

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра промышленной теплоэнергетики**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГОРЕНИЯ И ТОПЛИВО**

**Б1.В.ДВ.04.01**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Промышленная теплоэнергетика**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ</b>		<b>Стр.</b>
<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>		3
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>		3
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>		4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....		4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....		4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>		5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....		5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....		7
4.3 Лабораторные работы.....		9
4.4 Практические занятия.....		10
4.5 Контрольные мероприятия: контрольная работа.....		10
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>		11
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>		12
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>		12
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>		13
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>		13
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ практических работ .....		13
9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы .....		25
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>		26
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>		26
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>		27
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>		32
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>		33

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Формирование у обучающихся знаний для комплексного решения задач сжигания топлива и теплового воздействия на технологический продукт или рабочее тело в топливосжигающей огнетехнической установке.

## Задачи дисциплины

Умение применять студентами полученные знания в курсе дисциплин «Котельные установки и парогенераторы», «Источники теплоснабжения», а также в практике использования органического топлива, как источника энергии.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	<b>Знать:</b> - Промышленную классификацию топлив; <b>Уметь:</b> - Обоснованно выбирать то или иное топливо для конкретных промышленных установок; - Выполнять все необходимые расчеты, связанные со сжиганием топлива и организацией горения; <b>Владеть:</b> - Методиками расчета материального и теплового баланса процесса горения;
ПК-9	способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве	<b>Знать:</b> - Основы теплотехнических расчетов горения топлива; <b>Уметь:</b> - В дальнейшем использовать все особенности того или иного вида топлива в целях создания энергосберегающего оборудования и технологий или наиболее эффективных огнетехнических установок; <b>Владеть:</b> - Методиками определения температуры горения топлива.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 Физико-химические основы горения и топливо относится к элективной части.

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 Физико-химические основы горения и топливо базируется на знаниях, полученных при изучении Б1.Б.07 Физика (общая), Б1.Б.09 Химия (общая), Б1.Б.15 Техническая термодинамика, Б1.Б.16 Тепломассообмен, Б1.Б.21 Газодинамика.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Физико-химические основы горения и топливо представляет основу для изучения дисциплин: Б1.В.07 Охрана окружающей среды при работе теплоэнергетических объектов, Б1.В.08 Котельные установки и парогенераторы, Б1.В.10.01 Источники теплоснабжения, Б1.В.12 Технологические энергоносители предприятий, Б1.В.ДВ.09.01 Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем, Б1.В.11

Тепломассообменное оборудование предприятий.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Контрольная работа	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	5	180	51	17	17	17	102	кр	Экзамен
Заочная	2	-	180	18	8	10	-	153	кр	Экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	1	-	180	16	8	8	-	155	кр	Экзамен
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#### Распределение объема дисциплины по формам обучения (для набора 2017 года)

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Контрольная работа	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	5	180	51	17	17	17	102	кр	Экзамен
Заочная	2	-	180	18	8	10	-	153	кр	Экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	1	-	180	16	8	10	-	153	кр	Экзамен
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			5
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	51	12	51
Лекции (Лк)	17	4	17

1	2	3	4
Практические занятия (ПЗ)	17	-	17
Лабораторные занятия (ЛБ)	17	8	17
Контрольная работа	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	102	-	102
Подготовка к практическим занятиям	25	-	25
Подготовка к лабораторным работам	25	-	25
Выполнение контрольной работы	25	-	25
Подготовка к экзамену в течение семестра	27	-	27
<b>III. Промежуточная аттестация экзамен</b>	27	-	27
Общая трудоемкость дисциплины ..... час. зач. ед.	180	-	180
	5	-	5

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
<b>1.</b>	<b>Виды и характеристики топлив</b>	<b>38</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>19</b>
1.1.	Топливо-энергетический баланс в мире и в России. Энергетическое топливо и его виды	6	0,5	-	-	7
1.2.	Элементный состав топлива и виды исходной массы топлива.	8	0,5	-	2	5
1.3.	Теплотехнические характеристики топлива	22	2	17	2	5
1.4	Промышленная классификация твердого, жидкого и газового топлива	2	1	-	-	2
<b>2.</b>	<b>Материальный и тепловой балансы процесса горения органического топлива</b>	<b>38</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>13</b>	<b>28</b>
2.1.	Материальный баланс процесса горения органического топлива	19	2	-	4	14
2.2.	Тепловой баланс процесса горения органического топлива	19	3	-	9	14
<b>3.</b>	<b>Основные положения теории горения</b>	<b>38</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>27</b>
3.1.	Динамика горения	13	2	-	-	9
3.2.	Диффузия и массообмен	13	2	-	-	9
3.3.	Горение углерода	14	2	-	-	9

1	2	3	4	5	6	7
4.	<b>Горение газового, жидкого и твердого топлива</b>	<b>39</b>	<b>4</b>	-	-	<b>28</b>
4.1.	Горение твердого топлива	13	1,5	-	-	9
4.2.	Горение жидкого топлива	13	1,5	-	-	9
4.3.	Горение газового топлива	13	1	-	-	10
	<b>ИТОГО</b>	<b>153</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>102</b>

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Виды и характеристики топлив</b>	<b>43</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>38</b>
1.1.	Топливо-энергетический баланс в мире и в России. Энергетическое топливо и его виды	7,5	0,25	-	9
1.2.	Элементный состав топлива и виды исходной массы топлива.	8,5	0,25	-	9
1.3.	Теплотехнические характеристики топлива	25	0,25	10	9
1.4	Промышленная классификация твердого, жидкого и газового топлива	3	0,25	-	11
<b>2.</b>	<b>Материальный и тепловой баланс процесса горения органического топлива</b>	<b>43</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>38</b>
2.1.	Материальный баланс процесса горения органического топлива	21	1	-	19
2.2.	Тепловой баланс процесса горения органического топлива	22	1	-	19
<b>3.</b>	<b>Основные положения теории горения</b>	<b>43</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>38</b>
3.1.	Динамика горения	15	1	-	12
3.2.	Диффузия и массообмен	14	0,5	-	12
3.3.	Горение углерода	14	0,5	-	14
<b>4.</b>	<b>Горение газового, жидкого и твердого топлива</b>	<b>42</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>37</b>
4.1.	Горение твердого топлива	14	0,5	-	12
4.2.	Горение жидкого топлива	14	0,5	-	12
4.3.	Горение газового топлива	14	1	-	13
	<b>ИТОГО</b>	<b>171</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>153</b>

для заочной формы обучения (ускоренное обучение):

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Виды и характеристики топлив</b>	<b>43</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>39</b>
1.1.	Топливо-энергетический баланс в мире и в России. Энергетическое топливо и его виды	7,5	0,25	-	10
1.2.	Элементный состав топлива и виды исходной массы топлива.	8,5	0,25	-	9
1.3.	Теплотехнические характеристики топлива	25	0,25	8	9
1.4	Промышленная классификация твердого, жидкого и газового топлива	3	0,25	-	11
<b>2.</b>	<b>Материальный и тепловой балансы процесса горения органического топлива</b>	<b>43</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>38</b>
2.1.	Материальный баланс процесса горения органического топлива	21	1	-	19
2.2.	Тепловой баланс процесса горения органического топлива	22	1	-	19
<b>3.</b>	<b>Основные положения теории горения</b>	<b>43</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>38</b>
3.1.	Динамика горения	15	1	-	12
3.2.	Диффузия и массообмен	14	0,5	-	12
3.3.	Горение углерода	14	0,5	-	14
<b>4.</b>	<b>Горение газового, жидкого и твердого топлива</b>	<b>42</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>38</b>
4.1.	Горение твердого топлива	14	0,5	-	13
4.2.	Горение жидкого топлива	14	0,5	-	12
4.3.	Горение газового топлива	14	1	-	13
	<b>ИТОГО</b>	<b>171</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>155</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	Виды и характеристики топлив		

