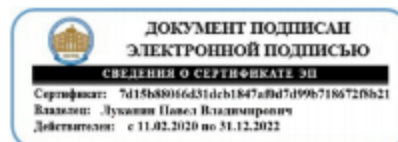


УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.02.02** Котельное оборудование тепловых электростанций

Учебный план: ФГОС3++zm130401-2\_21-13.plx

Кафедра: **24** Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:  
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Технология производства электрической и тепловой энергии  
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) | Контактная работа обучающихся |                   | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоём-<br>кость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |       |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------|
|                           | Лекции                        | Практ.<br>занятия |                |                   |                           |                                      |       |
| 2                         | УП                            | 6                 | 6              | 56                | 4                         | 2                                    | Зачет |
|                           | РПД                           | 6                 | 6              | 56                | 4                         | 2                                    |       |
| Итого                     | УП                            | 6                 | 6              | 56                | 4                         | 2                                    |       |
|                           | РПД                           | 6                 | 6              | 56                | 4                         | 2                                    |       |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой промышленной  
теплоэнергетики

Сморозин С.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Злобин В.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области котельного оборудования промышленных предприятий, их проектирований и эксплуатации при минимальных затратах энергетических, материальных и трудовых ресурсов, соблюдения правил безопасной эксплуатации и охраны окружающей среды.

### 1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть устройство котельных установок тепловых электростанций и их элементов. Рассмотреть тенденции и перспективы развития котельного оборудования.

Раскрыть принципы обеспечения рационального тепловосприятия, надежной и экономичной работы котла и вспомогательного оборудования, защиты окружающей среды

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Парогазовые энергетические установки в производстве электрической и тепловой энергии

Экологические проблемы при производстве тепловой и электрической энергии

Энергетические установки высокой эффективности в производстве электрической и тепловой энергии

Энергосберегающие технологии при производстве электрической и тепловой энергии

Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике и основные направления развития теплоэнергетики

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|   |
|---|
| <b>ПК-3.2: Способен формулировать задания на разработку решений, связанных с модернизацией оборудования, совершенствованию технологических схем тепловой и электрической энергии, повышением экологической безопасности</b> |
|---|

|   |
|---|
| <b>Знать:</b> схемы, конструкции, характеристики, технико-экономические показатели, назначение, принцип работы и особенности эксплуатации современного котельного оборудования. |
|---|

|   |
|---|
| <b>Уметь:</b> проводить технико-экономическое обоснование проектных решений модернизации котельного оборудования ТЭС. |
|---|

|   |
|---|
| <b>Владеть:</b> навыками составления инструкций по эксплуатации котельного оборудования ТЭС и программ его испытаний. |
|---|

|   |
|---|
| <b>ПК-4.2: Готов к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонту и модернизации оборудования при производстве тепловой и электрической энергии</b> |
|---|

|  |
|--|
| <b>Знать:</b> технические характеристики современного котельного оборудования, арматуры и материалов; основные теплофизические и гидродинамические уравнения для расчета котельного оборудования; схемы включения и критерии выбора котельного оборудования. |
|--|

|   |
|---|
| <b>Уметь:</b> рассчитывать котельное оборудование ТЭС по заданным методикам |
|---|

|   |
|---|
| <b>Владеть:</b> современными методами для выполнения тепловых, аэродинамических, конструкторских и поверочных гидравлических расчетов котельного оборудования электростанций; выбора оборудования с использованием каталогов справочной литературы. |
|---|

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий   | Семестр<br>(курс для ЗАО) | Контактная работа |               | СР<br>(часы) | Инновац.<br>формы<br>занятий |
|---|---------------------------|-------------------|---------------|--------------|------------------------------|
|   |                           | Лек.<br>(часы)    | Пр.<br>(часы) |              |                              |
| Раздел 1. Тенденции развития парогенерирующего оборудования   | 2                         |                   |               |              |                              |
| Тема 1. Тенденции развития парогенерирующего оборудования. Конструкции и характеристики современных паровых котлов  |                           | 0,5               |               | 6            | ИЛ                           |
| Тема 2. Котлы критического и сверхкритического давления. Технические характеристики и особенности эксплуатации.   |                           | 0,5               |               | 6            | ИЛ                           |
| Раздел 2. Тепловой и аэродинамический расчеты прямоточного котла  |                           |                   |               |              |                              |
| Тема 3. Методика поверочного и конструктивного расчета. Радиационный теплообмен и выбор конечного охлаждения газов в топке. Методика расчета теплообмена в элементах котла. |                           | 2                 | 3             | 10           | ИЛ                           |
| Тема 4. Аэродинамический расчет котельной установки. Системы газо-воздушного тракта котла. Расчет систему рециркуляции газов.   |                           | 1                 | 2             | 7            | ИЛ                           |
| Тема 5. Гидродинамика в элементах котла. Основы гидравлического расчета прямоточного котла  |                           | 0,5               | 1             | 11           | ИЛ                           |
| Раздел 3. Теплотехнические испытания котельных установок  |                           |                   |               |              |                              |
| Тема 6. Классификация и общая характеристика испытаний. Организация испытаний и подготовительных работ  |                           | 0,5               |               | 6            | ИЛ                           |
| Тема 7. Основные показатели надежности, контролируемые при стационарных режимах. Общие рекомендации по режимным и балансовым испытаниям.                                    |                           | 1                 |               | 10           | ИЛ                           |

|   |  |       |   |    |  |
|---|--|-------|---|----|--|
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)               |  | 6     | 6 | 56 |  |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)   |  | 0,25  |   |    |  |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b> |  | 12,25 |   | 56 |  |

