

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01

(индекс дисциплины)

**Топливо и процессы горения в теплотехнологических
установках**

(Наименование дисциплины)

Кафедра:

24

Код

Промышленной теплоэнергетики

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Профиль подготовки: **Промышленная теплоэнергетика**

Уровень образования : **Бакалавриат**

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение*	Заочное обучение*
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	180		180
	Аудиторные занятия	72		20
	Лекции	36		8
	Лабораторные занятия	18		12
	Практические занятия	18		
	Самостоятельная работа	72		151
	Промежуточная аттестация	36		9
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	5		5
	Зачет			
	Контрольная работа			
	Курсовая работа	5		5
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		5		5

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная					5					
Очно-заочная										
Заочная					5					

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

На основании учебных планов № b130301-3_20
z130301-3_20

Кафедра-разработчик: Промышленной теплоэнергетики

Заведующий кафедрой: Сморозин С.Н.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Теплосиловых установок и тепловых двигателей (ТСУ и ТД)
Промышленной теплоэнергетики (ПТЭ)

Заведующий кафедрой: ТСУ и ТД Злобин В.Г.
ПТЭ Смородин С.Н.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Базовая ☐ Обязательная ☐ Дополнительно
Блок 1: является факультативом ☐
Вариативная ☒ По выбору ☐

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области эффективного использования способов и технологий сжигания органического топлива.

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть теплотехнические характеристики различных видов топлива
- Раскрыть принципы материального и теплового баланса процесса горения
- Продемонстрировать особенности различных способов сжигания, горелочных устройств и систем подготовки топлива

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-1	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять её в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) теоретические и методологические основы поиска, обработки и анализа полученных экспериментальных данных Уметь: 1) осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных Владеть: 1) современными информационными, компьютерными и сетевыми технологиями		
ПК-4	Способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основы проведения экспериментальных исследований и методики расчётов различных стадий процесса горения, 2) состав различных видов топлива и их теплотехнические характеристики, 3) способы сжигания топлива, преимущества и недостатки, 4) конструкции топочных устройств, горелок, форсунок и систем подготовки топлива, 5) основы диффузионно-кинетической теории горения, 6) основы экологической безопасности при сжигании топлива. Уметь: 1) проводить эксперименты по соответствующим методикам, обрабатывать и анализировать полученные результаты 2) рассчитать материальный баланс процесса горения топлива (определить теоретический объём воздуха и продуктов сгорания), 3) рассчитать тепловой баланс процесса горения, определить температуру в камере сгорания, 4) обоснованно выбрать эффективный способ сжигания топлива, соответствующие горелочные		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	<p>устройства и системы подготовки топлива,</p> <p>5) рассчитать ожидаемые выбросы вредных веществ и выбрать наиболее эффективный способ их снижения.</p> <p>Владеть:</p> <p>1) математическим аппаратом для обработки результатов исследований процесса горения,</p> <p>2) основами составления материального и теплового баланса процесса горения,</p> <p>3) основами расчётов горелок и аэродинамики камеры сгорания,</p> <p>4) основами расчёта концентрации вредных выбросов.</p>	

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4

- Гидрогазодинамика теплоэнергетических систем (ОПК-1, ПК-4)
- Информатика в задачах теплоэнергетики и теплотехнологии (ОПК-1)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Виды органического топлива			
Тема 1. Теплотехнические характеристики твёрдого топлива. Состав топлива. Виды исходной массы топлива. Влажность. Зольность. Выход летучих веществ и свойства коксового остатка.	4		5
Тема 2. Способы переработки топлива. Обогащение твёрдого топлива. Гравитационный и флотационный способ обогащения. Классификация твёрдого топлива. Бурые и каменные угли, антрациты.	12		15
Тема 3. Свойства жидкого топлива. Плотность, вязкость, температура вспышки, температура воспламенения, температура самовоспламенения, температура застывания. Марки мазута.	8		10
Тема 4. Свойства газообразного топлива. Природный, нефтепромысловый и искусственные газы. Нижний и верхний концентрационные пределы взрываемости.	4		5
Текущий контроль 1 (тестирование)	1		
Учебный модуль 2. Способы сжигания топлива			
Тема 5. Слоеое и факельное сжигание. Виды слоевых топок. Сжигание в кипящем слое. Стационарный и циркуляционный кипящий слой. Достоинства и недостатки различных способов сжигания.	8		10
Тема 6. Вихревое сжигание. Циклонные предтопки. Низкотемпературное вихревое сжигание, топка Померанцева. Кольцевая топка.	6		7
Тема 7. Системы пылеприготовления. СПП с прямым вдуванием пыли. СПП с промежуточным бункером. Мельничное оборудование. Шаровые барабанные мельницы. Валковые мельницы. Молотковые мельницы. Ситовый анализ топлива.	8		10
Тема 8. Горелки и форсунки. Классификация горелок. Вихревые горелки. Компоновка горелок. Механические, паровые и комбинированные форсунки.	8		10
Текущий контроль 2 (тестирование)	1		
Учебный модуль 3. Статика горения			
Тема 9. Материальный баланс процесса горения. Закон Дальтона. Стехиометрические реакции горения. Теоретический объем воздуха и продуктов сгорания.	18		21
Тема 10. Коэффициент избытка воздуха. Выбор оптимального значения коэффициента избытка воздуха. Действительный объем воздуха и продуктов сгорания.	4		5
Тема 11. Тепловой баланс процесса горения. Располагаемая теплота топлива. Потери теплоты от химического и механического недожога.	12		14

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Температура горения. Графоаналитический метод определения температуры в камере сгорания. Адиабатная и теоретическая температура горения.			
Текущий контроль 3 (тестирование)	1		
Учебный модуль 4. Динамика горения			
Тема 12. Кинетика процесса горения. Гомогенное и гетерогенное горение. Скорость реакции горения. Кинетические константы: константа химической реакции и энергия активации. Тепловой эффект реакции. Закон Аррениуса. Закон Максвелла-Больцмана.	10		12
Тема 13. Диффузионно-кинетическая теория горения. Кинетическая, диффузионная и переходная области горения. Определяющий фактор.	10		12
Тема 14. Экология в энергетике. Оксиды азота и серы, механизм их образования. Способы снижения вредных выбросов: рециркуляция дымовых газов, нестехиометрическое сжигание, ступенчатое сжигание. Малотоксичные горелки.	18		22
Текущий контроль 4 (тестирование)	1		
Курсовая работа	10		13
Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)	36		9
ВСЕГО:	180		180

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	5	4			5	0,5
2	5	4			5	0,5
3	5	2			5	0,5
4	5	2			5	0,5
5	5	2			5	0,5
6	5	2			5	0,5
7	5	2			5	0,5
8	5	2			5	0,5
9	5	4			5	1
10	5	2			5	0,5
11	5	4			5	1
12	5	2			5	0,5
13	5	2			5	0,5
14	5	2			5	0,5
ВСЕГО:		36				8

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Состав и свойства различных видов топлива	5	0,5				
2		5	0,5				
3		5	0,5				
4		5	0,5				
5	Расчёт горелки	5	1				
6		5	1				
7		5	1				
8		5	1				
9	Материальный баланс	5	3				

Номера изучаемых тем	Наименование и формазанятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
10	процесса горения	5	3				
11	Тепловой баланс процесса горения	5	4				
14	Расчёт вредных выбросов	5	2				
ВСЕГО:			18				

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторныхзанятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Определение влажности топлива	5	3			5	2
1	Определение зольности топлива	5	3			5	2
1	Определение выхода летучих веществ	5	3			5	2
2	Определение теплоты сгорания твёрдого топлива	5	9			5	6
ВСЕГО:			18				12

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели и задачи курсовой работы

- 1.Расчёт процесса горения различных видов топлива.
- 2.Составление материального и теплового баланса процесса горения.
- 3.Определение теоретических и действительных объемов воздуха и продуктов сгорания.
- 4.Расчёт температуры в камере сгорания.
- 5.Определение состава продуктов сгорания.

