

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины**

Топливо и его сжигание

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

**По направлению подготовки**

13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)*

**Направленность (профиль)**

Энергообеспечение предприятий

*(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)*

**Кафедра**

Инженерные системы и экология

Квалификация выпускника *бакалавр*

Астрахань - 2019

**Разработчики:**

Ст. преподаватель  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись)

/Р.В. Муканов/  
И. О. Ф.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № 9 от 25.04.2019 г.

И.о. заведующего кафедрой

  
(подпись)

/Дербасова Е.М.  
И. О. Ф.

**Согласовано:**

Председатель МКН

«Теплотехника и теплоэнергетика»  
направленность (профиль)  
«Энергообеспечение предприятий»

  
(подпись)


/Дербасова Е.М.  
И. О. Ф.

Начальник УМУ

  
(подпись)

/Н.В. Аксюткина  
И. О. Ф.

Специалист УМУ

  
(подпись)

/Е.С. Кabanенко  
И. О. Ф.

Начальник УИТ

  
(подпись)

/С.В. Трунчев  
И. О. Ф.

Заведующий научной библиотекой

  
(подпись)

/Р.С. Джунджикшова  
И. О. Ф.

## Содержание:

|  | стр. |
|--|------|
| 1. Цель освоения дисциплины  | 4    |
| 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы  | 4    |
| 3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата  | 5    |
| 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся    | 6    |
| 5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий  | 6    |
| 5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах)   | 6    |
| 5.1.1. Очная форма обучения  | 6    |
| 5.1.2. Заочная форма обучения  | 7    |
| 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам  | 7    |
| 5.2.1. Содержание лекционных занятий   | 7    |
| 5.2.2. Содержание лабораторных занятий   | 7    |
| 5.2.3. Содержание практических занятий   | 8    |
| 5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине  | 9    |
| 5.2.5. Темы контрольных работ  | 9    |
| 5.2.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ   | 9    |
| 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины  | 10   |
| 7. Образовательные технологии  | 11   |
| 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины   | 11   |
| 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины  | 11   |
| 8.2. Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине | 11   |
| 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины  | 12   |
| 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине  | 13   |
| 10. Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья  | 14   |

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Топливо и его сжигание» является формирование компетенций обучающегося в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ПК-3 - Готов к обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики и разработке экозащитных мероприятий.

**В результате освоения дисциплины, обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:**

**УК-1.1** - Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи;

**знать:**

- методы поиска необходимой информации, её критический анализ;

**уметь:**

- обобщать результаты анализа для решения поставленной задачи;

**иметь навыки:**

- выполнения поиска необходимой информации, её критический анализ и обобщения результатов анализа для решения поставленной задачи.

**УК-1.2** - Использует системный подход для решения поставленных задач;

**знать:**

- методы системного подхода для решения поставленных задач;

**уметь:**

- использовать системный подход для решения поставленных задач;

**иметь навыки:**

- использования системного подхода для решения поставленных задач.

**ПК-3.1** - Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики;

**знать:**

- виды нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики;

**уметь:**

- демонстрировать знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики

**иметь навыки:**

- демонстрации знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики.

## **3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина Б1.В.02 «Топливо и его сжигание» реализуется в рамках блока 1 «Дисциплины», части, формируемая участниками образовательных отношений.

Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных в рамках изучения следующих дисциплин: «Физика», «Химия».

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

| <b>Форма обучения</b>                    | <b>Очная</b>                                     | <b>Заочная</b>  |
|--|--|---|
| <b>1</b>                                 | <b>2</b>   | <b>3</b>  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b> | <b>4 семестр – 3 з.е.<br/>всего - 3 з.е.</b>     | <b>3 семестр – 1 з.е.<br/>4 семестр – 2 з.е.<br/>всего - 3 з.е.</b>     |
| Лекции (Л)                               | 4 семестр – 16 часов;<br><b>всего - 16 часов</b> | 3 семестр – 2 часа;<br>4 семестр – 2 часа;<br><b>всего - 4 часа</b>     |
| Лабораторные занятия (ЛЗ)                | 4 семестр – 18 часов;<br><b>всего - 18 часов</b> | 4 семестр – 4 часа;<br><b>всего - 4 часа</b>                            |
| Практические занятия (ПЗ)                | 4 семестр – 16 часов;<br><b>всего - 16 часов</b> | 3 семестр – 4 часа;<br>4 семестр – 4 часа;<br><b>всего – 8 часов</b>    |
| Самостоятельная работа (СР)              | 4 семестр – 58 часов;<br><b>всего – 58 часов</b> | 3 семестр – 30 часов;<br>4 семестр – 62 часа;<br><b>всего - 92 часа</b> |
| <b>Форма текущего контроля:</b>          |  |   |
| Контрольная работа                       | 4 семестр  | 4 семестр   |
| <b>Форма промежуточной аттестации:</b>   |  |   |
| Экзамены                                 | 4 семестр  | 4 семестр   |
| Зачет                                    | <i>учебным планом</i>                            | <i>учебным планом</i>   |
| Зачет с оценкой                          | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>       | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>                              |
| Курсовая работа                          | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>       | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>                              |
| Курсовой проект                          | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>       | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>                              |

**3. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий**

**3.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах)**

**5.1.1. Очная форма обучения**

| № п/п         | Раздел дисциплины (по семестрам)   | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающихся |           |           |           | Форма текущего контроля и промежуточной аттестации |
|---------------|--|-----------------------|---------|--|-----------|-----------|-----------|--|
|               |  |                       |         | контактная   |           |           | СР        |  |
|               |  |                       |         | Л  | ЛЗ        | ПЗ        |           |  |
| 1             | 2  | 3                     | 4       | 5  | 6         | 7         | 8         | 9  |
| 1             | Раздел 1. Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики. Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию. Системы пылеприготовления. Свойства и характеристики твердого топлива | 36                    | 4       | 5  | 6         | 5         | 20        | Контрольная работа<br>Экзамен                      |
| 2             | Раздел 2. Горение твердого топлива. Подготовка и сжигание газового топлива. Подготовка и сжигание топочного мазута   | 36                    | 4       | 5  | 6         | 5         | 20        |  |
| 3             | Раздел 3. Контроль качества топлива. Газификация твердого топлива. Пиролиз твердого топлива. Комплексное использование топлива на тепловых электростанциях.  | 36                    | 4       | 6  | 6         | 6         | 88        |  |
| <b>Итого:</b> |  | <b>108</b>            |         | <b>16</b>  | <b>18</b> | <b>16</b> | <b>58</b> |  |

### 5.1.2. Заочная форма обучения

| №<br>п/п      | Раздел дисциплины<br>(по семестрам)  | Всего часов на<br>раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающихся |          |          |           | Форма текущего контроля и промежуточной аттестации |
|---------------|--|--------------------------|---------|--|----------|----------|-----------|--|
|               |  |                          |         | контактная   |          |          | СР        |  |
|               |  |                          |         | Л  | ЛЗ       | ПЗ       |           |  |
| 1             | 2  | 3                        | 4       | 5  | 6        | 7        | 8         | 9  |
| 1             | Раздел 1. Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики. Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию. Системы пылеприготовления. Свойства и характеристики твердого топлива | 36                       | 3       | 2  | -        | 4        | 30        | Контрольная работа<br><br>Экзамен                  |
| 2             | Раздел 2. Горение твердого топлива. Подготовка и сжигание газового топлива. Подготовка и сжигание топочного мазута   | 35                       | 4       | 1  | 2        | 2        | 30        |  |
| 3             | Раздел 3. Контроль качества топлива. Газификация твердого топлива. Пиролиз твердого топлива. Комплексное использование топлива на тепловых электростанциях.  | 37                       | 4       | 1  | 2        | 2        | 32        |  |
| <b>Итого:</b> |  | <b>108</b>               |         | <b>4</b>   | <b>4</b> | <b>8</b> | <b>92</b> |  |

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

### 5.2.1. Содержание лекционных занятий

| № | Наименование раздела дисциплины  | Содержание   |
|---|--|--|
| 1 | 2  | 3  |
| 1 | Раздел 1. Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики. Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию. Системы пылеприготовления. Свойства и характеристики твердого топлива | Исходные органические вещества. Стадии углефикации. Бурые угли. Каменные угли. Антрациты. Горючие сланцы. Нефть. Природный горючий газ. Составные части топлива. Расчетные массы топлива. Пересчеты состава топлива. Ресурсы органического топлива. Принципиальная технологическая схема топливоподачи ТЭС, работающей на твердом топливе. Приемные разгрузочные устройства. Хранение топлива на ТЭС. Размораживающие устройства. Ленточные конвейеры. Дробильные установки. Вспомогательные механизмы топливоподачи. Бункеры системы топливоподачи. Принципиальные технологические схемы пылеприготовления. Основное оборудование систем пылеприготовления: бункеры, сушилки, мельницы, сепараторы, циклоны, вентиляторы, смесители пыли, пыледелители, пылеконцентраторы. Плотность. Пористость. Сыпучесть. Гранулометрический состав. Механическая прочность. Выход летучих веществ. Спекаемость. Теплофизические свойства. |
| 2 | Раздел 2. Горение твердого топлива. Подготовка и сжигание газового топлива. Подготовка и сжигание топочного мазута   | Горение углерода. Кинетический режим горения твердого топлива. Диффузионный режим горения твердого топлива. Скорость горения. Особенности горения реального твердого топлива. Роль летучих веществ топлива в процессе горения. Реакционная способность топлива. Продукты сгорания. Распыливание топлива. Степень дробления капель. Качество распыливания жидкого топлива. Горение капли дистиллятного топлива. Горение мазута. Фронт горения. Горение летучих веществ. Горение коксового остатка. Уменьшение недожога. Горение неподвижной газовой смеси. Фронт горения. Скорость распространения пламени. Горение движущейся газовой смеси. Сжигание газового топлива в топках паровых котлов. Диффузионный режим горения. Смешанный режим горения.   |
| 3 | Раздел 3. Контроль качества топлива. Газификация твердого топлива. Пиролиз твердого топлива. Комплексное использование топлива на тепловых электростанциях.  | Определение степени неоднородности топлива. Расчет норм отбора проб топлива. Отбор и обработка объединенных проб топлива. Подготовка проб к анализу. Объем контроля качества топлива на тепловых электростанциях<br>Использование потенциального химического тепла топлива. Полнота тепловыделения. Химические реакции, протекающие при газификации.   |

### 5.2.2. Содержание лабораторных занятий

| № | Наименование раздела дисциплины | Содержание |
|---|---------------------------------|------------|
| 1 | 2                               | 3          |



|   |  |  |
|---|--|--|
| 1 | Раздел 1. Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики. Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию. Системы пылеприготовления. Свойства и характеристики твердого топлива | Лабораторная работа №1 Определение влажности твердого топлива.<br>Лабораторная работа №2. Определение зольности твердого топлива |
| 2 | Раздел 2. Горение твердого топлива. Подготовка и сжигание газового топлива. Подготовка и сжигание топочного мазута.  | Лабораторная работа №3. Определение вязкости мазута в зависимости от его температуры.  |
| 3 | Раздел 3. Контроль качества топлива. Газификация твердого топлива. Пиролиз твердого топлива. Комплексное использование топлива на тепловых электростанциях.  | Лабораторная работа №4. Калориметрическое определение теплоты сгорания различных видов топлива.                                  |

### 5.2.3. Содержание практических занятий

| №  | Наименование раздела дисциплины  | Содержание   |
|----|--|--|
| 1  | 2  | 3  |
|    | Раздел 1. Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики. Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию. Системы пылеприготовления. Свойства и характеристики твердого топлива | Входное тестирование по дисциплине<br>Расчеты расхода топлива на ТЭС в зависимости от их мощности. Элементный состав твердого и жидкого топлива. Пересчет состава топлива заданной массы на другую искомую массу. Элементный состав газового топлива. Пересчет элементного состава газового топлива на условное твердое топливо в процентах. |
| 2. | Раздел 2. Горение твердого топлива. Подготовка и сжигание газового топлива. Подготовка и сжигание топочного мазута   | Расчет теплоты сгорания топлива по данным элементного и технического состава. Пересчет теплоты сгорания с одной массы на другую<br>Определение затрат тепла на размораживание мазута в зимнее время. Тепловой и воздушный баланс системы пылеприготовления.  |
| 3. | Раздел 3. Контроль качества топлива. Газификация твердого топлива. Пиролиз твердого топлива. Комплексное использование топлива на тепловых электростанциях.  | Расчет теоретического и действительного расхода воздуха на горение. Расчет теоретических и действительных объемов продуктов сгорания. Расчет состава продуктов сгорания. Расчет коэффициента избытка воздуха.  |

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

### Очная форма обучения

| № | Наименование раздела дисциплины  | Содержание  | Учебно-методическое обеспечение |
|---|--|---|---------------------------------|
| 1 | 2  | 3   | 4                               |
| 1 | Раздел 1. Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики. Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию. Системы пылеприготовления. Свойства и характеристики твердого топлива | Проработка конспекта лекций<br>Подготовка к практическим занятиям<br>Подготовка к экзамену<br>Подготовка к итоговому тестированию | [1], [5], [6], [7], [9]         |
| 2 | Раздел 2. Горение твердого топлива. Подготовка и сжигание газового топлива. Подготовка и сжигание топочного мазута   | Проработка конспекта лекций<br>Подготовка к практическим занятиям<br>Подготовка к экзамену<br>Подготовка к итоговому тестированию | [1], [3], [5], [7], [8], [6]    |
| 3 | Раздел 3. Контроль качества топлива. Газификация твердого топлива. Пиролиз твердого топлива. Комплексное использование топлива на тепловых электростанциях.  | Проработка конспекта лекций<br>Подготовка к практическим занятиям<br>Подготовка к экзамену<br>Подготовка к итоговому тестированию | [1], [2], [4], [9]              |

### Заочная форма обучения

| № | Наименование раздела дисциплины  | Содержание  | Учебно-методическое обеспечение |
|---|--|---|---------------------------------|
| 1 | 2  | 3   | 4                               |
| 1 | Раздел 1. Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики. Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию. Системы пылеприготовления. Свойства и характеристики твердого топлива | Проработка конспекта лекций<br>Подготовка к практическим занятиям<br>Подготовка к экзамену<br>Подготовка к итоговому тестированию | [1], [5], [6], [7], [9]         |
| 2 | Раздел 2. Горение твердого топлива. Подготовка и сжигание газового топлива. Подготовка и сжигание топочного мазута   | Проработка конспекта лекций<br>Подготовка к практическим занятиям<br>Подготовка к экзамену<br>Подготовка к итоговому тестированию | [1], [3], [5], [7], [8], [6]    |
| 3 | Раздел 3. Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики. Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию. Системы пылеприготовления. Свойства и характеристики твердого топлива | Проработка конспекта лекций<br>Подготовка к практическим занятиям<br>Подготовка к экзамену<br>Подготовка к итоговому тестированию | [1], [2], [4], [9]              |

### 5.2.5. Темы контрольных работ

Расчет низшей теплоты сгорания и плотности газообразного топлива

### 5.2.6. Темы курсовых проектов/ курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены.

## 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### Организация деятельности студента

#### Лекция

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

#### Практическое занятие

Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов.

#### Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в помещениях для самостоятельной работы, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.

Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- конспектирование (составление тезисов) лекций;
- выполнение контрольных работ;
- работу со справочной и методической литературой;
- работу с нормативными правовыми актами;
- участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к практическим занятиям;
- изучения учебной и научной литературы;
- изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях.

проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов по отдельным вопросам изучаемой темы.

#### Лабораторное занятие

Работа в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.

#### Подготовка к экзамену

Подготовка студентов к экзамену включает три стадии:

- самостоятельная работа в течение учебного семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену;
- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билете.

## **7. Образовательные технологии**

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Топливо и его сжигание».

### **Традиционные образовательные технологии**

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Топливо и его сжигание», проводятся с использованием традиционных образовательных технологий ориентирующиеся на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения), учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

### **Интерактивные технологии**

По дисциплине «Топливо и его сжигание» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Лекция-визуализация - представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудиовидеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (в виде схем, таблиц, графов, графиков, моделей). Лекция-визуализация помогает студентам преобразовывать лекционный материал в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов.

Лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками). Такой тип лекций рассчитан на стимулирование обучающихся к постоянному контролю предлагаемой информации и поиску ошибок. В конце лекции проводится диагностика знаний студентов и разбор сделанных ошибок.

По дисциплине «Топливо и его сжигание» практические занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Работа в малых группах – это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Все это часто бывает невозможно в большом коллективе.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### ***а) основная учебная литература:***

1. Делягин Г.Н., Лебедев В.И. и др. Теплогенерирующие установки. 2-е изд. М.: Издательство БАСТЕТ, 2010. 622 с.

2. Митрофанова С. В. , Яблоков В. А. Теория горения и взрыва: учебное пособие. - Н. Новгород.: Издательство ННГАСУ, 2012. – 103 стр. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=427517&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=427517&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

3. Сазонов В. Г. Основы теории горения и взрыва: учебное пособие. - М.: Издательство Алтайр МГАВТ, 2012. – 169 стр. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=430048&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=430048&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.
4. Сазонов В. Г. Теория горения и взрыва: практикум. - М.: Издательство Алтайр, МГАВТ, 2012. – 72 стр. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=430049&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=430049&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.
5. Акулич П. В. Расчеты сушильных и теплообменных установок. – Минск.: Издательство Белорусская книга, 2010. – 444 стр. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=89349&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=89349&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.
6. Дьяконов В. Г. , Лонцаков О. А. Основы теплопередачи: учебное. – Казань.: Издательство КНИТУ, 2011. – 230 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=258437&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=258437&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

***б) дополнительная учебная литература:***

7. Бойко Е. А. Реакционная способность энергетических углей – Красноярск.: Издательство СФУ, 2011. - 608 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=229367&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=229367&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.
8. Определение состава продуктов сгорания: методические указания Составитель: Кочеткова М.А. Редактор: Яблоков В.А - Н. Новгород.: Издательство ННГАСУ, 2012. – 26 стр. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=427483&sr=1](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=427483&sr=1) Дата обращения: 25.05.2017.

***в) перечень учебно-методического обеспечения:***

1. Лабораторный практикум «Топливо и его сжигание». Астрахань. АГАСУ. 2018 г.- 56 стр. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <http://moodle.aucu.ru/mod/url/view.php?id=40368> Дата обращения: 01.02.2021.
2. МЕТОДИЧЕСКОЕ УКАЗАНИЕ. ЗАДАНИЕ ПО ВАРИАНТАМ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ И ТЕОРИЯ РАСЧЕТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Топливо и его сжигание» АГАСУ. 2017 г.- 27 стр. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <http://moodle.aucu.ru/mod/url/view.php?id=40364> Дата обращения: 01.02.2021.

***г) перечень онлайн курсов:***

11. Онлайн курс «Диагностика систем подачи топлива» [https://pakhomov-school.ru/our\\_courses/diagnostika-sistem-podachi-topliva/](https://pakhomov-school.ru/our_courses/diagnostika-sistem-podachi-topliva/)

**8.2. Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1. 7-Zip
2. Office 365
3. Adobe Acrobat Reader DC.
4. Internet Explorer.
5. Apache Open Office.
6. Google Chrome
7. VLC media player
8. Azure Dev Tools for Teaching
9. Kaspersky Endpoint Security

### 8.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины

1. Электронная информационно-образовательная среда Университета: (<http://edu.aucu.ru>, <http://moodle.aucu.ru>)
2. «Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека» (<https://biblioclub.ru/>)
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» ([www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru))
4. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru/>)
5. Консультант+ (<http://www.consultant-urist.ru/>)
6. Федеральный институт промышленной собственности (<http://www1.fips.ru/>)
7. Патентная база USPTO (<http://www.uspto.gov/patents-application-process/search-patents>)

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

| № п/п | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы   | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  |
|-------|---|--|
| 1     | Учебная аудитория для проведения учебных занятий:<br>414006, г. Астрахань, пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова,2/29/2, аудитории №301, №202, №303, №201 | <p style="text-align: center;"><b>№301</b></p> <p>Комплект учебной мебели<br/>Переносной мультимедийный комплект<br/>Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»</p> <p style="text-align: center;"><b>№202</b></p> <p>Комплект учебной мебели<br/>Переносной мультимедийный комплект<br/>Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»<br/>Комплект учебной мебели<br/>Комплект переносных измерительных приборов в составе: тепловизор Control IR-cam 2, определитель точки росы Elkometr 319, ультразвуковой толщиномер АКС А1209, анемометр АТЕ -1033 АКТАКОМ, инфракрасный термометр DT-8863</p> <p style="text-align: center;"><b>№303</b></p> <p>Комплект учебной мебели<br/>Переносной мультимедийный комплект<br/>Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»</p> <p style="text-align: center;"><b>№201</b></p> <p>Комплект учебной мебели<br/>Переносной мультимедийный комплект<br/>Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»<br/>Лабораторная установка по газоснабжению в составе: воздушный компрессор, манометры, газовая магистраль, запорная арматура, газовый фильтр, газовый прибор учета (счетчик), газовый гибкий бронированный шланг, газовый проточный водонагреватель ГАЗ Вектор JSD200W-10L, 4-х конфорочная газовая плита<br/>Газовый проточный водонагреватель в разрезе<br/>Аппарат отопительный газовый водогрейный АОГВ 17.4 в сборе, аппарат отопительный газовый водогрейный в разрезе<br/>Газовый проточный водонагреватель в сборе, газовый проточный водонагреватель в разрезе</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | Печь муфельная ПМ-8<br>Комплект переносных измерительных приборов в составе: тепловизор Control IR-cam 2, определитель точки росы Elkometr 319, ультразвуковой толщиномер АКС А1209, анемометр АТЕ -1033 АКТАКОМ, инфракрасный термометр DT-8863 |
| 2 | Помещение для самостоятельной работы:<br><br>414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 22а, аудитории №201, №203;<br><br>414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18 а, литер Б, библиотека, читальный зал. | <p style="text-align: center;"><b>№201</b></p> Комплект учебной мебели<br>Компьютеры - 8 шт.<br>Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»  |
|   |  | <p style="text-align: center;"><b>№203</b></p> Комплект учебной мебели<br>Компьютеры - 8 шт.<br>Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»  |
|   |  | <p><b>библиотека, читальный зал</b></p> Комплект учебной мебели<br>Компьютеры -4 шт.<br>Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»  |

#### 10. Особенности организации обучения по дисциплине «Топливо и его сжигание»

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «Топливо и его сжигание» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

## Аннотация

к рабочей программе дисциплины «Топливо и его сжигание» по направлению подготовки  
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Целью освоения дисциплины «Топливо и его сжигание» является формирование уровня освоения компетенций обучающегося в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина «Топливо и его сжигание» входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)», формируемой участниками образовательных отношений. Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин: «Физика», «Химия».