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения  | Наименование оценочного средства                                  |
|-----------------|---|---|
| ПК-3.2          | ПК-3.2 Имеет представление о технических характеристиках современного котельного оборудования, арматуры и материалов; основных теплофизических и гидродинамических уравнениях для расчета котельного оборудования; схемах включения и критериях выбора котельного оборудования.<br>Способен рассчитывать котельное оборудование ТЭС по заданным методикам<br>Демонстрирует навыки выполнения тепловых, аэродинамических, конструкторских и поверочных гидравлических расчетов котельного оборудования электростанций; выбора оборудования с использованием каталогов справочной литературы. | Вопросы устного собеседования<br>Практико-ориентированные задания |
| ПК-4.2          | Имеет представление о схемах, конструкции, характеристиках, технико-экономических показателях, назначении, принципах работы и особенностях эксплуатации современного котельного оборудования.<br>Способен проводить технико-экономическое обоснование проектных решений модернизации котельного оборудования ТЭС.<br>Демонстрирует навыки составления инструкций по эксплуатации котельного оборудования ТЭС и программ его испытаний.  | Вопросы устного собеседования<br>Практико-ориентированные задания |

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций   |  |
|------------------|--|--|
|                  | Устное собеседование   | Письменная работа                                      |
| Зачтено          | Обучающийся дает в целом качественный ответ, основанный на всех источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.   | Задача решена верно. Возможны небольшие погрешности.   |
| Не зачтено       | Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях дисциплины; допускает при ответе существенные ошибки | Задача не решена. Значительные погрешности в расчетах. |

##### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

##### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п  | Формулировки вопросов   |
|--------|---|
| Курс 2 |   |
| 1      | Общие рекомендации по режимным и балансовым испытаниям.                     |
| 2      | Основные показатели надежности, контролируемые при стационарных режимах.    |
| 3      | Организация испытаний и подготовительных работ                              |
| 4      | Классификация и общая характеристика испытаний.                             |
| 5      | Основы гидравлического расчета прямоточного котла                           |
| 6      | Расчет систему рециркуляции газов.  |
| 7      | Методика поверочного и конструктивного расчета ширмового пароперегревателя. |

|    |   |
|----|---|
| 8  | Методика поверочного и конструктивного расчета радиационного пароперегревателя.                         |
| 9  | Методика поверочного и конструктивного расчета РВП.   |
| 10 | Котлы критического и сверхкритического давления. Технические характеристики и особенности эксплуатации. |
| 11 | Конструкции и характеристики современных паровых котлов   |
| 12 | Тенденции развития парогенерирующего оборудования   |

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Как изменится КПД котла при снижении коэффициента избытка воздуха в уходящих газах с 1,5 до 1,1

Исходные данные:

теоретический объем газов 10 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>

теоретический объем воздуха 9 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>

температура уходящих газов 130°С

топливо: природный газ, теплота сгорания 35600 кДж/м<sup>3</sup>

теплоемкость газов 1,39 кДж/(м<sup>3</sup> оС)

теплоемкость воздуха 1,299 кДж/(м<sup>3</sup> оС)

Как изменится КПД котла при снижении температуры уходящих газов с 150°С до 130°С

Исходные данные:

теоретический объем газов 10 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>

теоретический объем воздуха 9 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>

коэффициент избытка воздуха 1,3

топливо: природный газ, теплота сгорания 35600 кДж/м<sup>3</sup>

теплоемкость газов 1,39 кДж/(м<sup>3</sup> оС)

теплоемкость воздуха 1,299 кДж/(м<sup>3</sup> оС)

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку к зачету 40 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение практико-ориентированного задания. Для расчетов студенту необходимо иметь калькулятор, также ему предоставляется справочная информация.

В течение семестра выполняется контрольная работа.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

| Автор  | Заглавие   | Издательство   | Год издания | Ссылка  |
|--|--|--|-------------|---|
| <b>6.1.1 Основная учебная литература</b>       |  |  |             |   |
| Губарев, А. В.                                 | Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий                       | Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ    | 2013        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/28379.html">http://www.iprbookshop.ru/28379.html</a>                               |
| <b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b> |  |  |             |   |
| С.Н. Смородин [ и др.]                         | Тепловой и аэродинамический расчеты котельных установок [Текст] : учеб.пособие | М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - 5-е изд., перераб. и доп. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД | 2018        | <a href="https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2019_01_19_01.pdf">https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2019_01_19_01.pdf</a> |

|  |  |   |      |   |
|--|--|---|------|---|
| Васильченко, Ю. В.,<br>Губарев, А. В.      | Промышленные тепловые<br>электростанции                            | Белгород: Белгородский<br>государственный<br>технологический<br>университет им. В.Г.<br>Шухова, ЭБС АСВ | 2017 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/80438.html">http://www.iprbookshop.ru/80438.html</a>                               |
| С.Н. Смородин, А.Н.<br>Иванов,<br>Белоусов | Котельные установки и<br>парогенераторы [Текст ] :<br>учеб.пособие | М-во образования и<br>науки РФ, ВШТЭ<br>СПбГУПТД. - 2-е изд.,<br>испр. - СПб. : ВШТЭ<br>СПбГУПТД        | 2018 | <a href="https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2019_01_14_01.pdf">https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2019_01_14_01.pdf</a> |

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
 MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

| Аудитория            | Оснащение   |
|----------------------|---|
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |
| Учебная аудитория    | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |