

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

---

УТВЕРЖДАЮ



Первый проректор

И.Ю. Петрова /

(подпись)

И. О. Ф.

201 г.

**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)

По профилю подготовки Энергообеспечение предприятий

(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)

Кафедра Инженерные системы и экология

Квалификация (степень) выпускника **бакалавр**

**Разработчики:**

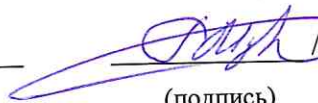
\_\_\_\_\_  
доцент, к.т.н.

(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

 / Е.М. Дербасова /  
(подпись) И. О. Ф.

\_\_\_\_\_  
ст. преподаватель

(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

 / Р.В. Муканов /  
(подпись) И. О. Ф.

Рабочая программа разработана для учебного плана 2017 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ . 2017 г.

Заведующий кафедрой

 / Е.М. Дербасова /  
(подпись) И. О. Ф.

**Согласовано:**

**Согласовано:**

Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Энергообеспечение предприятий»

\_\_\_\_\_  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМУ

 /  
(подпись) И. О. Ф.

Специалист УМУ

 / Р.В. Муканов /  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УИТ

 / У.А. Исмаилов /  
(подпись) И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой

 / М.В. Муродова /  
(подпись) И. О. Ф.

## Содержание

|                                                                                                                                                                                                               | Стр. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Цели и задачи освоения дисциплины                                                                                                                                                                          | 4    |
| 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы                                                                       | 4    |
| 3. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата                                                                                                                                                              | 4    |
| 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся | 4    |
| 5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий                                                                 | 7    |
| 5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)                                                                                                                       | 7    |
| 5.1.1. Очная форма обучения                                                                                                                                                                                   | 7    |
| 5.1.2. Заочная форма обучения                                                                                                                                                                                 | 8    |
| 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам                                                                                                                                                     | 9    |
| 5.2.1. Содержание лекционных занятий                                                                                                                                                                          | 9    |
| 5.2.2. Содержание лабораторных занятий                                                                                                                                                                        | 9    |
| 5.2.3. Содержание практических занятий                                                                                                                                                                        | 10   |
| 5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине                                                                                                         | 10   |
| 5.2.5. Темы контрольных работ (разделы дисциплины)                                                                                                                                                            | 11   |
| 5.2.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ                                                                                                                                                                  | 11   |
| 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины                                                                                                                                               | 11   |
| 7. Образовательные технологии                                                                                                                                                                                 | 12   |
| 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины                                                                                                                                                | 13   |
| 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины                                                                                                               | 13   |
| 8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения                                                    | 14   |
| 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины                                                                      | 14   |
| 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине                                                                                               | 14   |
| 10. Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья                                                                                                 | 16   |

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

**Целью учебной дисциплины** является: получение знаний, необходимых для усвоения специальных и профилирующих дисциплин, комплексного решения задач сжигания топлива и теплового воздействия на технологический продукт или рабочее тело в топливосжигающей огнетехнической установке.

**Задачами дисциплины является;**

- ознакомиться с современным состоянием использования различных видов топлива в теплоэнергетике и теплотехнологиях с возможностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин;
- освоить методы расчета основных характеристик различных видов топлива при его сжигании с готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем при его сжигании, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
- освоить методы уменьшения вредных выбросов энергообъектов при сжигании топлив, разработке мероприятий по повышению полноты сгорания различных типов топлив, анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией;
- освоить методики расчета свойств продуктов сгорания разных видов топлив в соответствии с нормативной документацией.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК – 2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ПК – 1 - способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией.

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

**знать:**

- основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементы в соответствии с нормативной документацией (ПК-1).

**уметь:**

- демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- проектировать энергообъекты и их элементы в соответствии с нормативной документацией. (ПК-1).

**владеть:**

- основными законами естествознания, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1).

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

Дисциплина Б1.В.04 «Топливо и его сжигание» реализуется в рамках блока «Дисциплины» **вариативной** части.

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

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

| Форма обучения                                                                                              | Очная                                                                                           | Заочная                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                           | 2                                                                                               | 3                                                                         |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>                                                                    | <b>3 семестр – 3 з.е.;<br/>4 семестр – 3 з.е.;<br/>всего -6 з.е.</b>                            | <b>3 семестр – 2 з.е.;<br/>4 семестр – 4 з.е.;<br/>всего -6 з.е.</b>      |
| <b>Аудиторных (включая контактную работу обучающихся с преподавателем) часов (всего) по учебному плану:</b> |                                                                                                 |                                                                           |
| Лекции (Л)                                                                                                  | 3 семестр – 18 часов;<br>4 семестр – 18 часов;<br><b>всего - 36 часов</b>                       | 3 семестр – 4 часа;<br>4 семестр – 2 часа;<br><b>всего - 6 часов</b>      |
| Лабораторные занятия (ЛЗ)                                                                                   | 3 семестр – 18 часов;<br>4 семестр – учебным планом не предусмотрены<br><b>всего - 18 часов</b> | 3 семестр – 2 часа;<br>4 семестр – 2 часа;<br><b>всего - 4 часа</b>       |
| Практические занятия (ПЗ)                                                                                   | 3 семестр – 36 часов;<br>4 семестр – 36 часов;<br><b>всего - 72 часа</b>                        | 3 семестр – 4 часа;<br>4 семестр – 2 часа;<br><b>всего - 6 часов</b>      |
| Самостоятельная работа (СРС)                                                                                | 3 семестр – 36 часов;<br>94 семестр – 54 часа;<br><b>всего - 90 часов</b>                       | 3 семестр – 62 часа;<br>4 семестр – 138 часов;<br><b>всего -200 часов</b> |
| <b>Форма текущего контроля:</b>                                                                             |                                                                                                 |                                                                           |
| Контрольная работа                                                                                          | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>                                                      | <b>семестр – 3</b>                                                        |
| Контрольная работа                                                                                          | <i>учебным планом<br/>не предусмотрены</i>                                                      | <b>семестр – 4</b>                                                        |
| <b>Форма промежуточной аттестации:</b>                                                                      |                                                                                                 |                                                                           |
| Экзамены                                                                                                    | <b>семестр – 4</b>                                                                              | <b>семестр – 4</b>                                                        |
| Зачет                                                                                                       | <b>семестр – 3</b>                                                                              | <b>семестр – 3</b>                                                        |
| 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>                                |