1	2	3	4
---	---	---	---

1.1.	Топливо-энергетический баланс в мире и в России. Энергетическое топливо и его виды	Топливо-энергетический баланс и тенденции развития энергетики в мире и в России. Определение понятия «органическое топливо». Виды топлив, их классификация. Условное топливо.	-
1.2.	Элементный состав топлива и виды исходной массы топлива.	Элементный состав топлива. Виды исходной массы топлива.	-
1.3.	Теплотехнические характеристики топлива	Теплотехнические характеристики топлива: влажность топлива, состав и содержание минеральных примесей, теплота сгорания топлива, выход летучих веществ и свойства коксового остатка, приведенные характеристики топлива.	-
1.4	Промышленная классификация твердого, жидкого и газового топлива	Промышленная классификация твердого и жидкого топлива: типы, марки, группы и классы Твердое топливо: бурые и каменные угли, антрацит, горячие сланцы и торф. Прочие виды твердого топлива, их происхождение и получение. Газообразное топливо. Компонентный состав газового топлива и его пересчет на элементарный массовый состав. Искусственное жидкое топливо. Физико-химические свойства топлива.	-
<b>2.</b>	<b>Материальный и тепловой балансы процесса горения органического топлива</b>		
2.1.	Материальный баланс процесса горения органического топлива	Основные термохимические уравнения полного и неполного горения элементов топлива. Общие сведения о полном горении. Материальный баланс процесса горения. Коэффициенты расхода (избытка) воздуха: теоретический и действительный. Определение расхода кислорода, воздуха объема и состава продуктов сгорания при различных коэффициентах расхода воздуха. равновесный состав продуктов горения. Состав продуктов сгорания при технологических выделениях газов. Экспериментальное определение состава продуктов сгорания. Определение коэффициента расхода воздуха по составу продуктов сгорания. Общее уравнение горения. Проверка правильности результатов газового анализа по общему уравнению горения. Диаграмма простого анализа продуктов сгорания природного газа.	-
2.2.	Тепловой баланс процесса горения органического топлива	Тепловой баланс процесса горения. Энтальпия воздуха, топлива и продуктов сгорания. Диаграмма – энтальпия – температура. Калориметрическая температура горения и жаропроизводительность топлива. Явление диссоциации продуктов сгорания. Теоретическая и действительная температуры горения. Углеродное число природного газа; расчетное и экспериментальное его определение. Расчет теплофизических свойств природных газов и продуктов их сгорания по углеродному числу.	-

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
----------	----------	----------	----------



<b>3.</b>	<b>Основные положения теории горения</b>		
3.1	Динамика горения	Основные понятие кинетики реакции горения. гомогенное и гетерогенное горение. Энергетика химических связей и теплоты сгорания топлива. Закон Гесса. Скорость реакций горения. Обратимость реакций и константа равновесия реакций горения и газификации. Понятие о цепных реакциях. Зависимость скорости реакции от давления, температуры, состава горючей смеси. Самовоспламенение смеси. Температура воспламенения. пределы воспламенения и их зависимость от различных факторов.	-
3.2.	Диффузия и массообмен	Смесеобразование, предшествующее горению. Молекулярная и турбулентная диффузия в потоках. Перенос вещества при гетерогенном горении. Кинетическая, диффузионная и промежуточная область реагирования. Распространение пламени в газоздушных смесях. Влияние давления, температуры, состава смеси на нормальную скорость. Скорость распространения пламени в турбулентном потоке.	-
3.3.	Горение углерода	Механизм выгорания углерода. Теория «приведенной пленки». Не горящий пограничный слой. Двойной горящий пограничный слой. Условия выгорания коксовой частицы .	Лекция с текущим контролем (2 часа)
<b>4.</b>	<b>Горение газового, жидкого и твердого топлива</b>		
4.1.	Горение твердого топлива	Механизм горения твердого топлива.	-
4.2.	Горение жидкого топлива	Механизм горения жидкого топлива. Схемы распыления жидкого топлива, мазутные форсунки.	-
4.3.	Горение газового топлива	Сжигание газообразного топлива. Механизм горения газа. механизм цепного горения метана. Горелки для сжигания газа.	Лекция с текущим контролем (2 часа)

### 4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час .)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	1.	Определение влажности твердого топлива	4,25	Работа в малых группах (2 часа)
2	1.	Определение зольности твердого топлива	4,25	Работа в малых группах (2 часа)
3	1.	Определение выхода летучих и коксового остатка для твердого топлива	4,25	Работа в малых группах (2 часа)
4	1.	Определение гранулометрического состава твердого топлива	4,25	Работа в малых группах (2 часа)
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>8</b>

### 4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисци- плины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в ин- терактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Расчет элементного состава топлива, техниче- ских характеристик и теплотворной способно- сти при различных способах задания состава	4	-
2	2.	Расчет теоретического и действительного рас- хода воздуха, расхода дымовых газов по ком- понентам и суммарно	4	-
3	2.	Расчет теплового баланса процесса горения	5	-
4	2.	Определение адиабатной и теоретической тем- пературы горения, жаропроизводительности и влияния на них режимных параметров	4	-
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	-

#### **4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа**

*Цель:* закрепление теоретических и практических знаний по дисциплине «Физико-химические основы горения и топливо».

*Структура:* Каждое индивидуальное задание предполагает выполнение обучающимся:

- решение 4 контрольных задач;
- письменные ответы на 3 контрольных вопросов (для заочной формы обучения и заочной формы обучения (ускоренное обучение)).

*Основная тематика:* Контрольная работа представляет собой задание по разделам дисциплины «Виды и характеристики топлив», «Материальный и тепловой балансы процесса горения органического топлива».

*Рекомендуемый объем:* Контрольная работа выполняется на листах форматом А4, объем 5-10 страниц (10-15 страниц для заочной формы обучения и для заочной формы обучения (ускоренное обучение)). Приводятся полные и краткие условия задач, необходимые схемы и графики, решение и ответ, контрольные вопросы и полные ответы на контрольные вопросы (для заочной формы обучения и для заочной формы обучения (ускоренное обучение)).