Краткое содержание дисциплины:

**Раздел 1.** Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики. Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию. Системы пылеприготовления.

Свойства и характеристики твердого топлива

**Раздел 2.** Горение твердого топлива. Подготовка и сжигание газового топлива. Подготовка и сжигание топочного мазута

**Раздел 3.** Контроль качества топлива. Газификация твердого топлива. Пиролиз твердого топлива. Комплексное использование топлива на тепловых электростанциях.

И.о. заведующего кафедрой

  
\_\_\_\_\_ подпись

/Дербасова Е.М. /  
И. О. Ф.



**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине**  
**«Топливо и его сжигание»**  
**ОПОП ВО по направлению подготовки / специальности**  
**13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,**  
**направленность (профиль)**  
**«Энергообеспечение предприятий»**  
**по программе бакалавриата**

Шамсудинов Тагир Фасхидинович (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Топливо и его сжигание» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе бакалавриата, разработанной в ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Инженерные системы и экология» (разработчик – ст. преподаватель Р.В. Муканов.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Топливо и его сжигание» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.10.2015 г, №1081 и зарегистрированного в Минюсте России 30.10.2015г., №39559.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к формируемой участниками образовательных отношений Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль)/ «Энергообеспечение предприятий».

В соответствии с Программой, за дисциплиной «Энергообеспечение предприятий» закреплена 2 компетенция, которая реализуется в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, иметь навыки соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Учебная дисциплина «Топливо и его сжигание» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний бакалавра предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и специфике дисциплины «Топливо и его сжигание» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Топливо и его сжигание» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Инженерные системы и экология» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Топливо и его сжигание» представлены: типовыми вопросами к экзамену, заданиями к контрольной работе, материалами к входному и итоговому тестированию, тематикой лабораторных занятий.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Топливо и его сжигание» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Топливо и его сжигание» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по программе бакалавриата, разработанная ст. преподавателем Мукановым Р.В. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:  
Директор, ООО «НПРФ «Ярканон»



/ Шамсудинов Т.Ф. /  
И. О. Ф.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине**  
**«Топливо и его сжигание»**  
**ОПОП ВО по направлению подготовки / специальности**  
**13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,**  
**направленность (профиль)**  
**«Энергообеспечение предприятий»**  
**по программе бакалавриата**

Аляутдинова Ю.А. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Топливо и его сжигание» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по программе бакалавриата, разработанной в ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Инженерные системы и экология» (разработчик – ст. преподаватель Р.В. Муканов.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Топливо и его сжигание» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.10.2015 г, №1081 и зарегистрированного в Минюсте России 30.10.2015г., №39559.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к формируемой участниками образовательных отношений Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль)/ «Энергообеспечение предприятий».

В соответствии с Программой, за дисциплиной «Энергообеспечение предприятий» закреплена 2 компетенция, которая реализуется в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, иметь навыки соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Учебная дисциплина «Основы законодательства в теплоэнергетике» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний бакалавра, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и специфике

дисциплины «Топливо и его сжигание» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Топливо и его сжигание» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Инженерные системы и экология» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Топливо и его сжигание» представлены: типовыми вопросами к экзамену, заданиями к контрольной работе, материалами к входному и итоговому тестирования, тематикой лабораторных занятий.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Топливо и его сжигание» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Топливо и его сжигание» ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» по программе бакалавриата, разработанная ст. преподавателем Мукановым Р.В. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:

К.т.н., доцент кафедры

«Инженерные системы и экология»

  
(подпись)

/Ю.А. Аляутдинова/



**Лист внесения дополнений и изменений в рабочую программу дисциплины**  
**«Топливо и его сжигание»**  
(наименование дисциплины)

**на 2020- 2021 учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология», протокол № 8 от 16 марта 2020 г.

И.о. зав. кафедрой  
доцент, к.т.н.  
ученая степень, ученое звание

  
подпись

/ Е.М. Дербасова /  
И.О. Фамилия

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. В п.8.1. внесены следующие изменения:

а) Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие : [16+] / В.В. Остриков, А.И. Петрашев, С.Н. Сазонов, А.В. Забродская ; под общ. ред. В.В. Острикова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 245 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564240> (дата обращения: 09.05.2021). – Библиогр.: с. 242. – ISBN 978-5-9729-0321-4.

б) Органическая химия топлив : учебное пособие / М.А. Ковалева, В.Г. Шрам, Е.Г. Кравцова и др. ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. – 116 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497386> (дата обращения: 09.05.2021). – Библиогр.: с. 114. – ISBN 978-5-7638-3418-5. – Текст : электронный.

Составители изменений и дополнений:

ст. преподаватель.  
ученая степень, ученое звание

  
(подпись)

/ Р.В. Муканов /  
И.О. Фамилия

Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

доцент, к.т.н.  
ученая степень, ученое звание

  
подпись

/ Е.М. Дербасова /  
И.О. Фамилия

« 13 » марта 2020 г.

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



## ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

**Наименование дисциплины**

Топливо и его сжигание

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

**По направлению подготовки**

13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)*

**Направленность (профиль)**

"Энергообеспечение предприятий"

*(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)*

**Кафедра**

Инженерные системы и экология

Квалификация выпускника **бакалавр**

**Разработчики:**

Ст. преподаватель  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

  
(подпись)

/Р.В. Муканов/  
И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № 9 от 25.04.2019 г.


И.о. заведующего кафедрой

 | Дербасова ЕМ  
(подпись) И. О. Ф.


**Согласовано:**

Председатель МКН

«Теплотехника и теплоэнергетика»  
направленность (профиль)  
«Энергообеспечение предприятий»

 | Дербасова ЕМ  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМУ

 | ИВ Аксютина  
(подпись) И. О. Ф.

Специалист УМУ

 | Е.С. Коваленко  
(подпись) И. О. Ф.



## СОДЕРЖАНИЕ:

|   | Стр. |
|---|------|
| 1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  | 4    |
| 1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программ   | 4    |
| 1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания  | 6    |
| 1.2.1. Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости  | 6    |
| 1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания  | 7    |
| 1.2.3. Шкала оценивания   | 10   |
| 2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы | 11   |
| 3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций   | 12   |
| 4. Приложение   | 13   |

# 1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные и методические материалы является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины (далее РПД) и представлен в виде отдельного документа

## 1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| Индекс и формулировка компетенции N   |  | Индикаторы достижения компетенций, установленные ОПОП   | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1РПД) |   |   | Формы контроля с конкретизацией задания  |
|---|--|---|--|---|---|--|
|   |  |   | 1  | 2 | 3 |  |
| 1   |  | 2   | 3  | 4 | 5 | 6  |
| УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1 - Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи | Знать:  |  |   |   |  |
|   |  | методы поиска необходимой информации, её критический анализ   | X  | X | X | Экзамен (вопросы 1-5)<br>Типовой комплект заданий для тестов (итоговое тестирования) (вопросы 1-5)<br>Контрольная работа (вопросы 1-5)                   |
|   |  | Уметь:  |  |   |   |  |
|   |  | обобщать результаты анализа для решения поставленной задачи   | X  | X | X | Экзамен (вопросы 6-10)<br>Типовой комплект заданий для тестов (итоговое тестирования) (вопросы 6-10)<br>Контрольная работа (вопросы 6-10)                |
|   |  | Иметь навыки:   |  |   |   |  |
|   |  | выполнения поиска необходимой информации, её критический анализ и обобщения результатов анализа для решения поставленной задачи | X  | X | X | Экзамен (вопросы 11-15)<br>Типовой комплект заданий для тестов (итоговое тестирования) (вопросы 11-15)<br>Защита лабораторной работы №1,2 (вопросы 1-24) |

|  |  |  |   |   |   |   |
|--|--|--|---|---|---|---|
|  |  |  |   |   |   | Контрольная работа (вопросы 11-15)  |
|  | <b>УК-1.2</b> - Использует системный подход для решения поставленных задач   | Знать:   |   |   |   |   |
|  |  | методы системного подхода для решения поставленных задач   | X | X | X | Экзамен (вопросы 16-20)<br>Типовой комплект заданий для тестов (итоговое тестирования) (вопросы 16-20)<br>Контрольная работа (вопросы 16-20)  |
|  |  | Уметь:   |   |   |   |   |
|  |  | использовать системный подход для решения поставленных задач   | X | X | X | Экзамен (вопросы 21-25)<br>Типовой комплект заданий для тестов (итоговое тестирования) (вопросы 21-25)<br>Контрольная работа (вопросы 21-25)  |
|  |  | Иметь навыки:  |   |   |   |   |
|  |  | использования системного подхода для решения поставленных задач                                      | X | X | X | Экзамен (вопросы 26-30)<br>Типовой комплект заданий для тестов (итоговое тестирования) (вопросы 26-30)<br>Защита лабораторной работы №3 (вопросы 15-26)<br>Контрольная работа (вопросы 26-30) |
| <b>ПК-3</b> - Готов к обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики и разработке экозащитных мероприятий | <b>ПК-3.1</b> - Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики | Знать:   |   |   |   |   |
|  |  | виды нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики                   | X | X | X | Экзамен (вопросы 31-35)<br>Типовой комплект заданий для тестов (итоговое тестирования) (вопросы 31-35)<br>Контрольная работа (вопросы 31-35)  |
|  |  | Уметь:   |   |   |   |   |
|  |  | демонстрировать знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики | X | X | X | Экзамен (вопросы 36-40)<br>Типовой комплект заданий для тестов (итоговое тестирования)  |

|  |  |   |   |   |   |   |
|--|--|---|---|---|---|---|
|  |  |   |   |   |   | (вопросы 36-40)<br>Контрольная работа (вопросы 36-40)   |
|  |  | Иметь навыки:   |   |   |   |   |
|  |  | демонстрации знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики | X | X | X | Экзамен (вопросы 41-45)<br>Типовой комплект заданий для тестов (итоговое тестирования) (вопросы 41-45)<br>Защита лабораторной работы №4 (вопросы 27-39)<br>Контрольная работа (вопросы 41-45) |

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

### 1.2.1. Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости

| Наименование оценочного средства<br>1 | Краткая характеристика оценочного средства<br>2  | Представление оценочного средства<br>3           |
|---------------------------------------|--|--|
| Тест                                  | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося  | Фонд тестовых заданий                            |
| Контрольная работа                    | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу  | Комплект контрольных заданий по вариантам        |
| Защита лабораторной работы            | Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Рекомендуется для оценки умений и владений студентов | Темы лабораторных работ и требования к их защите |

**1.2.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

| Компетенция, этапы освоения компетенции   |  | Планируемые результаты обучения   | Показатели и критерии оценивания результатов обучения  |   |  |  |
|---|--|---|--|---|--|--|
|   |  |   | Ниже порогового уровня<br>(не зачтено)   | Пороговый уровень<br>(Зачтено)  | Продвинутый уровень<br>(Зачтено)   | Высокий уровень<br>(Зачтено)   |
| 1   |  | 2   | 3  | 4   | 5  | 6  |
| УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1 - Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи | <b>Знает</b> (УК-1.1) - методы поиска необходимой информации, её критический анализ | Обучающийся не знает методы поиска необходимой информации, её критический анализ   | Обучающийся имеет знания методы поиска необходимой информации, её критический анализ, допускает неточности, недостаточно правильно формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала | Обучающийся твердо знает методы поиска необходимой информации, её критический анализ   | Обучающийся знает методы поиска необходимой информации, её критический анализ, четко и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий |
|   |  | <b>Умеет</b> (УК-1.1) обобщать результаты анализа для решения поставленной задачи   | Не умеет использовать знания и обобщать результаты анализа для решения поставленной задачи, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено | В целом успешное, но не системное умение использовать знания и обобщать результаты анализа для решения поставленной задачи  | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы при использовании знания обобщать результаты анализа для решения поставленной задачи | Сформированное умение использовать знания обобщать результаты анализа для решения поставленной задачи  |

|  |  |  |   |  |  |  |
|--|--|--|---|--|--|--|
|  |  | <b>Имеет навыки</b> (УК-1.1) выполнения поиска необходимой информации, её критический анализ и обобщения результатов анализа для решения поставленной задачи | Обучающийся не имеет навыков использования знаний выполнения поиска необходимой информации, её критический анализ и обобщения результатов анализа для решения поставленной задачи, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено | В целом успешное, но не системное умение навыков использования знаний выполнения поиска необходимой информации, её критический анализ и обобщения результатов анализа для решения поставленной задачи                        | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками умения использования знаний выполнения поиска необходимой информации, её критический анализ и обобщения результатов анализа для решения поставленной задачи | Успешное и системное умение использования знаний теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем, умение их использовать на практике при решении конкретных задач |
|  | <b>УК-1.2</b> - Использует системный подход для решения поставленных задач | <b>Знает</b> (УК-1.2) методы системного подхода для решения поставленных задач   | Обучающийся не знает методы системного подхода для решения поставленных задач   | Обучающийся имеет знания методов системного подхода для решения поставленных задач, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала | Обучающийся твердо знает методы системного подхода для решения поставленных задач, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос  | Обучающийся знает методы системного подхода для решения поставленных задач, четко и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий                                |
|  |  | <b>Умеет</b> (УК-1.2) использовать системный подход для решения поставленных задач   | Не умеет использовать системный подход для решения поставленных задач, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу  | Умеет использовать системный подход для решения поставленных задач, с небольшими затруднениями выполняет самостоятельную работу  | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении использовать системный подход для решения поставленных задач  | Умеет использовать системный подход для решения поставленных задач   |

|  |  |  |  |   |   |   |
|--|--|--|--|---|---|---|
|  |  | <b>Имеет навыки</b> (УК-1.2) использования системного подхода для решения поставленных задач                               | Обучающийся не имеет навыков использования системного подхода для решения поставленных задач, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено | В целом успешное, но не системное использование системного подхода для решения поставленных задач   | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками умения использования системного подхода для решения поставленных задач     | Успешное и системное умение использования системного подхода для решения поставленных задач умение их использовать на практике при решении конкретных задач |
| <b>ПК-3</b> - Готов к обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики и разработке экозащитных мероприятий | <b>ПК-3.1</b> - Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики | <b>Знает</b> (ПК-3.1) виды нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики                   | Обучающийся не знает виды нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики  | Обучающийся имеет знания виды нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала | Обучающийся твердо знает виды нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос | Успешное и системное владение видами нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики  |
|  |  | <b>Умеет</b> (ПК-3.1) демонстрировать знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики | Не умеет демонстрировать знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу   | Умеет демонстрировать знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики, с небольшими затруднениями выполняет самостоятельную работу   | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умение демонстрировать знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики       | Умеет выбирать демонстрировать знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики   |
|  |  | <b>Имеет навыки</b> (ПК-3.1) демонстрации  | Обучающийся не имеет навыков де-   | В целом успешное, но не системное   | В целом успешное, но содержащее отдель-   | Успешное и системное умение навыков   |



|  |  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|--|---|--|
|  |  | знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики | монстрации знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено | имение демонстрации знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики | ные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики | демонстрации знания нормативов по обеспечению экологической безопасности объектов теплоэнергетики, умение их использовать на практике при решении конкретных задач |
|--|--|--|--|--|---|--|

### 1.2.3 Шкала оценивания

| Уровень достижений | Отметка в 5-бальной шкале | Зачтено/ не зачтено |
|--------------------|---------------------------|---------------------|
| высокий            | «5»(отлично)              | зачтено             |
| продвинутый        | «4»(хорошо)               | зачтено             |
| пороговый          | «3»(удовлетворительно)    | зачтено             |
| ниже порогового    | «2»(неудовлетворительно)  | не зачтено          |

**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:**

**2.1. Экзамен**

*а) типовые вопросы к зачету (Приложение 1)*

*б) критерии оценивания*

При оценке знаний на зачете учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

| <b>№ п/п</b> | <b>Оценка</b>       | <b>Критерии оценки</b>  |
|--------------|---------------------|---|
| 1            | Отлично             | Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.   |
| 2            | Хорошо              | Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи. |
| 3            | Удовлетворительно   | Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Не полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.  |
| 4            | Неудовлетворительно | Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.   |
| 5            | Зачтено             | Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».   |
| 6            | Незачтено           | Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».   |

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:**

**2.2 Контрольная работа**

*а) типовые задания (Приложение 2)*

*б) критерии оценивания*

Выполняется в письменной форме. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильное раскрытие содержания основных вопросов темы, правильное решение задач.

2. Самостоятельность суждений, творческий подход, научное обоснование раскрываемой проблемы.

3. Правильность использования цитат (если цитата приводится дословно, то надо взять ее в кавычки и указать источник с указанием фамилии автора, названия произведения, мес 10 орода издания, тома, части, параграфа, страницы).

4. Наличие в конце работы полного списка литературы.

| № п/п | Оценка              | Критерии оценки   |
|-------|---------------------|---|
| 1     | Отлично             | Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета   |
| 2     | Хорошо              | Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов  |
| 3     | Удовлетворительно   | Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал, допускает искажение фактов |
| 4     | Неудовлетворительно | Студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы  |
| 5     | Зачтено             | Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы  |
| 6     | Не зачтено          | Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.   |

### 2.3 Тест

а) *типовой комплект заданий для входного тестирования (Приложение 3)*  
*типовой комплект заданий для итогового тестирования (Приложение 4)*

б) *критерии оценивания*

При оценке знаний оценивания тестов учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

| № п/п | Оценка  | Критерии оценки   |
|-------|---------|---|
| 1     | 2       | 3   |
| 1     | Отлично | если выполнены следующие условия:<br>- даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ;<br>- на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правиль- |

|   |                     |  |
|---|---------------------|--|
|   |                     | ный и полный ответ.  |
| 2 | Хорошо              | если выполнены следующие условия:<br>- даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ;<br>- на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты.         |
| 3 | Удовлетворительно   | если выполнены следующие условия:<br>- даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ;<br>- на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты. |
| 4 | Неудовлетворительно | если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».  |
| 5 | Зачтено             | Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».  |
| 6 | Не зачтено          | Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».  |

#### 2.4. Защита лабораторной работы

а) типовые задания (Приложение 5)

б) критерии оценивания

При оценке знаний на защите лабораторной работы учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

| № п/п | Оценка              | Критерии оценки  |
|-------|---------------------|--|
| 1     | 2                   | 3  |
| 1     | Отлично             | Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, правильно демонстрирует методику исследования /измерения, правильно оценивает результат.                                     |
| 2     | Хорошо              | Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, допускает единичные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов                          |
| 3     | Удовлетворительно   | Студент неправильно называет метод исследования, но при этом дает правильное название прибора. Допускает множественные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов |
| 4     | Неудовлетворительно | Студент неправильно называет метод исследования, дает неправильное название прибора. Не может продемонстрировать методику исследования /измерения, а также оценить результат                           |

### 3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине регламентируется локальным нормативным актом.

**Перечень и характеристика процедур текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

| № | Наименование оценочного средства | Периодичность и способ проведения процедуры оценивания  | Виды выставляемых оценок                     | Форма учета  |
|---|----------------------------------|---|--|--|
| 1 | Экзамен                          | Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины   | По пятибалльной шкале                        | Ведомость, зачетная книжка, портфолио  |
| 2 | Контрольная работа               | Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины   | По пятибалльной шкале и зачтено/незачтено    | журнал успеваемости преподавателя  |
| 3 | Тест                             | Входное тестирование в начале изучения дисциплины.<br>Итоговое тестирование раз в семестр, по окончании изучения дисциплины | По пятибалльной шкале или зачтено/не зачтено | Лист результатов из кабинета тестирования, журнал успеваемости преподавателя |
| 4 | Защита лабораторной работы       | Систематически на занятиях  | По пятибалльной шкале                        | Лабораторная тетрадь. журнал успеваемости преподавателя                      |

### Типовые вопросы к экзамену

#### **Знать (УК-1.1):**

1. Энергетические ресурсы и их использование.
2. Актуальность и потенциал энергосбережения в стране.
3. Ресурсосбережение в сфере материального производства.
4. Взаимосвязь технологических, энергетических, экологических аспектов в промышленных технологиях.
5. Использование воды в промышленных технологиях.

#### **Уметь (УК-1.1):**

6. Использование тепловой энергии на химических предприятиях. Технологические потребители.
7. Отопительно-вентиляционные системы предприятий и системы хозяйственно-бытового горячего водоснабжения.
8. Общая характеристика вторичных энергетических ресурсов.
9. Основные направления энерго-и ресурсосбережения в химической промышленности.
10. Первый закон термодинамики. Энергетический баланс.

#### **Иметь навыки (УК-1.1):**

11. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.
12. Эксергия: определение; расчет; значение в термодинамическом анализе процессов и оборудования.
13. Вычисление эксергии потока и вещества в замкнутом объеме. Эксергетические диаграммы.
14. Эксергетический баланс системы и отдельных ее элементов.
15. Энергетическая и эксергетическая диаграммы и их использование при анализе энергопотребления.

#### **Знать (УК-1.2):**

16. Анализ энергоиспользования в компрессионной одноступенчатой теплонасосной установке
17. Потери эксергии в рекуперативных теплообменных аппаратах за счет необратимости процесса теплообмена.
18. Расчет потерь эксергии в рекуперативных теплообменниках с однофазными теплоносителями и при наличии фазовых превращений.
19. Влияние расходов и теплоемкостей теплоносителей на потери эксергии в рекуперативных теплообменниках. Влияние схемы тока теплоносителей.
20. Расчет потерь эксергии в рекуперативных теплообменниках, обусловленных наличием гидравлических сопротивлений и теплообмена с окружающей средой. Полный эксергетический к.п.д. теплообменника. Условия оптимальной передачи тепла.

#### **Уметь (УК-1.2):**

21. Расчет потери эксергии в смесительных теплообменниках. Определение условий, обеспечивающих минимальные потери эксергии.
22. Термодинамическая эффективность интенсификации процессов химической технологии.
23. Топливо: определение; виды; состав.
24. Материальный баланс горения топлива. Расчет составляющих баланса.
25. Расчет материального баланса горения газообразного топлива табличным способом.

#### **Иметь навыки (УК-1.):**

26. Высшая и низшая теплоты сгорания топлива и их расчет. Понятие условного топлива.
27. Энтальпия, теплота и температура продуктов сгорания топлива. Нахождение температуры потока по его теплосодержанию.
28. Тепловой баланс энерготехнологического агрегата. Уравнение теплового баланса и его анализ.
29. Особенности сжигания газового топлива. Диффузионный и кинетический режимы сжигания. Концентрационные пределы горения. Температура самовоспламенения. Каталитическое сжигание. Условия, необходимые для осуществления сжигания.

30. Горелки для сжигания газового топлива и газофазных отходов: диффузионные; атмосферные; инжекционные; с принудительной подачей воздуха. Преимущества и недостатки различных горелок.

***Знать (ПК-3.1):***

31. Особенности сжигания жидкого топлива. Два способа сжигания. Требования к горелкам.

32. Горелки для сжигания жидкого топлива и жидких отходов. Механические, пневматические и ротационные форсунки.

33. Особенности сжигания твердого топлива. Стадии горения и требования к организации сжигания.

34. Горелки и топки для сжигания твердого топлива. Горения в слоевой топке, механической топке, топке с кипящим слоем, камерной топке с пылеугольными горелками.

35. Экологические проблемы сжигания топлива. Вредные компоненты в продуктах сжигания. Их образование.

***Уметь (ПК-3.1):***

36. Методы подавления образования оксидов азота при сжигании топлива: рециркуляция дымовых газов; ступенчатое сжигание; впрыск воды или пара в топку.

37. Методы очистки газовых выбросов от оксида серы. Мокрые и сухие способы.

38. Энерготехнологические агрегаты: печи; паровые и водогрейные котлы. Основные используемые теплоносители и их характеристика.

39. Особенности конструкции и работы котлов. Развитие конструкций паровых котлов.

40. Основные элементы котлов и протекающие в них процессы.

***Иметь навыки (ПК-3.1):***

41. Изображение процессов парообразования в котле на T-S диаграмме. Котлы-утилизаторы.

42. Паровые турбины. Назначение, типы, принципы работы, конструкции.

43. Уголь как топливно-энергетический ресурс. Проблемы природопользования и охраны окружающей среды в угольной промышленности.

44. Объекты отношений, складывающихся в сфере ТЭК - энергия, окружающая среда, природные ресурсы.

45. Топливо-энергетические ресурсы. Виды, классификации.

## Типовые задания к контрольной работе

**Задача:** Для заданного в таблице 1 топлива вычислить  $Q_{н}^p$  по формуле Д.И. Менделеева, а затем  $Q_{г}^p$ . Выполнить пересчет состава заданного топлива с рабочей массы на горючую (сухую беззольную), сухую и органическую. Определить теоретически необходимое количество воздуха, теоретический объем продуктов сгорания, приведенную зольность и приведенную влажность. Топливо выбрать по предпоследней цифре шифра студента.

Таблица 1

## Химический состав некоторых твердых и жидких топлив

| Предпоследняя цифра шифра студента | Вид топлива                              | Состав рабочей массы топлива, % |                |                |                |                |                |                |
|------------------------------------|--|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                    |  | W <sup>p</sup>                  | A <sup>p</sup> | S <sup>p</sup> | C <sup>p</sup> | H <sup>p</sup> | N <sup>p</sup> | O <sup>p</sup> |
| 1                                  | Донецкий длиннопламенный каменный уголь  | 13,0                            | 21,8           | 3,0            | 49,3           | 3,6            | 1,0            | 8,3            |
| 2                                  | Кузнецкий длиннопламенный каменный уголь | 12,0                            | 13,2           | 0,3            | 58,7           | 4,2            | 1,9            | 9,7            |
| 3                                  | Подмосковный бурый уголь                 | 32,0                            | 25,2           | 2,7            | 28,7           | 2,2            | 0,6            | 8,6            |
| 4                                  | Челябинский бурый уголь                  | 18,0                            | 29,5           | 1,0            | 37,3           | 2,8            | 0,9            | 10,5           |
| 5                                  | Сучанский тощий каменный уголь           | 5,0                             | 22,8           | 0,5            | 64,6           | 2,9            | 0,8            | 3,4            |
| 6                                  | Артемовский бурый уголь                  | 24,0                            | 24,3           | 0,3            | 35,7           | 2,9            | 0,7            | 12,1           |
| 7                                  | Эстонский сланец                         | 13,0                            | 40,0           | 2,6            | 24,1           | 3,1            | 0,1            | 3,7            |
| 8                                  | Торф фрезерный                           | 50,0                            | 6,3            | 0,1            | 24,7           | 2,6            | 1,1            | 15,2           |
| 9                                  | Мазут малосернистый                      | 3,0                             | 0,05           | 0,3            | 84,6           | 11,7           | 0,15           | 0,2            |
| 0                                  | Мазут высокосернистый                    | 3,0                             | 0,1            | 2,8            | 83,0           | 10,4           | 0,3            | 0,4            |

## Вопросы к контрольной работе

**Знать (УК-1.1):**

1. Основные задачи курса «Топливо и теория горения» и его связь с другими дисциплинами.
2. Программа развития энергетики РБ о перспективах развития топливно-энергетического баланса страны на длительную перспективу.
3. Какие топлива называются энергетическими?
4. Приведите основные виды природных и искусственных топлив.
5. Укажите назначение и основные способы переработки твердого топлива перед его сжиганием.

**Уметь (УК-1.1):**

6. Каково происхождение нефти и какие существуют основные способы ее добычи?
7. Перечислите основные виды газовых месторождений.
8. В чем заключается подготовка природного газа перед подачей его в магистральный газопровод?
9. Характеристики природных и искусственных горючих газов.
10. Что такое элементарный состав топлива? Приведите элементарный состав одного из сортов твердого, жидкого и газообразного топлива.

**Иметь навыки (УК-1.1):**

11. Что такое рабочая, сухая, горючая и органическая массы топлива? Формулы пересчета с одной массы на другую.
12. Назовите основные теплотехнические характеристики топлива.
13. Минеральные примеси топлива, их свойства. Что такое балласт топлива?



14. Что такое зола топлива и ее основные свойства? Характеристики плавкости золы.
15. В каком виде присутствует влага в твердом топливе, жидком, газообразном? Влияние влаги на свойства топлива.
- Знать (УК-1.2):**
16. Что характеризует выход летучих из твердого топлива? Каков состав выделяющихся при термическом распаде газов?
17. Объясните понятие условного топлива и его приведенных характеристик. Для чего введены эти понятия?
18. Что такое «теплота сгорания топлива»? Назовите способы ее определения.
19. В чем разница между высшей и низшей теплотами сгорания топлива?
20. По каким параметрам осуществляется деление твердого топлива на бурые угли, каменные угли и антрациты?
- Уметь (УК-1.2):**
21. Перечислите марки каменных углей. По каким параметрам происходит деление каменных углей на марки?
22. Какие марки мазута применяют в качестве топлива в промышленных и отопительных котельных? Классификация мазута в зависимости от вязкости и сернистости.
23. Как рассчитать расход воздуха, необходимый для полного сгорания 1 кг углерода, водорода, серы?
24. Что такое коэффициент избытка воздуха? Как он зависит от вида топлива и способа его сжигания?
25. Приведите вывод уравнения полного горения.
- Иметь навыки (УК-1.2):**
26. Приведите вывод уравнения неполного горения.
27. Что такое топливная характеристика? Как определить максимальное содержание углекислоты в продуктах сгорания и его величина для различных топлив?
28. Как определить коэффициент избытка воздуха по данным газового анализа продуктов сгорания?
29. Как определить энтальпию продуктов сгорания? Таблица и диаграмма «энтальпия – температура».
30. Что такое тепловой эффект реакции? Экзотермические и эндотермические реакции.
31. Что такое химическое равновесие?
- Знать (ПК-3.1):**
32. Классификация химических реакций.
33. Что такое скорость химических реакций?
34. Как зависит скорость химической реакции от температуры?
35. Как влияет давление на скорость реакции?
- Уметь (ПК-3.1):**
36. Что такое цепные реакции?
37. Приведите пример неразветвленной цепной реакции.
38. Приведите пример разветвленной цепной реакции.
39. Запишите реакцию горения окиси углерода и метана.
40. Запишите реакцию горения метана.
- Иметь навыки (ПК-1.1):**
41. Объясните зависимость химического равновесия от температуры.
42. Опишите процесс диссоциации водяного пара и углекислоты.
43. Что такое топливная характеристика? Как определить максимальное содержание углекислоты в продуктах сгорания и его величина для различных топлив?
44. Как определить коэффициент избытка воздуха по данным газового анализа продуктов сгорания?
45. Как определить энтальпию продуктов сгорания? Таблица и диаграмма «энтальпия – температура».

**Типовой комплект заданий для входного тестирования****Вариант 1.**

Что называется топливом. Дайте наиболее точный ответ.

- А) горючее вещество, используемое в качестве источника получения теплоты в энергетических, отопительных и промышленных установках;
- В) все органические вещества;
- С) легковоспламеняющиеся вещества;
- Д) торф и дрова;
- Е) сланцы.

**Вариант 2.**

По агрегатному состоянию органическое топливо подразделяется на:

- А) летучие вещества и твердый остаток;
- В) жидкое топливо, шлак и золу;
- С) на жидкий шлак и летучую золу;
- Д) твердое, жидкое и газообразное;
- Е) на водяной, воздушный и газовый кокс.

**Вариант 3.**

Укажите какими химическими реакциями характеризуется процесс газификации топлив:

- А)  $2C + O_2 = 2CO + 247 \text{ МДж}$   
 $C + H_2O = CO + H_2 - 119 \text{ МДж}$   
 $C + O_2 = CO_2 + 409 \text{ МДж}$   
 $CO_2 + C = 2CO - 162 \text{ МДж};$
- В)  $CO + H_2O = CO_2 + H_2 + 44 \text{ МДж};$
- С)  $z = V_{с.г.} (30,2 CO + 25,8 H_2 + 85,5 CH_4);$
- Д)  $6 CO_2 + 6 H_2O = C_6H_{12}O_2 + 6 O_2;$
- Е)  $21C + 21O_2 + 79 N_2 = 21 CO_2 + 79 N_2.$

**Вариант 4.**

К какому виду топлива относится древесный уголь, мазут и нефтяной газ:

- А) искусственному;
- В) природному;
- С) пиролизному;
- Д) авиационному;
- Е) ядерному.

**Вариант 5.**

Укажите правильное определение процесса «подземная газификация углей»:

- А) термическое разложение топлива без доступа воздуха;
- В) физико-химический процесс превращения угля в горючие газы с помощью свободного или связанного кислорода непосредственно в недрах земли;
- С) низкотемпературное окисление топлива;
- Д) метаморфизм древесины;
- Е) пиролиз под давлением.

**Вариант 6**

Укажите, когда применяется пылеприготовление с разомкнутой схемой сушки:

- А) при сушке сильноувлажненного топлива;
- В) при сушке взрывоопасного топлива;
- С) при сушке коррозионноопасного топлива;
- Д) при сушке фрезерного торфа;
- Е) при сушке антрацита.

**Вариант 7.**

Химический состав твердых и жидких топлив характеризуют в теплоэнергетике:

- А) химическими формулами;

- В) элементарным составом топлива;
- С) в зависимости от периода геологических раскопок;
- Д) методом просеивания на ситах;
- Е) сухим остатком после прокаливания.

#### Вариант 8.

Горючими элементами топлива является:

- А) летучие вещества;
- В) шлак;
- С) кислород и азот;
- Д) водород;
- Е) углерод, водород и сера.

#### Вариант 9.

Укажите, какую плотность имеет слежавшаяся угольная пыль:

- А) 2300-2500 кг/ м<sup>3</sup>
- В) 800-900 кг/ м<sup>3</sup>
- С) 500-600 кг/ м<sup>3</sup>
- Д) 100-200 кг/ м<sup>3</sup>
- Е) 10-20 кг/ м<sup>3</sup>

#### Вариант 10

Укажите (в соответствии с режимом движения потоков), чем характеризуется при горении газа турбулентное диффузионное пламя:

- А) при турбулентном диффузионном горении в зоне факела можно обнаружить две зоны: топлива и окислителя;
- В) при турбулентном диффузионном горении в зоне факела можно обнаружить три зоны: топлива, окислителя, смеси топлива с продуктами сгорания;
- С) при турбулентном диффузионном горении в зоне факела можно обнаружить четыре зоны: топлива, окислителя, смеси топлива с продуктами сгорания, смеси окислителя с продуктами сгорания;
- Д) отсутствие четкого деления на зоны продуктов сгорания, смеси воздуха с продуктами сгорания и смеси газов с продуктами сгорания;
- Е) при турбулентном диффузионном горении в зоне факела можно обнаружить одну зону с продуктами сгорания.

#### Вариант 11.

Температура плавления определяется следующими характерными значениями температуры:

- А) максимальной температурой в топке;
- В) температурой воспламенения;
- С) начала деформации, размягчения, жидкоплавкого состояния;
- Д) температурой спекания;
- Е) температурой вспышки.

#### Вариант 12.

Если твердое топливо нагреть в инертной среде без доступа воздуха то получим:

- А) золу;
- В) генераторные газы;
- С) летучие вещества (СО, Н<sub>2</sub>,СН<sub>4</sub>, СО и др.);
- Д) процесс подземной газификаций топлива;
- Е) городской газ.

#### Вариант 13.

Твердый горючий остаток после выхода летучих при нагревании твердого топлива в инертной среде без доступа воздуха называется:

- А) шлаком;
- В) шлаком;
- С) коксом;

- D) золой;
- E) илом.

#### **Вариант 14.**

Как маркируют бурые угли в зависимости от влажности:

- A) АВ-17, АН-31, КУ-2;
- B) Д, Г, Ж, ОС, СС;
- C) Б1, Б2, Б3;
- D) ММ, ББМ, ШБМ;
- E) по октановому числу.

#### **Вариант 15.**

Как маркируют каменные угли в зависимости от выхода летучих и характеристики кокса:

- A) Б1, Б2, Б3;
- B) делят соответственно на 10 марок;
- C) по сухому остатку;
- D) ММ, ББМ, ШБМ;
- E) по октановому числу.

#### **Вариант 16.**

Различие между высшей и низшей теплотой сгорания топлива состоит в том, что в высшую теплоту сгорания входит:

- A) максимальное количество тепла;
- B) количество теплоты, которое выделяется при конденсации водяных паров, находящихся в продуктах сгорания топлива;
- C) аналитическая теплота;
- D) условная теплота сгорания топлива;
- E) теплота сгорания летучих веществ.

#### **Вариант 17.**

В каких установках производят измерение теплоты сгорания топлива:

- A) конденсаторах;
- B) газлифтах;
- C) калориметрах;
- D) газогенераторах;
- E) скрубберах.

#### **Вариант 18**

Укажите каким образом транспортируется угольная пыль к горелкам:

- A) багерными насосами;
- B) шнековыми питателями;
- C) лопастными питателями;
- D) в смеси с водой пыль обладает высокой летучестью и легко транспортируется по трубопроводам с помощью насоса;
- E) в смеси с воздухом пыль обладает высокой летучестью и легко транспортируется по трубопроводам с помощью вентилятора.

#### **Вариант 19.**

Что такое точка росы:

- A) температура при которой начинается испарение;
- B) тройная точка фазового перехода;
- C) температура при которой водяные пары в воздухе становятся насыщенными;
- D) температура кристаллизации воды;
- E) температура замерзания воды.

#### **Вариант 20.**

Какие характеристики мазута являются основными при транспортировании:

- A) вязкость, температура застывания;
- B) удельный вес;

- С) пожароопасность;
- Д) давление;
- Е) температура вспышки.

#### Вариант 21.

Как получают коксовый газ:

- А) как продукт переработки нефти;
- В) как побочный продукт при коксовании угля;
- С) как продукт после фильтрования сульфоуглем;
- Д) как продукт крекинг-процесса;
- Е) конденсацией при высоком давлении.

#### Вариант 22.

Почему следует подогревать мазут, поступающий в форсунки:

- А) для предотвращения коррозии;
- В) для предотвращения взрыва;
- С) для соблюдения техники безопасности;
- Д) для повышения давления;
- Е) с целью тонкого распыливания и интенсификации горения.

#### Вариант 23.

Каким путем получают древесный уголь из древесины:

- А) подземной газификацией топлива;
- В) экстракцией;
- С) путем нагрева топлива в инертной среде без доступа воздуха;
- Д) низкотемпературным разложением;
- Е) полимеризацией.

#### Вариант 24.

Одинаковы ли по своему составу искусственное и естественное газообразное топливо:

- А) не одинаковы;
- В) одинаковы;
- С) различаются незначительно (т.е. в расчетах не учитываются);
- Д) различаются на все 100 %;
- Е) нет правильного ответа.

#### Вариант 25.

Укажите формулу для расчета критической скорости шаров в ШБМ:

- А)  $n_{кр} = 42,3 / \sqrt{D}$  ;
- В)  $n_{кр} = mv^2 / 2$ ;
- С)  $n_{кр} = mv^2 / R$ ;
- Д)  $n_{кр} = mgH$ ;
- Е)  $n_{кр} = V_z * V_z * T_{ф} / F * 273$ .

#### Вариант 26.

Что представляет собой азот в горючей массе топлива:

- А) летучее вещество ;
- В) внутренний балласт, не поддерживающий горения;
- С) комплексное соединение;
- Д) элемент шлака;
- Е) элемент золы.

#### Вариант 27.

Что представляет собой кислород в горючей массе топлива:

- А) летучее вещество;
- В) элемент шлака;
- С) внутренний балласт топлива, могущий служить окислителем топлива;
- Д) горючий элемент, служащий восстановителем азота;
- Е) внешний балласт топлива.

### Вариант 28.

Какие твердые топлива сжигают в пылевидном состоянии:

- А) брикеты;
- В) древесный уголь;
- С) кокс;
- Д) торф;
- Е) каменные и бурые угли.

### Вариант 29.

Для чего служит ГРП (газораспределительный пункт):

- А) для соблюдения правил взрыво- и пожароопасности;
- В) для рециркуляции дымовых газов;
- С) для снижения давления газа и поддержания его на заданном уровне;
- Д) для повышения температуры точки росы;
- Е) для удаления газового конденсата.

### Вариант 30.

Как получают генераторный газ:

- А) путем сжигания твердого топлива в генераторах при недостатке воздуха и подводе пара;
- В) при разделении газа в смесителях;
- С) в продуктах сгорания ГТУ;
- Д) в продуктах сгорания турбогенераторов;
- Е) при охлаждении водой электрогенераторов.

### Вариант 31.

Что такое «тепловой баланс» котла:

- А) процесс балластирования топки инертными газами;
- В) процесс подавления образования оксидов азота и серы;
- С) процесс сокращения тепловых потерь до минимума;
- Д) процесс получения максимального тепловыделения;
- Е) распределение теплоты на полезно использованное и тепловые потери.

### Вариант 32.

Как осуществляют распыление мазута:

- А) паромеханическим методом;
- В) сепарационным устройством;
- С) ионным методом;
- Д) поликонденсацией;
- Е) экстракцией.

### Вариант 33.

Укажите формулу для расчета «теплового напряжения топочного объема»:

А)  $q_v = Q/V_T$ ;

В)  $Q = B \cdot Q_H^p$ ;

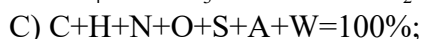
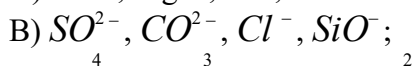
С)  $q_F = \frac{Q}{F}$ ;

Д)  $B_p = (1 - q_4)$ ;

Е)  $\eta_k = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5) \cdot 6$

### Вариант 34.

Укажите из чего состоит сухая масса топлива:



### Вариант 35.

Укажите из чего образовались каменные угли:

- A) из остатков растений и животных;
- B) из планктонов;
- C) из земли, воды и воздуха ;
- D) из амфотерных органических веществ;
- E) из аморфных минералов.

### Вариант 36.

Что такое температура вспышки мазута:

- A) температура горения мазута ;
- B) температура испарения мазута;
- C) температура при которой вспыхивают пары мазута в смеси с воздухом при соприкосновении с открытым огнем ;
- D) температура начала горения мазута;
- E) температура тройной точки.

### Вариант 37.

Укажите компонент, получаемый при сухой перегонки дров:

- A) бензин;
- B) керосин;
- C) бензол;
- D) смазочное масло;
- E) 50% спирта.

### Вариант 38.

Что происходит при нагревании твердого топлива без доступа воздуха:

- A) плавится;
- B) испаряется;
- C) сжимается;
- D) уменьшается вес;
- E) термическое разложение.

### Вариант 39.

Укажите из каких химических элементов состоят летучие вещества:

- A)  $\text{Ca}^{2+}$  ,  $\text{Mg}^{2+}$  ,  $\text{Na}^+$ ;
- B)  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  ,  $\text{CH}_4$  и др.;
- C) кокс;
- D)  $\text{C}+\text{H}+\text{N}+\text{O}+\text{S}+\text{A}= 100\%$ ;
- E)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_3$ .

### Вариант 40.

Что используют в качестве восстановителя и топлива в процессе производства чугуна и железной руды в доменных печах:

- A) мазут;
- B) кокс;
- C) торф;
- D) сланцы;
- E) бурый и каменный уголь.

**Типовой комплект заданий для итогового тестирования**

**Знать (УК-1.1.):**

**Вариант 1.**

Что представляет собой зола:

- А) шлам осветлителей;
- В) жидкий шлак; С) сухой шлак;
- Д) потери с механическим недожогом топлива;
- Е) смесь минералов находящихся в свободном состоянии или связанные с элементами топлива.

**Вариант 2.**

**Что такое коэффициент полезного действия котла:**

- А) максимальная производительность котла;
- В) максимальное тепловыделение в топке;
- С) количества тепла без учета потерь в окружающую среду;
- Д) относительное количество тепла, полезно использованное в котельном агрегате;
- Е) сумма тепловых потерь в топке.

**Вариант 3.**

Укажите, для чего служат грохоты.

- А) очищают от металлических предметов; В) очищают от щепок;
- С) снижают зольность;
- Д) разгружают дробилку от мелочи;
- Е) предотвращают взрывоопасность.

**Вариант 4.**

Что такое антрацит:

- А) смазочное вещество;
- В) жидкое топливо; С) кварцевый песок;
- Д) природный минерал;
- Е) высококачественное топливо .

**Вариант 5.**

Что называется органическим топливом:

- А) полиакриламид;
- В) дивинилбензол; С) зола;
- Д) каменные и бурые угли;
- Е) смола.

**Уметь (УК-1.1.):**

**Вариант 6.**

Есть ли разница в горючей массе между древесной хвойных и лиственных пород:

- А) да;
- В) нет;
- С) на 25-30%;
- Д) при сжигании их при высокой температуре;
- Е) в зависимости от влажности.

**Вариант 7.**



Что представляет собой каменные угли:

- А) органическое топливо с горючими элементами и высоким теплосодержанием;
- В) минерал;
- С) аморфное тело;
- Д) сухой остаток при коксовании;
- Е) продукт нефтеперегонки.

#### Вариант 8.

Что такое «условное топливо»:

- А) топливо, которое сжигают в пылевидном состоянии;
- В) древесный уголь;
- С) кокс;
- Д) шлак;
- Е) топливо которое имеет теплоту сгорания 29300 кДж/кг.

#### Вариант 9.

Какими способами может быть организовано сжигание твердого топлива в топочных устройствах: А) слоевым;

- В) двух- и трехступенчатым;
- С) цепных разветвленных реакции, раскрытым акад. Н.Н. Семеновым и К. Хиншельвудом;
- Д) в кипящем слое;
- Е) слоевым, факельным, циклонным, в кипящем слое.

#### Вариант 10.

Укажите правильную характеристику (или определение) скорости реакции горения в однородной среде при постоянной температуре:

- А) выражается законом Аррениуса  $k = k_0 e^{-E/RT}$ ;
- В) определяется уровнем энергии активации  $E$ ;
- С) определяется концентрацией горючего вещества;
- Д) с ростом температуры быстро увеличивается;
- Е) подчиняется закону действующих масс и пропорциональна произведению концентрации реагирующих веществ:

$$w = k C_p^m C_A^n C_B^n$$

**Иметь навыки (УК-1.1.):**

#### Вариант 11.

По каким законам происходит горение газового топлива:

- А) двухступенчатого горения;
- В) по законам цепных разветвленных реакции, раскрытым акад. Н.Н. Семеновым и К. Хиншельвудом;
- С) слоевого сжигания;
- Д) кипящего слоя;
- Е) трехступенчатого горения.

#### Вариант 12.

Чем характеризуется кинитическая область горения твердого и жидкого топлива:

- А) общая скорость реакции ограничена кинетикой химического реагирования на поверхности;
- В) зависит от условий подвода окислителя;
- С) определяется обоими процессами : диффузией и кинетикой;
- Д) ограничивается интенсивностью турбулентного массопереноса ;
- Е) определяется нижним пределом концентрации горючего.

#### Вариант 13.

Какая струя называется затопленной (свободной):

- А) если струя подается в под топки;
- В) если струя втекает в большой топочный объем и если стенки его не оказывают заметного влияния на аэродинамику струи;

- С) прямоточная струя;
- Д) закрученная струя;
- Е) турбулентная струя.

#### Вариант 14.

Чем характеризуется диффузионная область горения твердого и жидкого топлива: А) область горения, скорость которой сдерживается недостаточным подводом кислорода;

- В) общая скорость реакции ограничена кинетикой химического реагирования на поверхности ;
- С) скорость реакции на поверхности соизмерима со скоростью доставки кислорода;
- Д) определяется обоими процессами: диффузией и кинетикой;
- Е) определяется нижним пределом концентрации горючего.

#### Вариант 15.

Какие элементы топлива называют внутренним балластом топлива:

- А) кислород и азот;
- В) золу и влажность;
- С) серу;
- Д) углерод;
- Е) водород.

**Знать (УК-1.2):**

#### Вариант 16.

Какие элементы топлива называют внешним балластом:

- А) кислород и азот;
- В) серу;
- С) углерод;
- Д) водород;
- Е) золу и влагу.

#### Вариант 17.

В зависимости от способа получения (происхождению) все виды топлива делятся на: А) пиролизные;

- В) твердое, жидкое и газообразное;
- С) природные и искусственные;
- Д) аморфные;
- Е) амфотерные.

#### Вариант 18

Укажите (в соответствии с режимом движения потоков), чем характеризуется ламинарное диффузионное пламя:

- А) при ламинарном диффузионном горении в зоне факела можно обнаружить две зоны: топлива и окислителя;
- В) при ламинарном диффузионном горении в зоне факела можно обнаружить две зоны: смеси топлива с продуктами сгорания;
- С) при ламинарном диффузионном горении в зоне факела можно обнаружить три зоны: топлива, окислителя, смеси топлива с продуктами сгорания;
- Д) при ламинарном диффузионном горении в зоне факела можно обнаружить четыре зоны: топлива, окислителя, смеси топлива с продуктами сгорания, смеси окислителя с продуктами сгорания;
- Е) при ламинарном диффузионном горении в зоне факела можно обнаружить пять зон: топлива, окислителя, смеси топлива с продуктами сгорания, смеси окислителя с продуктами сгорания и зону горения.

#### Вариант 19.

Низшая теплота сгорания  $Q_H$  отличается от высшей  $Q_B$  на величину:

- А) теплоты испарения влаги топлива и влаги, образующейся при горении водорода;
- В) сухого остатка;
- С) 7000 ккал/кг или 29,33 МДж/кг;
- Д) 2500 кДж/кг;
- Е) условную.

#### Вариант 20

Укажите уравнение неполного горения топлива.

- А)  $V_{O_2}^b = V_{O_2}^{CO_2} + V_{O_2}^{SO_2} + V_{O_2}^{H_2O} + V_{O_2}$
- В)  $RO_2 = 2I - O_2 / I + \beta$
- С)  $aA + bB = cC + dD$
- Д)  $K = K_0 + e^{-E/(RT)}$
- Е)  $2I = RO_2 + O_2 + \beta RO_2 + (0,605 + \beta) CO$

**Уметь (УК-1.2.):**

#### Вариант 21.

Укажите, что представляют собой горючие сланцы:

- А) органические остатки растительности древних лесов и болот;
- В) минеральные породы, пропитанные органическими веществами животного происхождения;
- С) поваренная соль;
- Д) продукт термической переработки древесины;
- Е) очаговые остатки после сжигания антрацита.

#### Вариант 22.

Чем характеризуется тонкость помола топлива:

- А) коэффициентом размолоспособности;
- В) остатком на ситах с ячейками 90, 100, 200 мкм;
- С) очаговым остатком;
- Д) дисперсионными характеристиками золы;
- Е) остатком на ситах с ячейками 200 мкм.

#### Вариант 33.

На что указывает обозначение  $R_{90}=10\%$ :

- А) на радиус частицы пыли, равный 90 мкм;
- В) на количество крупных фракции, составляющих 10%;
- С) на количество пыли 10%, которое проходит через сито;
- Д) на сите с размером ячеек 90 мкм остается 10% пыли, а остальная пыль проходит через это сито;
- Е) на коэффициент размолоспособности.

#### Вариант 24.

Как оценивается лабораторный относительный коэффициент размолоспособности:

- А) по относительному количеству крупных фракции;
- В) по относительному количеству мелких фракций;
- С) по относительному количеству частиц, оставшихся на сите;
- Д) по относительному количеству частиц, прошедших через сито;
- Е) как отношение энергий размола эталонного топлива и испытуемого при размолении на лабораторной мельнице.

#### Вариант 25.

Для чего служит сепаратор пыли в системе пылеприготовления:

- А) для очистки воздуха от пыли;
- В) в качестве промежуточной емкости;
- С) для регулирования тонкости выдаваемой мельницей пыли;

- D) для снижения влажности угля;
- E) для отделения капель влаги.

**Иметь навыки (УК-1.2.):**

#### Вариант 26.

Для чего применяется циклон в системе пылеприготовления:

- A) для регулирования тонкости помола пыли;
- B) для отделения готовой пыли от транспортирующего воздуха в схеме с пряможужным бункером;
- C) в качестве предтопки котла;
- D) для снижения влажности угля;
- E) для отделения капель влаги.

#### Вариант 27.

Каким путем определяют к.п.д. котла:

- A) как отношение полезной части выделившегося при горении тепла к тепловым потерям;
- B) составлением теплового баланса путем распределения выделившегося при горении тепла на полезную часть и тепловые потери ;
- C) путем определения количества очаговых остатков;
- D) как произведение расхода топлива на теплоту его сгорания;
- E) определением потери тепла с физическим теплом шлаков .

#### Вариант 28

Укажите (в соответствии с режимом движения потоков), чем характеризуется при горении газа турбулентное диффузионное пламя:

- A) при турбулентном диффузионном горении в зоне факела можно обнаружить две зоны: топлива и окислителя;
- B) при турбулентном диффузионном горении в зоне факела можно обнаружить три зоны: топлива, окислителя, смеси топлива с продуктами сгорания;
- C) при турбулентном диффузионном горении в зоне факела можно обнаружить четыре зоны: топлива, окислителя, смеси топлива с продуктами сгорания, смеси окислителя с продуктами сгорания;
- D) отсутствие четкого деления на зоны продуктов сгорания, смеси воздуха с продуктами сгорания и смеси газов с продуктами сгорания;
- E) при турбулентном диффузионном горении в зоне факела можно обнаружить одну зону с продуктами сгорания.

#### Вариант 29.

Укажите в каких пределах температур осуществляется типичный ход низкотемпературного окисления кислородом воздуха:

- A) 900-1100°;
- B) 500-550°;
- C) 100-150°;
- D) 35-40°;
- E) – (5-15)°С.

#### Вариант 30

Укажите уравнение полного горения топлива.

- A)  $V_{O_2}^b = V_{O_2}^{CO_2} + V_{O_2}^{SO_2} + V_{O_2}^{H_2O} + V_{O_2}$
- B)  $RO_2 = 2I - O_2 / I + \beta$
- C)  $aA + bB = cC + dD$
- D)  $K = K_0 + e^{-E/(RT)}$
- E)  $2I = RO_2 + O_2 + \beta RO_2$

**Знать (ПК-3.1):**

#### Вариант 31.

Как называется период в процессе низкотемпературного окисления при котором из топлива не выделяются продукты окисления:

- A) релаксации;
- B) стабилизации;
- C) поляризации;
- D) индукции;
- E) дефламентации.

**Вариант 32.**

Для чего одорируют природный газ до поступления его в газовую магистраль: A) для стабилизации горения;

- B) для улучшения горения;
- C) для снижения коррозионной опасности;
- D) для своевременного обнаружения утечки газа и принятия мер безопасности;
- E) для снижения образования оксидов азота и серы.

**Вариант 33.**

Укажите как транспортируют угольную пыль:

- A) в бункерах угля;
- B) в смеси с воздухом подобно жидкости по трубопроводам;
- C) в смеси с водой;
- D) в смеси с песком;
- E) в виде брикетов.

**Вариант 34.**

Почему золоуловители устанавливают перед дымососом:

- A) для эффективной работы дымососа;
- B) для предохранения дымососов от коррозии;
- C) для предохранения дымососов от абразивного износа;
- D) по технике безопасности;
- E) в связи с взрыво-пожаробезопасностью.

**Вариант 35.**

О содержании минеральных примесей в топливе чаще всего судят по его:

- A) влажности;
- B) содержанию горючих веществ;
- C) зольности;
- D) содержанию летучих веществ;
- E) кислотному остатку.

*Уметь (ПК-3.1.):*

**Вариант 36.**

Как называется несгоревшая часть топлива: A) очаговые остатки;

- B) шлак;
- C) уле-род;
- D) колчеданная сера;
- E) пылевидные фракции.

**Вариант 37.**

Почти все компоненты золы и шлака, сами по себе:

- A) тугоплавкие;
- B) не плавятся;
- C) плавятся при температуре 300-400 °С;

- D) плавятся при температуре 500-600 °С;
- E) плавятся при температуре 600-700 °С.

**Вариант 38.**

Как называется минеральная масса при горении топлива, подвергшаяся высокотемпературному нагреву, в результате которого она приобретает значительную прочность за счет сплавления или спекания:

- A) зола;
- B) шлам;
- C) зола уноса;
- D) шлак;
- E) пылевидные фракции.

**Вариант 39.**

Как называется порошкообразный остаток топлива после сжигания:

- A) шлак;
- B) шлам;
- C) зола;
- D) очаговые остатки;
- E) пылевидные фракции.

**Вариант 40.**

По каким законам происходит горение газового топлива:

- A) двухступенчатого горения;
- B) по законам цепных разветвленных реакции, раскрытым акад. Н.Н.Семеновым и К. Хиншельву- дом;
- C) слоевого сжигания;
- D) кипящего слоя;
- E) трехступенчатого горения.

*Иметь навыки (ПК-3.1.):*

**Вариант 41.**

Как называется смесь золошлаковых материалов с водой:

- A) рабочее тело;
- B) очаговые остатки; C) шлам осветлителей;
- D) пульпой;
- E) эссенцией.

**Вариант 42.**

В чем преимущество пиролиза перед газификацией:

- A) в снижении сероводорода в топливе;
- B) в получении более высокой калорийности и высокой концентрации сероводорода; C) в получении более низкой концентрации сероводорода ;
- D) в отсутствии сероводорода;
- E) преимуществ нет.

**Вариант 43.**

Какая струя называется затопленной (свободной):

- A) если струя подается в под топку;
- B) если струя втекает в большой топочный объем и если стенки его не оказывают заметного влияния на аэродинамику струи;
- C) прямоточная струя;
- D) закрученная струя;
- E) турбулентная струя.

#### Вариант 44.

Чем характеризуется диффузионная область горения твердого и жидкого топлива:

- А) область горения, скорость которой сдерживается недостаточным подводом кислорода;
- В) общая скорость реакции ограничена кинетикой химического реагирования на поверхности ;
- С) скорость реакции на поверхности соизмерима со скоростью доставки кислорода;
- Д) определяется обоими процессами: диффузией и кинетикой;
- Е) определяется нижним пределом концентрации горючего.

#### Вариант 45.

Почему целесообразнее уменьшать пиролизом концентрацию серы в топливе, чем выбросы оксидов серы в дымовых газах:

- А) концентрация серы в единице объема топлива значительно больше, чем концентрация  $\text{SO}_2$  в дымовых газах;
- В) из-за незначительной концентрации  $\text{SO}_2$  в дымовых газах;
- С) из-за высокой концентрации  $\text{SO}_2$  в дымовых газах;
- Д) из-за агрегатного состояния соединения серы;
- Е) из-за высокого значения к.п.д. пиролиза.

## Тематика лабораторных работ

**Иметь навыки (УК-1.1.):**

Лабораторная работа №1 Определение влажности твердого топлива.

Лабораторная работа №2. Определение зольности твердого топлива

**Иметь навыки (УК-1.2.):**

Лабораторная работа №3. Определение вязкости мазута в зависимости от его температуры.

**Иметь навыки (ПК-3.1.):**

Лабораторная работа №5. Калориметрическое определение теплоты сгорания различных видов топлива.

**Вопросы к отчету по лабораторным работам****Иметь навыки (УК-1.1.):**

1. Опишите процесс смесеобразования и его роль в процессе горения.
2. Что такое кинетическая, промежуточная и диффузионная область горения?
3. Объясните основные положения стационарной теории самовоспламенения.
4. Что такое концентрационные пределы зажигания и влияние на них давления и температуры, инертных и активных примесей.
5. Что такое скорость распространения пламени? Как измерить скорость нормального распространения пламени?
6. Как зависит скорость распространения пламени от состава и температуры смеси?
7. Что такое пределы распространения пламени?
8. Опишите процессы горения однородной газовой смеси.
9. Что такое кинетические, диффузионный и смешанный принципы сжигания газа и области их применения.
10. Опишите особенности горения газа и структуру факела при ламинарном режиме движения.
11. Опишите особенности горения газа и структуру факела при турбулентном режиме движения.
12. Что такое устойчивость горения факела и область устойчивой работы горелок?
13. Что такое проскок пламени в горелку и отрыв пламени от горелки, меры борьбы с ними.
14. Приведите схемы газовых горелок, работающих по кинетическому, диффузионному и смешанному принципу и дайте их основные характеристики.

**Иметь навыки (УК-1.2.):**

15. Как протекает процесс горения смеси газов с недостаточным количеством воздуха?
16. Как осуществляется искусственная стабилизация пламени при сжигании газа?
17. Перечислите и объясните основные пути интенсификации сжигания газообразных топлив.
18. Что такое беспламенное горение газов?
19. Опишите процесс горения жидкого топлива на свободной поверхности.
20. Опишите процесс горения капли жидкого топлива.
21. Приведите характеристику основных процессов, протекающих при сжигании жидкого топлива в факеле.
22. Объясните процесс распыления жидкого топлива и приведите основные схемы мазутных форсунок.
23. Опишите особенности горения мазута.
24. Перечислите и объясните основные принципы интенсификации сжигания жидких топлив.
25. Опишите процесс образования окислов азота при сжигании газа.
26. Опишите процесс образования окислов азота при сжигании высокосернистых мазутов.

**Иметь навыки (ПК-3.1.):**



27. Объясните причины светимости факела и ее зависимость от состава органической массы горючего вещества.
28. Дайте общую характеристику процесса горения частиц твердого топлива.
29. Объясните основные принципы теории гетерогенного горения.
30. Опишите процесс химического реагирования углерода с кислородом.
31. Объясните роль летучих в процессе горения твердого топлива.
32. Опишите процесс термического разложения твердых топлив, состав и выход продуктов разложения.
33. Дайте общую характеристику процесса горения угольной пыли.
34. Опишите процесс горения отдельной частицы угольной пыли.
35. Объясните различия в протекании процесса горения мелких и крупных частиц.
36. Опишите процесс горения угольной пыли в факеле.
37. Перечислите и объясните основные принципы интенсификации процесса горения твердого топлива в пылевидном состоянии.
38. Перечислите и объясните основные методы сжигания твердого топлива.
39. Приведите схему горения твердого топлива в слое на неподвижной и движущейся колосниковой решетке.