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

**5.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

**5.1.1. Очная форма обучения**

| №<br>п/<br>п | Раздел дисциплины<br>(по семестрам)                                                                                                                                                                                           | Всего часов<br>на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по ви-<br>дам учебной работы |    |    |     | Форма промежуточной атте-<br>стации и текущего контроля |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------|----|----|-----|---------------------------------------------------------|
|              |                                                                                                                                                                                                                               |                          |         | контактная                                                                |    |    | СРС |                                                         |
|              |                                                                                                                                                                                                                               |                          |         | Л                                                                         | ЛЗ | ПЗ |     |                                                         |
| 1            | 2                                                                                                                                                                                                                             | 3                        | 4       | 5                                                                         | 6  | 7  | 8   | 9                                                       |
| 1.           | Виды энергетического топли-<br>ва, его происхождение, свой-<br>ства и характеристики.<br>Доставка и подготовка твер-<br>дого топлива к сжиганию<br>Системы пылеприготовления<br>Свойства и характеристики<br>твердого топлива | 54                       | 3       | 9                                                                         | 9  | 18 | 18  | Зачет                                                   |
| 2.           | Горение твердого топлива<br>Подготовка и сжигание газо-<br>вого топлива<br>Подготовка и сжигание то-<br>почного мазута                                                                                                        | 54                       | 3       | 9                                                                         | 9  | 18 | 18  |                                                         |
| 3.           | Контроль качества топлива<br>Газификация твердого топли-<br>ва<br>Пиролиз твердого топлива<br>Комплексное использование<br>топлива на тепловых электро-<br>станциях                                                           | 54                       | 4       | 9                                                                         | -  | 18 | 27  | Экзамен                                                 |
| 4            | Возобновляемые и нетради-<br>ционные источники энергии                                                                                                                                                                        | 54                       | 4       | 9                                                                         | -  | 18 | 27  |                                                         |

|  |                                                                            |     |  |    |    |    |    |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------|-----|--|----|----|----|----|--|
|  | Контроль качества масел<br>Энергетические масла и смаз-<br>ки в энергетике |     |  |    |    |    |    |  |
|  | <b>Итого:</b>                                                              | 216 |  | 36 | 18 | 72 | 90 |  |

### 5.1.2. Заочная форма обучения

| №<br>п/<br>п | Раздел дисциплины<br>(по семестрам)                                                                                                                                                                                           | Всего часов<br>на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по ви-<br>дам учебной работы |    |    |     | Форма промежуточной атте-<br>стации и текущего контроля |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------|----|----|-----|---------------------------------------------------------|
|              |                                                                                                                                                                                                                               |                          |         | контактная                                                                |    |    | СРС |                                                         |
|              |                                                                                                                                                                                                                               |                          |         | Л                                                                         | ЛЗ | ПЗ |     |                                                         |
| 1            | 2                                                                                                                                                                                                                             | 3                        | 4       | 5                                                                         | 6  | 7  | 8   | 9                                                       |
| 1.           | Виды энергетического топли-<br>ва, его происхождение, свой-<br>ства и характеристики.<br>Доставка и подготовка твер-<br>дого топлива к сжиганию<br>Системы пылеприготовления<br>Свойства и характеристики<br>твердого топлива | 36                       | 3       | 2                                                                         | 1  | 2  | 31  | Контрольная работа, зачет                               |
| 2.           | Горение твердого топлива<br>Подготовка и сжигание газо-<br>вого топлива<br>Подготовка и сжигание то-<br>почного мазута                                                                                                        | 36                       | 3       | 2                                                                         | 1  | 2  | 31  |                                                         |
| 3.           | Контроль качества топлива<br>Газификация твердого топли-<br>ва<br>Пиролиз твердого топлива<br>Комплексное использование<br>топлива на тепловых электро-<br>станциях                                                           | 72                       | 4       | 1                                                                         | 1  | 1  | 69  | Контрольная работа, экзамен                             |

|   |                                                                                                                            |     |   |   |   |   |     |  |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|---|---|---|-----|--|
| 4 | Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии<br>Контроль качества масел<br>Энергетические масла и смазки в энергетике | 72  | 4 | 1 | 1 | 1 | 69  |  |
|   | <b>Итого:</b>                                                                                                              | 216 |   | 6 | 4 | 6 | 138 |  |



## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

### 5.2.1. Содержание лекционных занятий

| №  | Наименование раздела дисциплины                                                                                                                                                                             | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                                                                                                                                                                                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1  | Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики.<br>Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию<br>Системы пылеприготовления<br>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. | Горение твердого топлива<br>Подготовка и сжигание газового топлива<br>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. | Контроль качества топлива<br>Газификация твердого топлива<br>Пиролиз твердого топлива<br>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. Степень газификации. Константа равновесия реакций конверсии. Технология газификации твердого топлива. Устройства для газификации. Газификация крупнокускового топлива. Газификация мелкозернистого топлива. Углекислотная газификация. Газификация пылевидного топлива. Расчет основных показателей газификации твердого топлива. Скорость нагрева. Давление при пиролизе. Состав среды. Способы нагрева топлива при быстром пиролизе. Газовый теплоноситель. Твердый теплоноситель. Расчет нагрева топлива газовым теплоносителем. Кинетика быстрого пиролиза. Схема термической переработки твердого топлива на электростанции при его комплексном энерготехнологическом использовании. Схема комплексного использования твердого топлива на базе ТЭС в режиме его быстрого пиролиза. |
| 4. | Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии<br>Контроль качества масел<br>Энергетические масла и                                                                                                      | Схема комплексного использования угля на базе ТЭС при его пирогазификации. Назначение масел. Виды смазочных материалов и способы их получения. Классификация минеральных масел. Свойства и характеристики нефтяных и синтетических масел. Старение нефтяных масел                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|  |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | смазки в энергетике | в процессе их эксплуатации. Присадки, улучшающий эксплуатационные свойства масел. Приемка масел. Входной контроль качества масел. Эксплуатационный контроль качества турбинных масел. Контроль качества трансформаторного масла. Общая характеристика возобновляемых источников энергии. Эффективность возобновляемых источников энергии. Солнечная энергия и ее использование. Геотермальная энергия и ее использование в электроэнергетике. Энергия ветра. Химическая энергия биомассы. |
|--|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 5.2.2. Содержание лабораторных занятий

| № | Наименование раздела дисциплины                                                                                                                                                                             | Содержание                                                                                                    |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                                                                                                                                                                                           | 3                                                                                                             |
| 1 | Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики.<br>Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию<br>Системы пылеприготовления<br>Свойства и характеристики твердого топлива | Лабораторная работа № 1. Молекулярное моделирование процессов распада веществ по теории переходного состояния |
| 2 | Горение твердого топлива<br>Подготовка и сжигание газового топлива<br>Подготовка и сжигание топочного мазута                                                                                                | Лабораторная работа № 2. Моделирование цепных процессов                                                       |
| 3 | Контроль качества топлива<br>Газификация твердого топлива<br>Пиролиз твердого топлива<br>Комплексное использование топлива на тепловых электростанциях                                                      | Лабораторная работа №3 Определение КПД нагревателя и скорости выгорания топлива                               |
| 4 | Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии<br>Контроль качества масел<br>Энергетические масла и смазки в энергетике                                                                                  | Лабораторная работа №4 Определение температур вспышки и воспламенения жидкого топлива                         |

### 5.2.3. Содержание практических занятий

| №  | Наименование раздела дисциплины                                                                                                                                                            | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                                                                                                                                                                          | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1. | Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики.<br>Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию<br>Системы пылеприготовления<br>Свойства и характеристики | 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. |

|    |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | твердого топлива                                                                                                                                       | 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. | Горение твердого топлива<br>Подготовка и сжигание газового топлива<br>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. | Контроль качества топлива<br>Газификация твердого топлива<br>Пиролиз твердого топлива<br>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. Степень газификации. Константа равновесия реакций конверсии. Технология газификации твердого топлива. Устройства для газификации. Газификация крупнокускового топлива. Газификация мелкозернистого топлива. Углекислотная газификация. Газификация пылевидного топлива. Расчет основных показателей газификации твердого топлива. Скорость нагрева. Давление при пиролизе. Состав среды. Способы нагрева топлива при быстром пиролизе. Газовый теплоноситель. Твердый теплоноситель. Расчет нагрева топлива газовым теплоносителем. Кинетика быстрого пиролиза. Схема термической переработки твердого топлива на электростанции при его комплексном энерготехнологическом использовании. Схема комплексного использования твердого топлива на базе ТЭС в режиме его быстрого пиролиза. |
| 4. | Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии<br>Контроль качества масел<br>Энергетические масла и смазки в энергетике                             | Схема комплексного использования угля на базе ТЭС при его пирогазификации. Назначение масел. Виды смазочных материалов и способы их получения. Классификация минеральных масел. Свойства и характеристики нефтяных и синтетических масел. Старение нефтяных масел в процессе их эксплуатации. Присадки, улучшающие эксплуатационные свойства масел. Приемка масел. Входной контроль качества масел. Эксплуатационный контроль качества турбинных масел. Контроль качества трансформаторного масла. Общая характеристика возобновляемых источников энергии. Эффективность возобновляемых источников энергии. Солнечная энергия и ее использование. Геотермальная энергия и ее использование в электроэнергетике. Энергия ветра. Химическая энергия биомассы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## 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. | Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики.<br>Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию<br>Системы пылеприготовления<br>Свойства и характеристики твердого топлива | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе №1. | [1], [3], [5], [8]              |
| 2. | Горение твердого топлива<br>Подготовка и сжигание газового топлива<br>Подготовка и сжигание топочного мазута                                                                                                | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе №1. | [1], [2], [4], [7]              |
| 3. | Контроль качества топлива<br>Газификация твердого топлива<br>Пиролиз твердого топлива<br>Комплексное использование топлива на тепловых электростанциях                                                      | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе №1. | [1], [2], [4], [3],             |
| 4. | Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии<br>Контроль качества масел<br>Энергетические масла и смазки в энергетике                                                                                  | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе №1. | [1], [2], [5], [7],             |

### Заочная форма обучения

| №  | Наименование раздела дисциплины                                                                                                                                                                             | Содержание                                                                 | Учебно-методическое обеспечение |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1  | 2                                                                                                                                                                                                           | 3                                                                          | 4                               |
| 1. | Виды энергетического топлива, его происхождение, свойства и характеристики.<br>Доставка и подготовка твердого топлива к сжиганию<br>Системы пылеприготовления<br>Свойства и характеристики твердого топлива | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе №1. | [1], [3], [5], [8]              |
| 2. | Горение твердого топлива<br>Подготовка и сжигание газового топлива<br>Подготовка и сжигание топочного мазута                                                                                                | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе №1. | [1], [2], [4], [7]              |
| 3. | Контроль качества топлива<br>Газификация твердого топлива<br>Пиролиз твердого топлива<br>Комплексное использование топлива на тепловых электро-                                                             | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе №1. | [1], [2], [4], [3],             |

|    |                                                                                                                            |                                                                            |                     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|    | станциях                                                                                                                   |                                                                            |                     |
| 4. | Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии<br>Контроль качества масел<br>Энергетические масла и смазки в энергетике | Подготовка к практическому занятию.<br>Подготовка к контрольной работе №1. | [1], [2], [5], [7], |

#### 5.2.5. Темы контрольных работ

**Тематика контрольной работы** «Расчет состава продуктов горения и температуры» Зада-ние выбирается из методических указаний согласно шифру.

#### 5.2.5. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены.

### 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

| Вид учебной работы                              | Организация деятельности студента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Лекция                                          | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно. Фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; отмечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, отметить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. |
| Практические занятия                            | На практических занятиях обучающиеся систематизируют, закрепляют и углубляют знания теоретического характера; учатся приемам решения практических задач, овладевают навыками и умениями выполнения расчетов, графических и других видов заданий; работают с книгой, служебной документацией и схемами, пользуются справочной и научной литературой; формируют умение учиться самостоятельно.                                                                                                                                                                                                         |
| Лабораторная работа                             | Методические указания по выполнению лабораторных работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Самостоятельная работа / индивидуальные задания | Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Контрольная работа                              | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Подготовка к экзамену (зачету)                  | При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### 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).

Практические занятия— занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях с применением различных образовательных технологий. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению каждой задачи и интуиция.

### **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» лабораторные и 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. М.: Издательство БАСТЕТ, 2010. 624 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 Альтаир 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 Альтаир, 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. – 44 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. Батурова Г. С., Кипрова Л. А. Спектры пламени. – Казань.: Издательство КНИТУ, 2014. – 103 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/> Дата обращения: 25.05.2017.
9. 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 «Теория горения углеводородных топлив». Астрахань. АГАСУ. 2017 г.- 50 стр. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <http://edu.aucu.ru> Дата обращения: 25.05.2017.
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://edu.aucu.ru> Дата обращения: 25.05.2017.

**8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

- Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription;
- Office Pro+ Dev SL A Each Academic;
- Справочная Правовая Система КонсультантПлюс;
- ApacheOpenOffice;
- 7-Zip;
- AdobeAcrobatReader DC;
- InternetExplorer;
- GoogleChrome;
- MozillaFirefox;
- VLC mediaplayer;
- Dr.Web Desktop Security Suite.

**8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

***Список перечня ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины***

Электронная информационно-образовательная среда Университета, включает в себя:

1. Образовательный портал (<http://edu.aucu.ru>)

Системы интернет-тестирования:

2. Единый портал интернет-тестирования в сфере образования. Информационно-аналитическое сопровождение тестирования студентов по дисциплинам профессионального образования в рамках проекта «Интернет-тренажеры в сфере образования» (<http://i-exam.ru>)

Электронно-библиотечная системы:

3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru/>)

**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.    | Аудитория для проведения занятий лекционного типа<br>Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, учебный корпус №6                                                                                       | <b>№202, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Комплект наглядных пособий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2.    | Аудитория для проведения практических занятий Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, учебный корпус №6                                                                                              | <b>№301, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Комплект наглядных пособий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3.    | Аудитория для проведения лабораторных занятий<br>Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №201, учебный корпус №6<br>главный учебный корпус, ул. Татищева, 18, литер А, аудитория №207, 209, 211, 312       | <b>№201, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели.<br>Переносной мультимедийный комплект.<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.<br>Аппарат отопительный газовый водогрейный АОГВ 17.4 в сборе, аппарат отопительный газовый водогрейный в разрезе. Газовый проточный водонагреватель в сборе, газовый проточный водонагреватель в разрезе. Печь муфельная ПМ-8, Водонагреватель накопительного типа Термекс Hit H 5 л.                                                                                       |
| 4.    | Аудитория для проведения самостоятельной работы:<br>ул. Татищева, 18, литер А, аудитории №207, №209, №211, №312, главный учебный корпус<br>пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №302, учебный корпус №6 | <b>№207, главный учебный корпус</b><br>Комплект учебной мебели<br>Компьютеры -16 шт.<br>Проекционный телевизор<br>Доступ к сети Интернет<br><b>№207, главный учебный корпус</b><br>Комплект учебной мебели<br>Компьютеры -16 шт.<br>Проекционный телевизор<br>Доступ к сети Интернет<br><b>№209, главный учебный корпус</b><br>Комплект учебной мебели<br>Компьютеры -15 шт.<br>Стационарный мультимедийный комплект<br>Доступ к сети Интернет<br><b>№211, главный учебный корпус</b><br>Комплект учебной мебели<br>Компьютеры -16 шт.<br>Проекционный телевизор<br>Доступ к сети Интернет<br><b>№312, главный учебный корпус</b><br>Комплект учебной мебели<br>Компьютеры -15 шт.<br>Доступ к сети Интернет |
| 5.    | Аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций<br>Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, №301, №201 учебный корпус №6                                                             | <b>№302, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Компьютеры -15 шт.<br>Доступ к сети Интернет<br><b>№202, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Комплект наглядных пособий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |



|    |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                       | <b>№301, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Комплект наглядных пособий                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6. | Аудитория для проведения текущей аттестации и промежуточного контроля<br>Пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №202, №301, №201 учебный корпус №6                    | <b>№201, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели.<br>Переносной мультимедийный комплект.<br>Комплект наглядных пособий<br><b>№202, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Комплект наглядных пособий<br><b>№301, учебный корпус №6</b><br>Комплект учебной мебели<br>Переносной мультимедийный комплект<br>Комплект наглядных пособий |
| 7. | Аудитория для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования<br>414006, г. Астрахань, пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова ,2/29/2, №106, учебный корпус №6 | <b>№106, учебный корпус №6</b><br>Инструменты для профилактического обслуживания учебного оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

# **10. Особенности организации обучения по дисциплине «Топливо и его сжигание» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

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).

**Лист внесения дополнений и изменений  
в рабочую программу учебной дисциплины**

**Топливо и его сжигание**  
(наименование дисциплины)

**на 2017- 2018 учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «**Инженерные системы и экология**»,  
протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой

|                                        |                  |                          |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|
| _____<br>ученая степень, ученое звание | _____<br>подпись | / _____/<br>И.О. Фамилия |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. Обновление лицензионного программного обеспечения (приложение)\_\_\_\_\_
2. Обновление электронных библиотечных систем (приложение)\_\_\_\_\_
3. Обновление библиотечного фонда\_\_\_\_\_
4. Обновление материально-технического обеспечения\_\_\_\_\_
5. Обновление нормативной базы\_\_\_\_\_

Составители изменений и дополнений:

|                                        |                  |                          |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|
| _____<br>ученая степень, ученое звание | _____<br>подпись | / _____/<br>И.О. Фамилия |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|

|                                        |                  |                          |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|
| _____<br>ученая степень, ученое звание | _____<br>подпись | / _____/<br>И.О. Фамилия |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|

Председатель методической комиссии

|                                        |                  |                          |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|
| _____<br>ученая степень, ученое звание | _____<br>подпись | / _____/<br>И.О. Фамилия |
|----------------------------------------|------------------|--------------------------|

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

***Обновленное лицензионное программное обеспечение:***

1. Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription;
2. [Office Pro+ Dev SL A Each Academic](#);
3. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс;
4. ApacheOpenOffice;
5. 7-Zip;
6. AdobeAcrobatReader DC;
7. InternetExplorer;
8. GoogleChrome;
9. MozillaFirefox;
10. VLC mediaplayer;
11. Dr.Web Desktop Security Suite.

***Обновленные электронно-библиотечные системы:***

Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru/>)

Научная электронная библиотека [elibrary.ru](https://elibrary.ru) (<https://elibrary.ru>)

***Обновленная нормативная база:***

Приказ Министерства образования и науки РФ от 5 апреля 2017 г. № 301 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры"







## Аннотация

к рабочей программе дисциплины **«Нагнетатели и тепловые двигатели»** по направлению **шифр 08.03.01 «Строительство»**, профиль подготовки **«Теплогазоснабжение и вентиляция»**.

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.**

**Форма промежуточного контроля: зачет/контрольная работа.**

**Целью** учебной дисциплины **«Нагнетатели и тепловые двигатели»** является ознакомление студентов с устройством систем отопления зданий различного назначения, отопительными приборами, источниками тепловой энергии для систем отопления, формирование навыков конструирования и расчета систем отопления.

**Задачами** дисциплины являются:

- приобретение студентами знаний о типах и конструкциях основных нагнетателей и тепловых двигателей, применяемых в промышленных установках; изучение технических характеристик тепловых двигателей и нагнетателей, а также методы выбора их для энергетических установок;
- освоение способов регулирования производительности тепловых двигателей и нагнетателей; приобретение навыков пользования методическими нормативными материалами, технической и технологической документацией, современными информационными средствами и технологиями, техническим условиям и другим нормативным документам.

**Учебная дисциплина «Нагнетатели и тепловые двигатели» входит в Блок 1, базовой части.** Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин:

- «Механика»;
- «Гидрогазодинамика»;
- «Техническая термодинамика»;
- «Тепломассообмен».

**Краткое содержание дисциплины:**

Раздел 1 «Динамические насосы»

Раздел 2 «Вентиляторы и газодувки. Турбокомпрессоры»

Раздел 3 «Объемные насосы»

Раздел 4 «Поршневые компрессоры. Детандеры»

Раздел 5 «Тепловые двигатели»

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

---

 **УТВЕРЖДАЮ**  
**Первый проректор**  
/И.Ю. Петрова /  
(подпись) И. О. Ф.  
« 25 » 06 2017г.

**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)

По профилю подготовки Энергообеспечение предприятий

(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)

Кафедра Инженерные системы и экология

Квалификация (степень) выпускника **бакалавр**

Астрахань – 2017



**Разработчики:**

ДОЦЕНТ, К.Т.Н.  
(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

 / Е.М. Дербасова /  
(подпись) И. О. Ф.

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

 / Р.В. Муканов /  
(подпись) И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы разработаны для учебного плана 2017 г.

Оценочные и методические материалы рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № 10 от 25 05 2017 г.

Заведующий кафедрой

 /                      /  
(подпись) И. О. Ф.

Председатель МКН

«Теплоэнергетика и теплотехника»

профиль «Энергообеспечение предприятий»

 / Т.Ю. Воронкова / Л.В.  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМУ

 /                      /  
(подпись) И. О. Ф.

Специалист УМУ

 / И.В. Князев /  
(подпись) И. О. Ф.

## СОДЕРЖАНИЕ:

|                                                                                                                                                                                                 | Стр. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Оценочные и методические материалы для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля 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 текущей формы контроля                                                                                                                                        | 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. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций                                                            | 15   |
| <i>Приложение 1</i>                                                                                                                                                                             | 16   |
| <i>Приложение 2</i>                                                                                                                                                                             | 17   |
| <i>Приложение 3</i>                                                                                                                                                                             | 18   |
| <i>Приложение 4</i>                                                                                                                                                                             | 21   |

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

Оценочные и методические материалы является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 3)                                                                                                                                                                                                                                                        | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1) |   |   |   | Формы контроля с конкретизацией задания                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1                                                 | 2 | 3 | 4 |                                                                                                                                        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3                                                 | 4 | 5 | 6 | 7                                                                                                                                      |
| ОПК – 2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | Знать:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                   |   |   |   |                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования                                                                                                                                                                                                                | X                                                 | X | X | X | Зачет (вопросы 1-7)<br>Экзамен (вопросы 1-7)<br>Контрольная работа (вопросы 1-7)                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Уметь:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                   |   |   |   |                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | X                                                 | X | X | X | Зачет (вопросы 8-14)<br>Экзамен (вопросы 8-14)<br>Контрольная работа (вопросы 8-14)                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Владеть:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                   |   |   |   |                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | основными законами естествознания, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования                                                                                                                                                                                                           | X                                                 | X | X | X | Зачет (вопросы 15-21)<br>Экзамен (вопросы 15-21)<br>Контрольная работа (вопросы 15-21). Защита лабораторной работы №1,2 (вопросы 1-20) |

|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                        |   |   |   |   |                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК – 1 - способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией | Знать:                                                                                                                                                 | X | X | X | X |                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                 | исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементы в соответствии с нормативной документацией                                             |   |   |   |   | Зачет (вопросы 22-28)<br>Экзамен (вопросы 22-28)<br>Контрольная работа (вопросы 22-28).                                                 |
|                                                                                                                                                                 | Уметь:                                                                                                                                                 |   |   |   |   |                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                 | проектировать энергообъекты и их элементы в соответствии с нормативной документацией                                                                   | X | X | X | X | Зачет (вопросы 29-35)<br>Экзамен (вопросы 29-35)<br>Контрольная работа (вопросы 29-35).                                                 |
|                                                                                                                                                                 | Владеть:                                                                                                                                               |   |   |   |   |                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                 | способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией | X | X | X | X | Зачет (вопросы 36-42)<br>Экзамен (вопросы 36-42)<br>Контрольная работа (вопросы 36-42). Защита лабораторной работы №3,4 (вопросы 21-39) |

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

**1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля**

| Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Представление оценочного средства в фонде        |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1                                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3                                                |
| 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,<br>этапы<br>освоения<br>компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Планируемые результаты<br>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                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ОПК – 2 - способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального | <b>Знает:</b> (ОПК – 2) - основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования                                                                                                                                      | Обучающийся не знает основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования                                                                                                                          | Обучающийся имеет знания основных законов естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала | Обучающийся твердо знает основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос                               | Обучающийся знает основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, чётко и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Умеет:</b> (ОПК – 2) - демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического | Не умеет демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического | В целом успешное, но не системное умение обрабатывать на научной основе полученные данные                                                                                                                                                                                                            | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы с демонстрацией базовыми знаниями в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять | Сформированное умение демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического |

|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| исследования                                                                                                                                      | тического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования                                                                               | анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                        | для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования                                                                                        | тического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                   | <b>Владеет:</b> (ОПК – 2) - основными законами естествознания, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | Обучающийся не владеет основными законами естествознания, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено | В целом успешное, но не системное владение основными законами естествознания, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования                                                       | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками владение основными законами естествознания, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | Успешное и системное основными законами естествознания, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования                                                                |
| ПК – 1 - способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной | <b>Знает:</b> (ПК-1) - исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементы в соответствии с нормативной документацией                                 | Обучающийся не знает исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементы в соответствии с нормативной документацией                                                                                                                                                                                                      | Обучающийся имеет знания исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементы в соответствии с нормативной документацией, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательно- | Обучающийся твердо знает материал, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос                                                                                                                                               | Обучающийся знает исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементы в соответствии с нормативной документацией, чётко и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий |

|               |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| документацией |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | сти в изложении теоретического материала                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|               | <b>Умеет:</b> (ПК-1) - проектировать энергообъекты и их элементы в соответствии с нормативной документацией                                                                     | Не умеет анализировать исходные данные для проектировать энергообъекты и их элементы в соответствии с нормативной документацией, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу.                                                                                                                                                            | В целом успешное, но не системное умение обрабатывать полученные данные.                                                                                                                                   | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умение анализировать проектировать энергообъекты и их элементы в соответствии с нормативной документацией                                                                                                       | Умеет оформлять результаты анализировать проектировать энергообъекты и их элементы в соответствии с нормативной документацией                                                                                                                                   |
|               | <b>Владеет:</b> (ПК-1) - способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией | Обучающийся не владеет способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено. | В целом успешное, но не системное владение навыками способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками владение навыками способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией | Успешное и системное владение навыками способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией, 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 результатов освоения образовательной программы**

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:**

**2.1. Экзамен**

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

*б) критерии оценивания*

При оценке знаний на экзамене 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     | 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. Неполно 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.                                                                                     |

**2.2. Зачет**

*а) типовые вопросы к зачету (Приложение 2);*

*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.

| № п/п | Оценка              | Критерии оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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. Неполно 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     | Не зачтено          | Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:

### 2.3 Контрольная работа

а) типовые задания к контрольной работе (Приложение 3)

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, места и города 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.                                                                                               |

#### 2.4. Защита лабораторной работы

а) Тематика лабораторных работ (Приложение 4)

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 де-                                           |

|   |                     |                                                                                                                                                                              |
|---|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                     | монстрации 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. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Поскольку учебная дисциплина призвана формировать несколько дескрипторов компетенций, процедура оценивания реализуется поэтапно:

**1-й этап:** оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными матрицей компетенций ООП (приложение к ООП). Экспертной оценке преподавателя подлежат уровни сформированности отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля или промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения по дисциплине.

**2-этап:** интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

#### Характеристика процедур текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

| №  | Наименование оценочного средства | Периодичность и способ проведения процедуры оценивания | Виды вставляемых оценок                   | Способ учета индивидуальных достижений обучающихся      |
|----|----------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1. | Зачет                            | Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины        | зачтено/незачтено                         | Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио |
| 2. | Экзамен                          | Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины        | По пятибалльной шкале                     | Ведомость, зачетная книжка, учебная карточка, портфолио |
| 3  | Контрольная работа               | Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины        | По пятибалльной шкале и зачтено/незачтено | журнал успеваемости преподавателя                       |
| 4. | Защита лабораторной работы       | Систематически на занятиях                             | По пятибалльной шкале                     | Лабораторная тетрадь. журнал успеваемости преподавателя |

Удовлетворительная оценка по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

**Типовые вопросы к экзамену  
ОПК-2 (знать)**

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.

6. Использование тепловой энергии на химических предприятиях. Технологические потребители.

**ОПК-2 (уметь)**

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.

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.

**ОПК-2 (владеть)**

15. Энергетическая и эксергетическая диаграммы и их использование при анализе энергопотребления.

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.

21. Расчет потери эксергии в смесительных теплообменниках. Определение условий, обеспечивающих минимальные потери эксергии.

**ПК-1 (знать)**

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.

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.

**ПК-1 (уметь)**

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.

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.

**ПК-1 (владеть)**

35. Экологические проблемы сжигания топлива. Вредные компоненты в продуктах сжигания. Их образование.
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. Изображение процессов парообразования в котле на T-S диаграмме. Котлы-утилизаторы.
42. Паровые турбины. Назначение, типы, принципы работы, конструкции.

**Типовые вопросы к зачету  
ОПК-2 (знать)**

1. По каким признакам классифицируют топлива?
2. Какие элементы входят в состав твердого и жидкого топлива?
3. Как производится пересчет состава топлива из одной массы в другую?
4. Почему сера и влага являются нежелательными элементами топлива? что такое приведенная влажность и как она определяется?
5. Почему зола является нежелательной примесью топлива? что такое приведенная зольность и как она определяется?

**ОПК-2 (уметь)**

6. Назовите основные теплотехнические характеристики топлива.
7. Что называют теплотой сгорания топлива? в чем различие между низшей и высшей теплотой сгорания топлива?
8. Зависит ли значение теплоты сгорания топлива от его состава?
9. Какое топливо называется условным? как определяется расход условного топлива?
10. Что такое энергетическое и технологическое топливо?