Выдача задания и прием контрольной работы проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки контрольной работы</b>
зачтено	Контрольная работа сдана в срок. В контрольной работе все задания выполнены правильно и в полном объеме. Решения задач содержат пояснения к расчетам. Вычисления приведены в развернутом виде, аргументированы, содержат графики. Даны полные ответы на контрольные вопросы.
не зачтено	Контрольная работа не сдана в установленный срок и 50% заданий не выполнено.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
		<i>1</i>	<i>9</i>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>1.</b> Виды и характеристики топлив	38	+	+	2	19	ЛК, ПЗ, ЛБ, СРС	кр, экзамен
<b>2.</b> Материальный и тепловой балансы процесса горения органического топлива	38	+	+	2	19	ЛК, ПЗ, СРС	кр, экзамен
<b>3.</b> Основные положения теории горения	38	+	+	2	19	ЛК, СРС	кр, экзамен
<b>4.</b> Горение газового, жидкого и твердого топлива	39	+	+	2	19,5	ЛК, СРС	кр, экзамен
<i>всего часов</i>	<b>153</b>	<b>76,5</b>	<b>76,5</b>	<b>2</b>	<b>76,5</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Гутчинский, Л. Ф. Физико-химические основы горения и топливо: методические указания к выполнению лабораторных работ / Л. Ф. Гутчинский. - Братск: БрГУ, 2013. - 29 с.
2. Гутчинский, Л. Ф. Физико-химические основы горения и топливо: программа, задания и методические указания / Л. Ф. Гутчинский. - Братск: БрГТУ, 2003. - 24 с.
3. Технологическое сжигание и использование топлива: учебное пособие / А. А. Винтовкин, М. Г. Ладыгичев, Ю. М. Голдобин и др. - Москва: Теплотехник, 2005. - 288 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Михайловский, В. П. Расчеты горения топлива, температурных полей и тепловых установок технологии бетонных и железобетонных изделий: учебное пособие / В. П. Михайловский, Э. Н. Мартемьянова, В. В. Ушаков. - Омск : СибАДИ, 2011. - 262 с. <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Михайловский%20В.П.%20Расчеты%20горения%20топлива,%20температурных%20полей%20и%20тепловых%20установок%20технологии%20бетонных%20и%20железобетонных%20изделий.%20Учеб.пособие.%202011.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Михайловский%20В.П.%20Расчеты%20горения%20топлива,%20температурных%20полей%20и%20тепловых%20установок%20технологии%20бетонных%20и%20железобетонных%20изделий.%20Учеб.пособие.%202011.pdf</a>	Лк, ЛР, ПЗ	1(ЭУ)	1
<b>Дополнительная литература</b>				
2.	Хзмалян, Д. М. Теория горения и топочные устройства: учебное пособие / Д. М.Хзмалян, Я. А. Каган. - Москва: Энергия, 1976. - 488 с. : ил. - Б. ц.	Лк, ЛР, ПЗ	29	1
3.	Сборник задач по теории горения : учебное пособие / Под ред. В. В. Померанцева. - Ленинград: Энергоатомиздат, 1983. - 151 с. - Б. ц.	Лк, ЛР, ПЗ	16	0,5
4.	Основы практической теории горения: учебное пособие / Под ред. В. В. Померанцева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Энергоатомиздат, 1986. - 309 с. : ил.	Лк, ЛР, ПЗ	62	1
5.	Белосельский, Б. С. Энергетическое топливо : учеб. пособие для теплоэнерг. спец. вузов / Б. С. Белосельский, В. К. Соляков. - Москва : Энергия, 1980. - 169 с. : ил. - Б. ц.	Лк, ЛР, ПЗ	25	1
6.	Михайловский, В. П. Теплотехническое оборудование керамических заводов. Топливо и расчет его горения. Ч.1: учебное пособие к лекционным и практическим занятиям / В. П. Михайловский. - Омск : СибАДИ, 2002. - 37 с. <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/">http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/</a>	Лк, ЛР, ПЗ	1(ЭУ)	1

	па/Михайловский%20В.П.%20Теплотехническое%20оборудование%20керамических%20заводов.%20Топливо%20и%20расчет%20его%20горения.%20Учеб.пособие.%202002.pdf			
7.	Гутчинский, Л. Ф. Физико-химические основы горения и топлива: методические указания к выполнению лабораторных работ / Л. Ф. Гутчинский. - Братск: БрГУ, 2013. - 29 с.	Лк, ЛР, ПЗ	27	1
8.	Гутчинский, Л. Ф. Физико-химические основы горения и топлива: программа, задания и методические указания / Л. Ф. Гутчинский. - Братск : БрГТУ, 2003. - 24 с.	Лк, ЛР, ПЗ	63	1

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ

[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).

2. Электронная библиотека БрГУ

<http://ecat.brstu.ru/catalog> .

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»

<http://biblioclub.ru> .

4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»

<http://e.lanbook.com> .

5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"

<http://window.edu.ru> .

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

<http://elibrary.ru> .

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)

<https://uisrussia.msu.ru/> .

8. Национальная электронная библиотека НЭБ

<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/практических работ

#### Лабораторная работа №1 Определение влажности твердого топлива

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (2 часа).

#### Цель работы:

Ознакомление обучающихся с методикой определения влажности твердого топлива.

#### Задание:

Определить влажность твердого топлива.

#### Порядок выполнения:

Методика определения влажности твердого топлива заключается в высушивании навески угля до постоянного веса при температуре 105-110 °С.

При определении содержания влаги в пробе топлива с крупностью зерен менее 3 мм, приготовленной по ГОСТ 10742-71, влагу считают рабочей  $W^p$ , если изменение первоначальной массы пробы не превышает 0,5% и с момента приготовления пробы до ее поступления в лабораторию прошло не более 12 ч, в противном случае влагу считают лабораторной  $W^l$ .

Пробу тщательно перемешивают в закрытой банке путем встряхивания, после чего, открыв банку, на разной глубине из двух-трех мест отбирают в предварительно взвешенные бюксы две навески топлива по  $10 \pm 1,0$  г каждая. Взвешивание здесь и далее проводится с погрешностью не более 0,002 г. Для анализа применяются стеклянные бюксы типоразмеров СН5 и СНП5 или алюминиевые диаметром  $80 \pm 3$  мм и высотой  $20 \pm 1,5$  мм. После взвешивания слой топлива разравнивают легким встряхиванием бюкса.

Бюксы с приоткрытыми крышками помещают в предварительно нагретый до 105-110°С сушильный шкаф при открытых вентиляционных заслонках и сушат при этой температуре:

при определении содержания рабочей  $W^p$  и лабораторной  $W^l$  влаги – в течение 60,90,120 мин соответственно каменные угли и горючие сланцы; бурые угли и продукты мокрого обогащения топлива; антрацит;

при определении содержания аналитической влаги  $W^a$ : в течение 30 и 60 мин соответственно каменные угли, антрацит и горючие сланцы; бурые угли и продукты мокрого обогащения.

Время высушивания считают с того момента, когда температура в шкафу, понизившаяся при установке бюкс с навесками, снова достигнет требуемого уровня.

После высушивания бюксы с навесками топлива закрывают крышками, вынимают из шкафа, охлаждают на воздухе 2-3 мин, а затем в эксикаторе до комнатной температуры. Охлажденный бюкс с навеской угля взвешивают на аналитических весах, определяя убыль веса, т.е. количество влаги в угле. Затем бюкс вновь на 20-30 минут помещают в сушильный шкаф и производят контрольное просушивание. Если после этого вес бюкса с навеской не меняется, то опыт заканчивают. В случае уменьшения веса контрольное просушивание повторяют до тех пор, пока он не станет постоянным. При этом расхождение результатов между двумя параллельными опытами не должно превышать 0,2%.

Влажность угля рассчитывается по формуле

$$W^p = (\Delta G / G_n) \cdot 100$$

где  $G_n$  - начальный вес навески угля;

$\Delta G = G_n - G_k$ , - убыль веса угля.

Данные опыта сводятся в таблицу 1.1.

Таблица 1.1

№	Вес навески, г	Вес бюкса, г	Вес бюкса+ вес навески, г	Первое взвешивание, г	Второе взвешивание, г	Убыль веса угля, г	Влажность угля, %
1							
2							

Делаются необходимые выводы

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

1. номер и название лабораторной работы;
2. цель работы;
3. описание методики;
4. таблицы;
5. рабочие формулы;
6. обработка результатов;
7. вывод.