4.2. Тематика курсовой работы

№ п/п	Формулировки тем курсового проекта		
1	<p>Расчёт камеры сгорания и камеры смешения для получения сушильного агента</p> <p>Исходные данные для расчета:</p> <p>Расход энергоносителя, $G_{\text{эн}}$, $\text{м}^3/\text{с}$ 1</p> <p>Температура энергоносителя, $\theta_{\text{эн}}$, $^{\circ}\text{C}$ 450</p> <p>Потери тепла q_5 в камере сгорания, % 1,5</p> <p>Потери тепла $q_{5,\text{см}}$ в камере смешения, % 1,7</p> <p>Вид топлива Антрацит</p> <p>Бассейн / марка Донецкий</p> <p>Состав твёрдого и жидкого топлива, %</p> <p>Влажность, W^r % 8,5</p> <p>Зольность, A^r % 22,9</p> <p>Сера, $S^r_{\text{о+р}}$ % 1</p> <p>Углерод, C^r % 63,8</p> <p>Водород, H^r % 1,2</p> <p>Азот, N^r % 0,6</p> <p>Кислород, O^r % 1,3</p>		

4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется обучающимися индивидуально, с использованием методик расчёта материального и теплового баланса процесса горения, справочной литературы и материалов лекций. Результаты представляются в виде отчёта, объемом 10-15 листов печатного текста, содержащего следующие обязательные элементы:

- эскиз расчётной схемы,
- расчёты,
- график определения температуры в камере сгорания.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3,4	Тестирование	5	4				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	5	40			5	97
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	5	22			5	41
Выполнение курсовой работы	5	10			5	13
Подготовка к экзаменам	5	36			5	9
ВСЕГО:		108				160

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Дискуссия	34		6
ВСЕГО:		34		6

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная ☒ балльно-рейтинговая ☐

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Котельные установки и парогенераторы [Электронный ресурс]: учебник/ В.М. Лебедев [и др.].— Электрон.текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013.— 375 с.Режим доступа:<http://www.iprbookshop.ru/26812> - ЭБС «IPRbooks»

2. Губарев А.В. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Губарев А.В.— Электрон.текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 240 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28379> - ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная учебная литература

3. Методические указания к выполнению самостоятельных, контрольных работ и домашних заданий по дисциплине «Теория горения и взрыва» [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ,

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Белоусов, В.Н. Топливо и теория горения. Часть 1. Топливо [Текст]: учеб.пос. / В.Н.Белоусов, С.Н.Сморodin, О.С.Смирнова.- СПб.: СПбГТУРП, 2011.- 85 с. – Режим доступа:

<http://www.nizrp.narod.ru/toplivoiteorgoren.htm>. – ЭБ ВШТЭ

2. Белоусов, В.Н. Топливо и теория горения. Часть 2. Теория горения [Текст]: учеб.пос. / В.Н.Белоусов, С.Н.Сморodin, О.С.Смирнова.- СПб.: СПбГТУРП, 2011.- 141 с. – Режим доступа:

<http://www.nizrp.narod.ru/toplivoiteor2.htm>. – ЭБ ВШТЭ

3. Белоусов, В.Н. Топливо и теория горения. [Текст]: учебно-метод. пос. для вып. лаб.раб. / В.Н.Белоусов, О.С.Смирнова, С.Н.Сморodin.- СПб.: СПбГТУРП, 2016.- 58 с. – Режим доступа:

<http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/15.pdf>. - ЭБ ВШТЭ

4. Белоусов, В.Н. Основы сжигания газа [Текст]: учеб.пос. / В.Н.Белоусов, О.С.Смирнова, С.Н.Сморodin.- СПб.: СПбГТУРП, 2009.- 41 с. – Режим доступа:

<http://www.nizrp.narod.ru/osnsgigan.htm>. - ЭБ ВШТЭ

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.iprbookshop.ru/> IPRbooks

2. <http://nizrp.narod.ru> Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1

2. Microsoft Office Professional 2013

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом, видеопроектор с экраном

2. Учебная лаборатория Топлива и процессов горения: калориметр, калориметрическая бомба, термометр Бекмана, электронные весы, муфельная печь, сушильный шкаф, эксикатор.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Компьютерные презентации, демонстрационные плакаты, раздаточные материалы, модели.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проработка рабочей программы в соответствии с целями, задачам, структурой и содержанием дисциплины; • конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. <p>Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p>
Практические занятия	<p>На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся овладевают навыками проведения теплотехнических расчётов, навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работа с конспектом лекций; • подготовка ответов к контрольным вопросам, тестовым заданиям.
Лабораторные	Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Занятия	<p>владения изучаемыми методами, оборудованием, технологиями и др.</p> <p>В результате проведения лабораторных занятий обучающийся должен освоить методику исследования технических характеристик топлива и процессов горения.</p> <p>Следует предварительно изучить методические указания по выполнению лабораторных работ (Белоусов В.Н., Смирнова О.С., Смородин С.Н., Топливо и теория горения. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ – СПб: СПбГУПТД, ВШТЭ, 2016).</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов.</p> <p>Следует предварительно изучить методические указания по выполнению курсовой работы.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-1 (2)	Обладает теоретическими и методологическими основами поиска, обработки и анализа полученных экспериментальных данных. Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных. Использует современные информационные, компьютерные и сетевые технологии.	устное собеседование, контрольные расчётные задания, курсовая работа	перечень вопросов для устного собеседования (40 вопросов); варианты контрольных заданий (10), темы курсовых работ (10 тем)
ПК-4 (2)	Оценивает состав различных видов топлива и их теплотехнические характеристики; способы сжигания топлива, преимущества и недостатки; конструкции топочных устройств, горелок, форсунок и систем подготовки топлива; основы диффузионно-кинетической теории горения; основы экологической безопасности при сжигании топлива. Способен рассчитать материальный баланс процесса горения топлива (определить теоретический объём воздуха и продуктов сгорания); рассчитать тепловой баланс процесса горения, определить температуру в камере сгорания; обоснованно выбрать эффективный способ сжигания топлива, соответствующие горелочные устройства и системы подготовки топлива; рассчитать ожидаемые выбросы вредных	устное собеседование, контрольные расчётные задания, курсовая работа	перечень вопросов для устного собеседования (40 вопросов); варианты контрольных заданий (10), темы курсовых работ (10 тем)

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	<p>веществ и выбрать наиболее эффективный способ их снижения.</p> <p>Анализирует основы составления материального и теплового баланса процесса горения; основы расчётов горелок и аэродинамики камеры сгорания; основы расчёта концентрации вредных выбросов.</p>		

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций		
	Устное собеседование	Практическое задание	Курсовая работа
отлично	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.	Критическое и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствует всем требованиям.
хорошо	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его	Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или отступления от правил оформления работы.

		интерпретацией.	
удовлетворительно	Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности физических величин, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.	Задание выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками. При этом нарушены правила оформления или сроки представления работы.
неудовлетворительно	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать формулы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Происхождение органического топлива	1
2	Состав различных видов топлива	1
3	Виды исходной массы топлива	1
3	Влажность топлива	1
4	Зольность, состав и содержание минеральных примесей	1
5	Выход летучих веществ и свойства коксового остатка	1
6	Способы переработки твёрдого топлива	2
7	Коксование и полукоксование	2
8	Гравитационный и флотационный способ обогащения	2
9	Классификация твёрдого топлива	2
10	Способы переработки нефти	3
11	Свойства жидкого топлива	3
12	Свойства газообразного топлива	4
13	Природный, нефтепромысловый и искусственные газы	4
14	Нижний и верхний концентрационные пределы взрываемости	4
15	Способы сжигания топлива	5
16	Сжигание в плотном слое	5
17	Стационарный и циркуляционный кипящий слой	5
18	Факельный способ сжигания	5
19	Высокотемпературное вихревое сжигание	6
20	Низкотемпературное вихревое сжигание	6
21	Кольцевая топка	6
22	Подготовка твёрдого топлива к сжиганию	7
23	Системы пылеприготовления	7