**ОПК-2 (владеть)**

11. Какова структура топливного баланса СССР?
12. Что называют горением?
13. В чем различие между гомогенным и гетерогенным горением?
14. Что называется скоростью горения топлива и фронтом пламени? от каких факторов зависит скорость горения топлива?
15. В чем различие между кинетическим и диффузионным горением?

**ПК-1 (знать)**

16. Каково влияние качества смесеобразования на скорость горения топлива?
17. В чем отличие горения газообразного топлива от горения твердого топлива?
18. Напишите формулу для определения теоретически необходимого количества воздуха для полного сгорания 1 кг твердого и жидкого топлива.
19. Что называют коэффициентом избытка воздуха и каковы его значения для различных видов топлива?
20. Как определяются объемы сухих газов при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha_T = 1$  и  $\alpha_T > 1$  для твердого, жидкого и газообразного топлива? как определяются объемы водяных паров при  $\alpha_T = 1$  для твердого, жидкого и газообразного топлива?

**ПК-1 (уметь)**

21. Как определяется объем продуктов полного сгорания при  $\alpha_T > 1$  для твердого, жидкого и газообразного топлива?
22. Как определяется энтальпия продуктов полного сгорания топлива?
23. Что такое теоретическая температура горения топлива и как она определяется с помощью. Физические и теплотехнические характеристики топлива.
24. Основные физические и теплотехнические характеристики топлива.
25. Горючая масса топлива. Углерод, водород, кислород, сера и азот – важнейшие компоненты горючей массы топлива.

**ПК-1 (владеть)**

26. Балласт топлива. Основные балластирующие компоненты твердого, жидкого и газообразного топлива.
27. Высшая и низшая теплоты сгорания топлива.
28. Подсчет теплоты сгорания топлива по его составу. Формула Д. И. Менделеева.
29. Подсчет теплоты сгорания газообразного топлива.
30. Калориметрическое определения теплоты сгорания.

**ОПК-2 (уметь)**

8. Выбор вентилятора и дымососа.



9. Образование накипей и требование к питательной воде.
10. Водный режим котла. 53. Сепарация и промывка пара.
11. Характеристика тепловой схемы котла.
12. Температура продуктов сгорания на выходе из топки.
13. Тепловосприятие в испарительной системе экономайзера, пароперегревателя.
14. Подогрев воздуха, расположение воздухоподогревателя.

#### **ОПК-2 (владеть)**

15. Температура уходящих газов.
16. Примеры тепловой схемы котла.
17. Тепловые схемы котельной. 61. Конструкции и типы котлов.
18. Эксплуатация котлов.
19. Эксплуатация отопительной котельной
20. Выбор вентилятора и дымососа.
21. Конструкции испарительных поверхностей нагрева.

#### **ПК-2 (знать)**

22. Конструкции и назначение пароперегревателей.
23. Регулирование температуры пара.
24. Конструкции экономайзеров.
25. Конструкции воздухоподогревателей.
26. Рекомендации по методике теплового расчета котла.
27. Металл и прочность элементов котла.
28. Абразивный износ, коррозия загрязнения и очистка поверхностей нагрева котла.

#### **ПК-2 (уметь)**

29. Содержание вредных выбросов в продуктах сгорания котлов.
30. Золоудаление.
31. Очистка продуктов сгорания от окислов серы.
32. Очистка продуктов сгорания от окислов азота.
33. Температурные напоры на каждую конвективную поверхность нагрева
34. Точка росы и ее влияние на тепловой расчет котла
35. Температура газов на выходе из топки

#### **ПК-2 (владеть)**

36. Влияние влажности на расчет котла
37. Невязка теплового баланса по ступеням расчета
38. Общая невязка теплового баланса
39. Количество продувочной воды при проведении теплового расчета котла
40. Прямоточные котлы как перспектива развития промышленного энергетического машиностроения

## Типовые задания к контрольной работе

**Задача:** Для заданного в таблице 1 топлива вычислить  $Q_n^p$  по формуле Д.И. Менделеева, а затем  $Q_g^p$ . 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

## ОПК-2 (знать)

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.
6. Каково происхождение нефти и какие существуют основные способы ее добычи?
7. Перечислите основные виды газовых месторождений.

## ОПК-2 (уметь)

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.
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.

### **ОПК-2 (владеть)**

15. В каком виде присутствует влага в твердом топливе, жидком, газообразном? Влияние влаги на свойства топлива.
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?
21. Перечислите марки каменных углей. По каким параметрам происходит деление каменных углей на марки?

### **ПК-1 (знать)**

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.
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?

### **ПК-1 (уметь)**

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?
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?

### **ПК-1 (владеть)**

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.
41. Объясните зависимость химического равновесия от температуры.
42. Опишите процесс диссоциации водяного пара и углекислоты.

**Тематика лабораторных работ****Владеть (ОПК-2)**

Лабораторная работа № 1. Молекулярное моделирование процессов распада веществ по теории переходного состояния

Лабораторная работа № 2. Моделирование цепных процессов

**Владеть (ПК-2)**

Лабораторная работа №3 Определение КПД нагревателя и скорости выгорания топлива

Лабораторная работа №4 Определение температур вспышки и воспламенения жидкого топлива.

**Вопросы к отчету по лабораторным работам****ОПК-2 (владеть)**

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.
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.

**ПК-1 (владеть)**

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.
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.