Задания для самостоятельной работы:

1. проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. составить отчет с указанием списка использованных источников.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [2-8]

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Формы связи влаги с материалом
2. Что такое гигроскопическая влажность?
3. Какая влажность называется рабочей?
4. Порядок выполнения эксперимента.
5. Влияние влажности на характеристики иоуплива.
6. Группы бурых углей по влажности.

**Лабораторная работа №2 Определение зольности твердого топлива**

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (2 часа).

Цель работы:

Ознакомление обучающихся с методикой определения зольности твердого топлива.

Задание:

Определить зольность твердого топлива.

Порядок выполнения:

Согласно ГОСТ 11022-75 анализ на зольность бурых и каменных углей, антрацита и горючих сланцев может быть проведен при медленном или ускоренном озолении топлива. По точности результатов ускоренный вариант не уступает медленному, но он несколько более трудоемок.

1.2.1 Определение зольности методом медленного озоления

В предварительно взвешенные фарфоровые прямоугольные лодочки помещают навески топлива в количестве  $1 \pm 0,1$  г, отбирая их шпателем или ложечкой из банки после пред-

варительного перемешивания ее содержимого. Навески в лодочках размещают равномерным слоем, не допуская насыпания топлива на края тары.

Лодочки ставят на стальной или керамической пластинке или без нее на под холодной муфельной печи. Для озоления каменных углей и антрацита начальную температуру муфельной печи повышают в течение 30 мин до 500°C и в течение следующих 30-60 мин до 800-830°C для озоления бурых углей и горючих сланцев начальную температуру муфельной печи повышают в течение 30 мин до 250°C, в течение следующих 30 мин до 900°C, а затем в течение 1 ч до 800-830°C.

Образовавшийся зольный остаток прокаливают при достижении указанных температур в закрытом муфеле в течение 1,5 и 1 ч соответственно в случае каменных углей и антрацита; бурых углей и горючих сланцев. После прокаливания лодочки с зольным остатком вынимают из муфеля, охлаждают сначала на воздухе в течение 5 мин, а затем в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают.

Производят контрольное прокаливание лодочек с зольным остатком в течение 30 мин и определяют изменение массы. Если масса изменится менее, чем на 1 мг, то испытание заканчивают и для расчета принимают последнее значение. При изменении массы на 1 мг и более производят дополнительное контрольное прокаливание продолжительностью 30 мин каждое до тех пор, пока разность масс при двух последних взвешиваниях не будет менее 1 мг.

### 1.2.2 Определение зольности методом ускоренного озоления

В предварительно взвешенные фарфоровые прямоугольные лодочки помещают навески топлива в количестве  $1 \pm 0,1$  г, отбирая их шпателем или ложечкой из банки после предварительного перемешивания ее содержимого. Навески в лодочках размещают равномерным слоем, не допуская насыпания топлива на края тары.

Нагревают муфельную печь до температуры 850-875°C и лодочки с навесками на стальной или керамической пластинке помещают на край пода печи. В таком положении при открытой дверце муфеля печи пластинку выдерживают 3 мин при озолении углей и антрацита и 5 мин при озолении сланцев.

Затем пластинку с лодочками продвигают в муфельную печь со скоростью 2 см/мин и при достижении ею центра муфеля закрывают его дверцу. Температура и длительность прокаливания навесок зависят от вида топлива и типа лодочек. Бурые и каменные угли прокаливают в муфельной печи при температуре 800-830°C продолжительностью: в лодочках №2 35 мин, в лодочках №3 25 мин. Горючие сланцы прокаливают при температуре 850-875°C в лодочках №2 в течение 20 мин.

Отсчет времени прокаливания начинается при температуре муфельной печи не ниже 800°C. По окончании прокаливания пластинку с лодочками из муфельной печи вынимают, охлаждают предварительно на воздухе в течение 5 минут, а затем в эксикаторе. Охлажденную лодочку с навеской взвешивают. Контрольных прокаливаний не производят. Расхождение результатов двух параллельных опытов не должно превышать 0,3%.

Зольность топлива в обоих случаях определяют по зависимости:

$$A^p = (G_p / G_n) * 100, \%$$

где  $G_n$  - начальный вес угля;

$G_p$  - вес золы.

Результаты опыта сводятся в таблицу 1.2.

Таблица 1.2

№	Вес угля, г	Вес лодочки+ вес топлива, г	Вес лодочки+ вес золы, г	Вес золы, г	Зольность угля, %
---	----------------	--------------------------------	-----------------------------	----------------	----------------------



1					
2					

Делаются необходимые выводы

Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

1. номер и название лабораторной работы;
2. цель работы;
3. описание методики;
4. таблицы;
5. рабочие формулы;
6. обработка результатов;
7. вывод.

Задания для самостоятельной работы:

1. проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. составить отчет с указанием списка использованных источников.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [2-8]

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Основные компоненты минеральных примесей твердого топлива.
2. Основные компоненты золы и шлаков.
3. Плавокостные характеристики золы и шлаков. Метод конусов.
4. Влияние зольности на качество топлива и способ его сжигания.
5. Методика проведения эксперимента.

**Лабораторная работа №3 Определение выхода летучих и коксового остатка для твердого топлива**

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (2 часа).

Цель работы:

Ознакомление обучающихся с методикой определения выхода летучих и коксового остатка для твердого топлива.

Задание:

Определить выход летучих и коксовый остаток для твердого топлива.

Порядок выполнения:

Определение выхода летучих и веса коксового остатка проводят путем нагрева угля в закрытом тигле при температуре 850 оС. При этом летучие вещества и влага удаляется, а в тигле остается коксовый остаток.

Навеску угля (10 грамм) помещают в предварительно взвешенный тигель. Открыв дверку муфеля, предварительно нагретого до 850 °С, тигель, по возможности быстро, вставляют в зону высоких температур и дверку закрывают. Поскольку наряду с основным проводится параллельный опыт и необходимо вносить в муфель одновременно два тигля, то их предварительно устанавливают на подставку, характеризующуюся незначительной массой и теплоемкостью. Тигель выдерживают в муфеле в течение 7 минут, после чего охлаждают сначала на воздухе ( не более 5 минут), а затем в эксикаторе. Тигель с коксовым остатком взвешивают. Данные заносят в таблицу 1.3.

Допустимый предел расхождения между результатами параллельных опытов составляет 5%.

$$V_a = (G_k/G_n - W) \cdot 100$$

где  $V_a$  - выход летучих в аналитической пробе топлива, %;

$W$  - содержание влаги в граммах;

$G_n$ - начальный вес угля;

$G_k$ - конечный вес угля, равный весу коксового остатка.

Таблица 1.3

№	Вес угля, Г	Вес тигля + угля, г	Вес тигля + кокса, г	Суммарная убыль веса, г	Массовый выход летучих, г	Выход летучих, %
1						
2						

Характер нелетучего остатка в лабораторных условиях определяют по его внешнему виду и прочности. Нелетучий остаток, полученный в тигле после определения выхода летучих веществ, характеризуют в соответствии с ГОСТ 6382-80 по следующим градациям прочности, плотности и вспученности:

порошкообразный;

- слипшийся – при легком нажиме пальцем раскалывается в порошок;
- слабоспекшийся - при легком нажиме пальцем раскалывается на отдельные кусочки;
- спекшийся, несплавленный – для раскалывания на отдельные кусочки необходимо приложить усилие;
- сплавленный, невспученный – плоская лепешка с серебристым металлическим блеском поверхности;
- сплавленный, вспученный – остаток с серебристым металлическим блеском поверхности высотой менее 15 мм;
- сплавленный, сильно вспученный – остаток с серебристым металлическим блеском поверхности высотой более 15 мм.

