердого топлива.
5. Подготовка твёрдого топлива к сжиганию.
6. Физические свойства твердого топлива.
7. Обогащение топлива.
8. Сушка твердого топлива и основные типы углеразмельных мельниц.
9. Системы пылеприготовления.
10. Вдувание угольной пыли в доменном производстве.
11. Брикетирование.
12. Горения твердого топлива.
13. Способы сжигания топлива.
14. Сжигание топлива в слое.
15. Сжигание топлива в объеме.
16. Горелки для сжигания пылеугольного топлива.
17. Вихревые горелки.
18. Прямоточные горелки.
19. Современные установки для сжигания пылеугольного топлива.
20. Использование водоугольного топлива в теплотехнологических установках.

21. Понятие основных видов сухой перегонки твердого топлива.
22. Технология коксования.
23. Подготовка углей к коксованию.
24. Конструкция коксовой печи.
25. Особенности реализации отдельных операций производства кокса.
26. Газификация твердых топлив.
27. Общие сведения о свойствах, применении и физико-химических процессах производства генераторных газов.
28. Существующие методы газификации угля.
29. Технические характеристики газогенераторов.

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

Зачет с оценкой может проводиться устно, письменно, а также с использованием технических средств.

Устное проведение испытания предполагает задание вопросов преподавателем и ответы на них студента. Из количества правильных ответов складывается итоговая оценка.

Зачетный билет обычно содержит два теоретических вопроса и одну задачу. Преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы, не связанные с тематикой конкретного билета.

Письменный зачет с оценкой может быть проведен по тест-билетам. Тест-билет содержит определенное количество вопросов. Могут быть использованы разные типы вопросов. Например, необходимо выбрать правильный ответ (указать его выделением каким-либо образом) из предложенных вариантов ответа или вписать правильный ответ и т.д. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Из количества правильных ответов (набранных баллов) складывается итоговая оценка. Например, если тест состоит из 10 вопросов, то оценка «отлично» выставляется в случае, если студент набрал 9 или 10 баллов; «хорошо» - 7 или 8 баллов; «удовлетворительно» - 6 баллов; «неудовлетворительно» - менее 6 баллов.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общие сведения о топливе	ПК-2, ПК-6	Тест Курсовая работа Зачет с оценкой
2	Основы теории горения	ПК-2, ПК-6	Тест Курсовая работа Зачет с оценкой
3	Устройства для сжигания твердого топлива	ПК-2, ПК-6	Тест Курсовая работа Зачет с оценкой
4	Устройства для сжигания жидкого топлива	ПК-2, ПК-6	Тест Курсовая работа Зачет с оценкой

5	Устройства для сжигания газообразного топлива	ПК-2, ПК-6	Тест Курсовая работа Зачет с оценкой
6	Газификация твердого топлива	ПК-2, ПК-6	Тест Курсовая работа Зачет с оценкой

### **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 зависит от количества и типа заданий и составляет в среднем 1 минуту на 1 вопрос. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике 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 методике 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 методике 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. Мунц, В. А. Горение и газификация органических топлив : учеб. пособие / В. А. Мунц, Е. Ю. Павлюк. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 148 с. ISBN 978-5-7996-2635-8.
2. Хзмалян, Д.М. Теория горения и топочные устройства / Д.М. Хзмалян, Я.А. Каган. – М.: Энергия, 1976. – 488 с.
3. Алешина, А. С. Газификация твердого топлива: учеб. пособие. /А.С. Алешина, В.В. Сергеев. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. — 202 с.
4. Бирюков А.Б. Сжигание и термическая переработка органических топлив. Твердое топливо: учебное пособие / А.Б. Бирюков, И.П. Дробышевская, Ю.Е. Рубан. –Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2014. – 232с.
5. Сжигание и переработка топлива: метод. указания к вып. практ. расчетов и

курсовой работы для бакалавров направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Д. Н. Китаев. — Воронеж, 2022. — 11 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:**

<http://www.stroykonsultant.com>, <http://elibrary.ru>, [www.rosteplo.ru](http://www.rosteplo.ru),  
Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, AutoCAD, Internet Explorer.

## **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.

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

По дисциплине «Сжигание и переработка топлива» 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 процессов сжигания и переработки топлива. 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; пометить 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 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 зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.