24	Мельничное оборудование	7
25	Ситовый анализ топлива	7
26	Классификация и компоновка горелок	8
27	Мазутные форсунки	8
28	Материальный баланс процесса горения твёрдого и жидкого топлива	9
29	Материальный баланс процесса горения газообразного топлива	9
30	Коэффициент избытка воздуха	10
31	Тепловой баланс процесса горения	11
32	Графоаналитический метод определения температуры горения	11
33	Кинетика процесса горения	12
34	Энергия активации, закон Максвелла-Больцмана, тепловой эффект реакции	12
35	Закон Аррениуса. Скорость химической реакции	12
36	Диффузионно-кинетическая теория горения	13
37	Экология в энергетике	14
38	Оксиды азота и серы, механизм их образования.	14
39	Способы снижения вредных выбросов	14
40	Малотоксичные горелки	14

Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п / п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	<p>Исходя из заданного состава топлива, определить: - низшую теплоту сгорания рабочей массы топлива, - высшую теплоту сгорания рабочей массы топлива, - высшую теплоту сгорания беззольной массы топлива и сделать мотивированный вывод о принадлежности данного топлива к одному из видов углей</p> <p>Состав топлива, %: $W^r=10,5$; $A^r=17,9$; $S^r=1,7$; $C^r=55,8$; $H^r=3,7$; $N^r=0,6$; $O^r=9,8$</p>	<p>Решение</p> <p>Низшая теплота сгорания рабочей массы топлива, согласно формуле Менделеева:</p> $Q_i^r = 339C^r + 1030H^r + 109S_{o+p}^r - 109O^r - 25W^r, \text{ кДж / кг},$ $Q_i^r = 339 \cdot 55,8 + 1030 \cdot 3,7 + 109 \cdot 1,7 - 109 \cdot 9,8 - 25 \cdot 10,5 = 21584 \text{ кДж/кг.}$ <p>Высшая теплота сгорания рабочей массы топлива (с учётом теплоты конденсации водяных паров):</p> $Q_s^r = Q_i^r - 25(W^r + 9H^r), \text{ кДж / кг};$ $Q_{s^f} = 21584 + 25 \cdot (10,5 + 9 \cdot 3,7) = 22679 \text{ кДж/кг.}$ <p>Пересчитываем высшую теплоту сгорания с рабочей на беззольную массу:</p> $Q_{s^{af}} = Q_{s^r} \cdot [100 / (100 - A^r)] = 22679 \cdot [100 / (100 - 17,9)] = 27623 \text{ кДж/кг.}$ <p>Согласно принятой в России классификации углей, высшая теплота сгорания беззольной массы бурых углей меньше 24 МДж/кг, а каменных углей – больше 24 МДж/кг. $Q_{s^{af}} = 27,6 \text{ МДж/кг} > 24 \text{ МДж/кг}$, т.е. данный уголь принадлежит к классу каменных углей.</p>

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена, защите курсовой работы и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная ☒ письменная ☒ компьютерное тестирование ☐ иная ☐

10.3.3. Особенности проведения экзамена, защиты курсовой работы.

Время на подготовку – 40 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретический вопрос и решение практического задания.

Защита курсовой работы является условием допуска к экзамену. Время, отводимое на защиту курсовой работы не должно превышать 15 мин включая краткий доклад по результатам курсовой работы и ответы на вопросы.