Делаются необходимые выводы

#### Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

1. номер и название лабораторной работы;
2. цель работы;
3. описание методики;

4. таблицы;
5. рабочие формулы;
6. обработка результатов;
7. вывод.

Задания для самостоятельной работы:

1. проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. составить отчет с указанием списка использованных источников.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

Основная литература: [1].

Дополнительная литература: [2-8].

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Что такое летучие вещества?
2. Роль летучих веществ в оценке реакционных свойств топлива.
3. Описание экспериментальной установки и методики проведения эксперимента.
4. Характеристика коксового остатка.
5. Какие топлива являются сырьем для получения металлургического кокса?

**Лабораторная работа № 4 Определение гранулометрического состава твердого топлива**

Лабораторное занятие проходит в интерактивной форме – работа в малых группах (2 часа).

Цель работы:

Ознакомление обучающихся с методикой определения гранулометрического состава твердого топлива.

Задание:

Определить гранулометрический состав твердого топлива.

Порядок выполнения:

Угольная пыль представляет собой полидисперсный порошок с размерами частиц от 0,1 до 300-500 мкм. Тонкость помола пыли определяют пробы пыли массой 25-50 г (задается преподавателем) в течение 20 минут на калибровочных ситах с размерами отверстий от 50 до 1000 мкм. Результаты отсева определяют массовыми количествами остатка на первом, самом крупном сите  $R_{1000}$ , фракций  $\Phi$  на промежуточных ситах, количеством остатка на самом мелком сите  $R_{50}$ , а также распыла в окружающее пространство тончайшей пыли  $\Delta G$  и записывают соотношением в % от исходной массы пробы:

$$R_{1000} + \Phi_{500/1000} + \Phi_{200/500} + \Phi_{90/200} + \Phi_{50/90} + R_{50} + \Delta G = 100\%.$$

При ручном отсеивании навеску топлива насыпают первоначально на сито с самой мелкой сеткой и закрывают его крышкой и дном. Просев ведут путем перекидывания сита с одной руки в другую с частотой около 120 ударов в минуту. При перекидывании сито поворачивают на 90° в горизонтальной плоскости через каждые 40 ударов и после каждого поворачивания ударяют ладонью по обечайке сита. После окончания отсеивания сито обстукивают и остаток топлива насыпают на чашку весов, тщательно очищая сито кисточкой, и взвешивают. При ручном отсеивании на нескольких ситах остаток на мелком сите после его взвешивания пересыпают на более крупное сито и просеивание на нем производят в том же порядке. Отсев заканчивают тем быстрее, чем больше размер сита. Для контроля качества просеивания после его окончания дно сита снимают и производят десять полных перекидок сита над листом белой бумаги. При выпадении большого количества пылинок просевку необходимо продолжить.

По результатам расчета, сведенным в таблицу 1.4, строится интегральная зерновая характеристика, описываемая уравнением

$$R = 100 \cdot \exp(-bx^n),$$

где **b** и **n** - постоянные коэффициенты, характеризующие соответственно тонкость измельчения и равномерность зернового помола.

Таблица 1.4

Масса пробы		R <sub>1000</sub>		Φ <sub>500/1000</sub>		Φ <sub>200/500</sub>		Φ <sub>90/200</sub>		Φ <sub>50/90</sub>		R <sub>50</sub>		ΔG	
г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
	100														

Делаются необходимые выводы

#### Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере или в рукописном виде. В отчете должны присутствовать:

1. номер и название лабораторной работы;
2. цель работы;
3. описание методики;
4. таблицы;
5. рабочие формулы;
6. обработка результатов;
7. вывод.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний.
2. ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. составить отчет с указанием списка использованных источников.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

Подготовка к лабораторной работе начинается с проработки материала по методическим указаниям к проведению лабораторных работ и рекомендуемых источников.

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [2-8]

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Описать схему проведения ситового анализа твердого топлива.
2. Дать определение гранулометрического состава.
3. В каком случае испытание с помощью метода ситового анализа считают недействительным?
4. Как определяют выход любых классов крупности?
5. Как определяют средний размер куска топлива?

**Практическое занятие №1 Расчет элементного состава топлива, технических характеристик и теплотворной способности при различных способах задания состава**

Цель работы: Закрепление знаний по расчету элементного состава топлива, технических характеристик и теплотворной способности при различных способах задания состава.

Задание:

По заданному составу определить состав сухой и сухой беззольной массы топлива.

Таблица 2.1

Величина	В а р и а н т									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Месторождение*	Данные по последней цифре шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 2.2

**Состав углей некоторых месторождений**

№	Месторождение	Марка	Состав рабочей массы, %							
			W <sup>p</sup>	A <sup>p</sup>	S <sub>к</sub> <sup>p</sup>	S <sub>орг</sub> <sup>p</sup>	C <sup>p</sup>	H <sup>p</sup>	N <sup>p</sup>	O <sup>p</sup>
1	Донецкий	Д	13,0	21,8	1,5	1,5	49,3	3,6	1,0	8,3
2	Кузнецкий	Д	12,0	13,2	0,3		58,7	4,2	1,9	9,7
3	Кузнецкий	Т	6,5	16,8	0,4		68,6	3,1	1,5	3,1
4	Экибастузский	ОС	7,0	38,1	0,4	0,4	43,4	2,9	0,8	7,0
5	Ленгерский	БЗ	29,0	11,4	1,2	0,5	45,0	2,6	0,4	9,9
6	Подмосковный	Б2	32,0	25,2	1,5	1,2	28,7	2,2	0,6	8,6
7	Челябинский	БЗ	18,0	29,5	1,0		37,3	2,8	0,9	10,5
8	Канско-Ачинский	Б2	33,0	6,0	0,2		43,7	3,0	0,6	13,5
9	Итатский	Б1	40,5	6,8	0,4		36,6	2,6	0,4	12,7
10	Артемовский	БЗ	24,0	24,3	0,3		35,7	2,9	0,7	12,1

Порядок выполнения:

В состав твердого и жидкого топлива в виде различных соединений входят следующие составляющие: углерод, водород, кислород, азот, сера, минеральные примеси (А) и влага (W).

Углерод является основной составляющей горючей части топлива и от его сгорания образуется преобладающее количество тепла. Так, содержание углерода в горючей массе топлива составляет: в дровах и торфе 50-58%; в бурых и каменных углях 65-80%; в антраците 88-93%; в сланцах 60-75%; в мазуте 86-88% и т.д. Продуктами сгорания углерода являются его окислы: при полном сгорании углекислый газ (CO<sub>2</sub>) и неполном - угарный газ (CO).

Водород является вторым весьма важным горючим элементом топлива. Однако, несмотря на его высокую теплоту сгорания, превышающую аналогичную величину для углерода в 4,2 раза, количество тепла, выделяемое при сгорании водорода, незначительно по сравнению с теплом от сгорания углерода, поскольку его содержание в горючей массе топлива невелико: в дровах и торфе 6-6,2%; в бурых и каменных углях 4-6%; в антрацитах 2,0-2,4 %; в мазуте 10-10,5% и т.д.

Сера в топливе содержится в виде: соединений с металлами, в основном с железом - колчеданная или пиритная сера ( $S_k$ ); различных органических соединений - органическая сера ( $S_o$ ) и соединений с кислородом - сульфатная сера ( $S_c$ ). Последняя ( $S_c$ ), находясь уже в окисленной форме, в процессе горения не участвует, т.е. является балластом в топливе и переходит в золу.

Первые две формы в сумме составляют горючую серу ( $S_r = S_k + S_o$ ) и при сгорании образуют преимущественно сернистый газ  $SO_2$ . Однако количество тепла, выделяемое при этом ничтожно, поскольку общее содержание серы в топливе мало (в углях и мазуте до 3%, бурых до 8%, горючих сланцах до 15%), а её теплота сгорания незначительна. Учитывая, что продукты сгорания серы ( $SO_2$  и  $SO_3$ ) вызывают интенсивную коррозию металлических поверхностей в топочном пространстве и за его пределами, а также загрязняют атмосферу, принято считать серу вредной примесью в топливе.

Кислород в твердом и жидком топливе находится в связанном состоянии и, следовательно, не может поддерживать горение. Повышенное содержание кислорода в топливе является признаком частичного его окисления, т.е. его неполноценности.

Содержание азота в топливе очень мало (0,05-2,0%). Как правило, он при горении топлива не окисляется и переходит в дымовые газы в виде свободного азота ( $N_2$ ), т.е. является балластом в топливе.

Зола ( $A$ ) - твердый негорючий остаток, образующийся после полного сгорания топлива, как результат наличия в нем минеральных примесей. Основными компонентами золы являются  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $CaO$ . Иногда золы содержат в виде различных соединений, ценные примеси ванадия, германия, алюминия и др. и могут служить исходным сырьем в металлургическом производстве.

Зола является основным балластом топлива. По её содержанию судят об эффективности топлива. Содержание золы в рабочей массе топлива составляет: в бурых и каменных углях 5-25%; в торфе 5-7; в дровах 0,6; в мазуте 0,3; в горючих сланцах 40-60%.

Минеральными примесями жидкого топлива являются различные соли, вносимые в нефть при её добыче вместе с буровыми водами.

Влага ( $W$ ) является также балластом топлива. Она не только не участвует в процессе горения, но требует определенного количества теплоты на её парообразование. Различают внешнюю и внутреннюю (гигроскопическую) влагу. Внешняя влага удерживается на поверхности частиц топлива и в его порах и может легко быть удалена при сушке топлива без подогрева. Внутренняя влага, которая содержится внутри кусков топлива и связана с его органическими составляющими и минеральными примесями; может быть удалена только при нагреве топлива.

Таким образом, в состав твердого и жидкого топлива входят: углерод ( $C$ ), водород ( $H$ ), кислород ( $O$ ), азот ( $N$ ), сера (органическая  $S_o$  и колчеданная  $S_k$ ), зола ( $A$ ), включающая сульфатную серу ( $S_c$ ) и влага ( $W$ ).

При анализе топлива различают рабочую, сухую, горячую и органическую массу топлива. Под рабочей массой понимают массу топлива в том виде, как оно доставляется к топливо-сжигающему устройству:

$$C^P + H^P + O^P + N^P + S_o^P + S_k^P + A^P + W^P = 100\% .$$

Масса топлива без учета влаги называется сухой

$$C^c + H^c + O^c + N^c + S_o^c + S_k^c + A^c = 100\%$$

Под горючей массой понимают массу обезвоженного и обеззоленного топлива

$$C^r + H^r + O^r + N^r + S_o^r + S_k^r = 100\% .$$

Если из состава горючей смеси исключить колчеданную серу ( $S_k$ ), то получим органическую массу топлива

$$C^c + H^o + O^o + N^o + S_o^o = 100\% .$$

Зная рабочую массу топлива, нетрудно подсчитать другие его массы, пользуясь таблицей пересчетных коэффициентов (табл.2.1).

Таблица 2.1

Заданная масса топлива	Коэффициенты пересчета масс топлива		
	Масса топлива, на которую делается пересчет		
	горючая	сухая	рабочая
горючая	1	$\frac{100 - A^c}{100}$	$\frac{100 - (A^p + W^p)}{100}$
сухая	$\frac{100}{100 - A^c}$	1	$\frac{100 - W^p}{100}$
рабочая	$\frac{100}{100 - (A^p + W^p)}$	$\frac{100}{100 - W^p}$	1

Пересчет элементарной массы топлива с одной влажности (зольности) на другую производится по формуле

$$X_1^p = X^p \frac{100 - W_1^p}{100 - W^p} ,$$

Для твердых и жидких топлив низшая теплотворная способность топлива может быть рассчитана по формуле Д.И.Менделеева (кДж/кг):

$$Q_{п}^p = 339C^p + 1025H^p - 108,5(O^p - S^p) - 25W^p .$$

Форма отчетности:

Отчет оформляется в рукописную в тетради и должен содержать название раздела, номер задачи, условие задачи, формулу(ы) для расчетов, решение, ответ.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по теме 1.2 раздела 1.

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [2-8]

**Практическое занятие №2 Расчет теоретического и действительного расхода воздуха, расхода дымовых газов по компонентам и суммарно**

Цель работы: Закрепление знаний по расчету теоретического и действительного расхода воздуха, расхода дымовых газов по компонентам и суммарно

Задание:

По заданному составу топлива и коэффициенту избытка воздуха определить действительный расход воздуха, необходимого для горения и объем продуктов сгорания.

Таблица 2.3

Величина	В а р и а н т									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Месторождение*	Данные по последней цифре шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициент избытка воздуха	Данные по предпоследней цифре шифра									
	1,2	1,25	1,15	1,23	1,21	1,17	1,3	1,35	1,27	1,37

#### Порядок выполнения

Минимальное (теоретическое) количество воздуха для полного сгорания 1 кг твердого или жидкого топлива определяется по формуле (м<sup>3</sup>/кг)

$$V_0 = 0,0889C^p + 0,265H^p - 0,0333(O^p - S^p).$$

Действительное количество воздуха определяется (м<sup>3</sup>/кг)

$$V_v = \alpha V_0.$$

Объем продуктов сгорания, образовавшихся при сжигании 1 кг топлива с теоретически необходимым количеством воздуха, равен (м<sup>3</sup>/кг)

$$V_r^0 = V_{RO_2} + V_{N_2^0} + V_{H_2O^0},$$

где объемы продуктов сгорания по компонентам будут равны

$$V_{RO_2} = 0,01866 (C^p + 0,375S^p),$$

$$V_{N_2^0} = 0,79 V^0 + 0,008N^p,$$

$$V_{H_2O^0} = 0,111H^p + 0,0124W^p + 0,0161V^0.$$

Объем продуктов сгорания при сжигании 1 кг топлива при действительном расходе воздуха (м<sup>3</sup>/кг):

$$V_r = V_r^0 + 1,0161(\alpha - 1)V^0.$$

#### Форма отчетности:

Отчет оформляется в рукописную в тетради и должен содержать название раздела, номер задачи, условие задачи, формулу(ы) для расчетов, решение, ответ.

#### Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по теме 2.1 раздела 2.

Основная литература: [1].

Дополнительная литература: [2-8].

### **Практическое занятие №3 Расчет теплового баланса процесса горения.**

Цель работы: Закрепление знаний по расчету теплового баланса процесса горения.



Задание:

Для угля, состав которого приведен в задании 1 составить тепловой баланс процесса горения, приняв дополнительные условия из таблицы 2:

Таблица 2.4

Величина	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура горячего воздуха, °С	Данные по последней цифре шифра									
	100	400	200	300	100	400	300	200	150	250
Коэффициент избытка воздуха	Данные по предпоследней цифре шифра									
	1,2	1,25	1,15	1,23	1,21	1,17	1,3	1,35	1,27	1,37

Форма отчетности:

Отчет оформляется в рукописную в тетради и должен содержать название раздела, номер задачи, условие задачи, формулу(ы) для расчетов, решение, ответ.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по теме 2.2 раздела 2.

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [2-8]

**Практическое занятие №4 Определение адиабатной и теоретической температуры горения, жаропроизводительности и влияния на них режимных параметров.**

Цель работы: Закрепление знаний по определению адиабатной и теоретической температуры горения, жаропроизводительности и влияния на них режимных параметров.

Задание: По условию задания №3 определить адиабатную и теоретическую температуры горения, жаропроизводительность и влияния на них режимных параметров.

Форма отчетности:

Отчет оформляется в рукописную в тетради и должен содержать название раздела, номер задачи, условие задачи, формулу(ы) для расчетов, решение, ответ.

Задания для самостоятельной работы:

Изучить теоретический материал по теме 2.2 раздела 2.

Основная литература: [1].

Дополнительная литература: [2-8].

**9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы**

В процессе изучения курса студент выполняет контрольную работу.

Задание и методика выполнения контрольной работы приведены в [8].

Целью выполнения контрольной работы является закрепление знаний, полученных после изучения программы дисциплины и приобретения практических навыков расчета топлива и основ горения.

В контрольную работу входит 4 контрольные задачи и 3 контрольных вопроса (только

для заочной формы обучения) для каждого варианта.

Номер варианта контрольной работы состоит из двух цифр.

При выполнении контрольных работ необходимо выполнять следующие требования:

1. исходные данные к контрольным заданиям следует выбирать в соответствии со своим вариантом;
2. полностью приводить условия задач и контрольных вопросов, на каждой странице предусмотреть поля для замечаний рецензента;
3. решение задач должно сопровождаться кратким пояснительным текстом;
4. все вычисления должны быть выполнены в СИ;
5. ответы на контрольные вопросы необходимо иллюстрировать соответствующими схемами, графиками.

#### **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Microsoft Imagine Premium
2. ОС Windows 7 Professional
3. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
4. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
5. ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система
6. справочно-правовая система «Консультант Плюс»
7. Архиватор 7-Zip
8. Adobe Reader
9. doPDF
10. Ай-Логос Система дистанционного обучения
11. КОМПАС-3D V13

#### **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i><b>Вид занятия</b></i>	<i><b>Наименование аудитории</b></i>	<i><b>Перечень основного оборудования</b></i>	<i><b>№ ЛР, ПЗ</b></i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Лк	лекционная аудитория	-	-
ЛР	Лаборатория тепломассообменных процессов и установок	Печь муфельная ПМ-8; Сушильный шкаф СНОЛ 67/350	ЛР 2-4 ЛР 1
ПЗ	лекционная аудитория	-	ПЗ 1-4
кр	ЧЗЗ	Оборудование 15 ПК- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005	-
СР	ЧЗЗ	Оборудование 15 ПК- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
1	2	3	4	6
ОПК-1	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	1. Виды и характеристики топлив	1.1 Топливно-энергетический баланс в мире и в России. Энергетическое топливо и его виды	Экзаменационные вопросы 1.1-1.4
			1.2 Элементный состав топлива и виды исходной массы топлива.	Экзаменационные вопросы 1.5-1.6
			1.3 Теплотехнические характеристики топлива	Экзаменационные вопросы 1.7
		2. Материальный и тепловой балансы процесса горения органического топлива	2.1 Материальный баланс процесса горения органического топлива	Экзаменационные вопросы 1.8-1.11
			3. Основные положения теории горения	3.1 Динамика горения
		4. Горение газового, жидкого и твердого топлива		3.2 Диффузия и массообмен
			4.3 Горение газового топлива	Экзаменационные вопросы 1.19-1.24
ПК-9	Способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия	1. Виды и характеристики топлив	1.1 Топливно-энергетический баланс в мире и в России. Энергетическое топливо и его виды	Экзаменационные вопросы 2.4
			1.3 Теплотехнические характеристики топлива	Экзаменационные вопросы 2.1-2.3
			1.4 Промышленная классификация твердого, жидкого и газового топлива	Экзаменационные вопросы 2.5
		2. Материальный и тепловой балансы процесса горения органического топлива	2.2 Тепловой баланс процесса горения органического топлива	Экзаменационные вопросы 2.6-2.9

	тия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве	3. Основные положения теории горения	3.2 Диффузия и массообмен	Экзаменационные вопросы 2.10-2.16
		4. Горение газового, жидкого и твердого топлива	4.1 Горение твердого топлива	Экзаменационные вопросы 2.20-2.23
			4.2 Горение жидкого топлива	Экзаменационные вопросы 2.17-2.18

## 2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-1	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	<p>1.1. Топливно-энергетические ресурсы РФ: их роль в энергетике и промышленности, этапы и перспективы развития.</p> <p>1.2. Определение понятия «органическое топливо». Виды топлив, их классификация.</p> <p>1.3. Твердое топливо: бурые и каменные угли, антрацит, горячие сланцы и торф.</p> <p>1.4. Газообразное топливо. Компонентный состав газового топлива и его пересчет на элементарный массовый состав.</p> <p>1.5. Элементарный состав топлива.</p> <p>1.6. Виды исходной массы топлива.</p> <p>1.7. Влажность топлива.</p> <p>1.8. Материальный баланс процесса горения.</p> <p>1.9. Выбор оптимального коэффициента избытка воздуха.</p> <p>1.10. Определение расхода кислорода, воздуха объема и состава продуктов сгорания при различных коэффициентах расхода воздуха.</p> <p>1.11. Определение коэффициента расхода воздуха по составу продуктов сгорания.</p> <p>1.12. Основные понятие кинетики реакции горения, гомогенное и гетерогенное горение.</p> <p>1.13. Энергетика химических связей и теплоты сгорания топлива.</p> <p>1.14. Закон Гесса. Скорость реакций горения.</p> <p>1.15. Обратимость реакций и константа равновесия реакций горения и газификации.</p> <p>1.16. Понятие о цепных реакциях.</p> <p>1.17. Зависимость скорости реакции от давления, температуры, состава горючей смеси.</p> <p>1.18. Самовоспламенение смеси. Температура воспламенения. пределы воспламенения и их зависимость от различных факторов.</p>	<p>1. Виды и характеристики топлив</p> <p>2. Материальный и тепловой балансы процесса горения органического топлива</p> <p>3. Основные положения теории горения</p>

1	2	3	4	5
			<p><b>1.19.</b> Методы сжигания газов. Диффузионное и кинетическое горение.</p> <p><b>1.20.</b> Ламинарные и турбулентные факелы. Размеры ламинарного и турбулентного диффузионных факелов.</p> <p><b>1.21.</b> Предельные случаи горения: срыв, отрыв, проскок пламени.</p> <p><b>1.22.</b> Зависимость тепловых напряжений от способа организации горения газов.</p> <p><b>1.23.</b> Тепловые напряжения объема сгорания газа.</p> <p><b>1.24.</b> Термическое разложение углеводородов в процессе горения. Излучение газового факела.</p>	<p><b>4.</b> Горение газового, жидкого и твердого топлива</p>
2.	ПК-9	Способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве	<p><b>2.1.</b> Минеральные примеси и образование золы.</p> <p><b>2.2.</b> Выход летучих и свойства коксового остатка.</p> <p><b>2.3.</b> Теплота сгорания топлива.</p> <p><b>2.4.</b> Условное топливо. Приведенные характеристики топлива.</p> <p><b>2.5.</b> Промышленная классификация твердого и жидкого топлива: типы, марки, группы и классы.</p> <p><b>2.6.</b> Тепловой баланс процесса горения</p> <p><b>2.7.</b> Энтальпия воздуха, топлива и продуктов сгорания.</p> <p><b>2.8.</b> Калориметрическая температура горения и жаропроизводительность топлива</p> <p><b>2.9.</b> Теоретическая и действительная температуры горения.</p> <p><b>2.10.</b> Смесеобразование, предшествующее горению.</p> <p><b>2.11.</b> Молекулярная и турбулентная диффузия в потоках.</p> <p><b>2.12.</b> Перенос вещества при гетерогенном горении.</p> <p><b>2.13.</b> Кинетическая, диффузионная и промежуточная область реагирования.</p> <p><b>2.14.</b> Распространение пламени в газоздушных смесях.</p> <p><b>2.15.</b> Влияние давления, температуры, состава смеси на нормальную скорость.</p> <p><b>2.16.</b> Скорость распространения пламени в турбулентном потоке.</p> <p><b>2.17.</b> Организация сжигания жидкого топлива. Основные стадии процесса.</p> <p><b>2.18.</b> Факельное сжигание жидкого топлива. Влияние физико-химических и аэродинамических факторов на процессе горения.</p> <p><b>2.19.</b> Интенсификация сжигания жидкого топлива.</p> <p><b>2.20.</b> Способы организации сжигания твердого топлива. Стадии горения и газификации.</p> <p><b>2.21.</b> Горение углерода. Тепловой режим горения твердого топлива.</p> <p><b>2.22.</b> Горение в слое. Факельный способ сжигания угольной пыли.</p> <p><b>2.23.</b> Пути интенсификации горения твердого топлива.</p>	<p><b>1.</b> Виды и характеристики топлив</p> <p><b>2.</b> Материальный и тепловой балансы процесса горения органического топлива</p> <p><b>3.</b> Основные положения теории горения</p> <p><b>4.</b> Горение газового, жидкого и твердого топлива</p>

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> (ОПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Промышленную классификацию топлив;</li> </ul> <p>(ПК-9):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Основы теплотехнических расчетов горения топлива;</li> </ul> <p><b>Уметь</b> (ОПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Обоснованно выбирать то или иное топливо для конкретных промышленных установок;</li> <li>– Выполнять все необходимые расчеты, связанные со сжиганием топлива и организацией горения;</li> </ul> <p>(ПК-9):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– В дальнейшем использовать все особенности того или иного вида топлива в целях создания энергосберегающего оборудования и технологий или наиболее эффективных огнетехнических установок;</li> </ul> <p><b>Владеть</b> (ОПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методиками расчета материального и теплового баланса процесса горения;</li> </ul> <p>(ПК-9):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методиками определения температуры горения топлива.</li> </ul>	<b>отлично</b>	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
	<b>хорошо</b>	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по вопросам экзаменационного билета; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
	<b>удовлетворительно</b>	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.
	<b>неудовлетворительно</b>	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, не ориентируется в источниках специализированных знаний. Нет ответа на вопросы экзаменационного билета.

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 Физико-химические основы горения и топливо направлена на ознакомление обучающихся с основными конструкциями нагнетателей и тепловых двигателей, с теоретическими положениями и основами их эксплуатации, их практическим применением в промышленной теплоэнергетике; на получение теоретических знаний и практических навыков использования нагнетателей и тепловых двигателей для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины Б1.В.ДВ.04.01 Физико-химические основы горения и топливо предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы,
- практические занятия,
- контрольную работу,
- самостоятельную работу,
- экзамен.

В ходе освоения *раздела 1* «Виды и характеристики топлив» студенты должны уяснить: состояние топливно-энергетического баланса РФ, виды энергетического топлива и их теплотехнические характеристики

В ходе освоения *раздела 2* «Материальный и тепловой балансы процесса горения органического топлива» студенты должны уяснить: понятия материального и теплового балансов процесса горения, а также расчета материального и теплового балансов процесса горения.

В ходе освоения *раздела 3* «Основные положения теории горения» студенты должны уяснить: основные положения теории горения, такие как гомогенное и гетерогенное горение, закон Гесса, скорость реакции горения, самовоспламенения смеси, смесеобразование, молекулярная и турбулентная диффузия в потоках.

В ходе освоения *раздела 4* «Горение газового, жидкого и твердого топлива» студенты должны уяснить: особенности горения твердого, жидкого и газообразного топлив.

В процессе проведения *лабораторных работ* происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления: о методах определения влажности, зольности твердого топлива, коксового остатка и выхода летучих, гранулометрического состава твердого топлива.

В процессе проведения *практических занятий* происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления: о видах масс топлива и пересчета из одной массы в другую, о расчете теплоты сгорания топлива, составлении материального и теплового балансов процесса горения топлива.

*Самостоятельную работу* необходимо начинать с ознакомления с рекомендованной учебной и методической литературой.

При подготовке к *экзамену* рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: видам и теплотехническим характеристикам топлива, составлению материального и теплового балансов процесса горения топлива, основным положениям теории горения, особенностям сжигания твердого, жидкого и газообразного топлив.

Работа с *литературой* является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде лекций с текущим контролем и лабораторных занятий – работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

## **АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины**

### **Физико-химические основы горения и топлива**

#### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является: формирование у обучающихся знаний для комплексного решения задач сжигания топлива и теплового воздействия на технологический продукт или рабочее тело в топливосжигающей огнетехнической установке.

Задачей изучения дисциплины является: умение применять студентами полученные знания в курсе дисциплин «Котельные установки и парогенераторы», «Источники теплоснабжения», а также в практике использования органического топлива, как источника энергии.

#### **2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк– 17 час., ЛР– 17 час., ПЗ - 17 час., СР– 102 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Виды и характеристики топлив;
- 2 - Материальный и тепловой балансы процесса горения органического топлива;
- 3 - Основные положения теории горения;
- 4 - Горение газового, жидкого и твердого топлива.

#### **3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1- Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

ПК-9- Способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве.

#### **4. Вид промежуточной аттестации: экзамен**



**Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год**

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

\_\_\_\_\_

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
(разработчик)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.13.01 Теплоэнергетика и теплотехника от «01» октября 2015г. № 1081.

**для набора 2014 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413

**для набора 2015 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «04» декабря 2015 г. №771, заочной формы обучения от «04» декабря 2015 г. №771

**для набора 2016 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429, заочной формы обучения от «06» июня 2016 г. №429 для заочной формы (ускоренного обучения) от «06» июня 2016 г. № 429

**для набора 2017 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125, заочной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125 для заочной формы (ускоренного обучения) от «04» апреля 2017 г. №203

**Программу составил:**

Латушкина С.В., старший преподаватель кафедры ПТЭ \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ПТЭ

от «13» декабря 2018 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой ПТЭ \_\_\_\_\_ Федяев А.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой ПТЭ \_\_\_\_\_ Федяев А.А.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета ЭиА

от «28» декабря 2018 г., протокол № 5

Председатель методической комиссии факультета ЭиА \_\_\_\_\_ А.Д.Ульянов

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник  
учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_