

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электротехника и теплоэнергетика»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
*дисциплины*  
**«КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ И ПАРОГЕНЕРАТОРЫ» (Б1.В.7)**  
для направления подготовки 13.03.01  
«Теплоэнергетика и теплотехника»  
профиля «Промышленная теплоэнергетика»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург  
2025

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры  
«Электротехника и теплоэнергетика»  
Протокол № 4 от «05» декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой  
«Электротехника и теплоэнергетика»  
«05» декабря 2024 г.

К.К. Ким

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
«05» декабря 2024 г.

М.Ю. Кудрин

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа дисциплины «*Котельные установки и парогенераторы*» (Б1.В.7) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «28» февраля 2018 г., приказ Минобрнауки России № 143, с учетом профессионального стандарта

- 16.065 Профессиональный стандарт «Специалист в области проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей». Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.02.2021 № 39н, регистрационный номер 718);

- 16.149 Профессиональный стандарт «Специалист по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха объектов капитального строительства» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19.04.2021 № 251н, регистрационный N 1176).

Целью изучения дисциплины является формирование знаний и представлений о принципах работы и методах управления котельными установками.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение основных теоретических вопросов и формирование практических навыков по эксплуатации котельных установок и их проектирования;
- понимание основных фаз и этапов разработки проектов котельных агрегатов;
- понимание процесса эксплуатации и ремонта котельных агрегатов.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

В рамках изучения дисциплины (модуля) осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков:

- анализа и проектирования тепловых схем ТЭС, ТЭЦ, а также котельных малых и средних мощностей;

- подбора и компоновки основного оборудования и арматуры котельной установки;
- составления теплового баланса и определения КПД котлоагрегатов;
- определения состава топлива и теплоты его сгорания в теплоэнергетических установках;
- определения объемов воздуха необходимого для горения и количества продуктов сгорания топлива;
- оценки технико-экономических показателей котлоагрегата;
- расчета теплообмена в топке котельной установки;
- расчета конвективных элементов теплоэнергетических установок.

| Индикатор достижения компетенции                                                                                                                                                                                          | Результаты обучения по дисциплине (модулю)                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-1: Выполнение гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем с выбором оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ПК-1.1.1 Знает методики по выполнению гидравлического расчета при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей                                             | Обучающийся <i>знает</i> :<br>Знает методики по выполнению гидравлического расчета пароводяных трактов при проектировании технологических решений котельных                                                                                                                                                                             |
| ПК-1.1.2. Знает величины гидравлических характеристик, удельных потерь для разных типов материалов трубопроводов                                                                                                          | Обучающийся <i>знает</i> :<br>величины гидравлических характеристик, удельных потерь для разных типов материалов трубопроводов при проектировании технологических решений котельных                                                                                                                                                     |
| ПК-1.1.3. Знает правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов на проектную документацию                                                          | Обучающийся <i>знает</i> :<br>- требования нормативной документации предъявляемые к котельным установкам;<br>- правила работы с правовой и нормативной документацией при проектировании технологических решений котельных                                                                                                               |
| ПК-1.1.4. Знает требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей | Обучающийся <i>знает</i> :<br>- правила оформления проектной и рабочей документации при проектировании тепловых схем котельных с выбором арматуры и оборудования;<br>- требования нормативной документации к составу и порядку выдачи исходно разрешительной документации при проектировании тепловых схем котельной с выбором арматуры |
| ПК-1.2.1 Умеет определять необходимые данные для выполнения гидравлических расчетов,                                                                                                                                      | Обучающийся <i>умеет</i> :<br>- проводить типовые расчеты котельных                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| расчетов тепловых схем при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.                                                                                                                                                                                            | агрегатов в соответствии с требованиями нормативной документации<br>- определять исходные данные по выполнению гидравлического расчета пароводяных трактов при проектировании технологических решений котельных               |
| ПК-1.2.2. Умеет применять основные зависимости и методики по выполнению гидравлических, аэродинамических, прочностных расчетов трубопроводов с учетом компенсации и самокомпенсации и расчетов энергоэффективности при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей | Обучающийся <i>умеет</i> :<br>- применять основные зависимости физико – математического аппарата для расчета процессов происходящих в основном и вспомогательном оборудовании при проектировании котельных установок.         |
| ПК-1.2.4. Умеет использовать информационно-коммуникационные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования                                                                                                                                                                    | Обучающийся <i>умеет</i> :<br>- использовать информационно - коммуникационные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования котельных                                   |
| ПК-1.3.1 Имеет навыки расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей                                                                                                                                                                              | Обучающийся <i>имеет</i> :<br>- навыки проведения конструктивных и теплотехнических расчетов котельных агрегатов;<br>- навыки по выполнению расчета энергоэффективности котельных установок и парогенераторов                 |
| ПК-1.3.2 Имеет навыки выбора оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей                                                                                                                                                               | Обучающийся <i>имеет</i> :<br>- навыки выбора оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных;<br>- навыки по составлению тепловых балансов котельных установок и определению КПД котлоагрегатов |
| ПК-1.3.3 Имеет навыки уточнения диаметров трубопроводов по полученным данным                                                                                                                                                                                                                                                       | Обучающийся <i>имеет</i> :<br>- навыки уточнения диаметров трубопроводов по полученным данным пароводяных трактов котельных установок                                                                                         |
| ПК-1.3.4 Имеет навыки оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей и составление пояснительной записки                                                                                                           | Обучающийся <i>имеет</i> :<br>- навыки оформления результатов гидравлических расчетов пароводяных трактов при проектировании технологических решений котельных                                                                |
| <b>ПК – 2. Выполнение аэродинамических расчетов и расчетов энергоэффективности для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей</b>                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                               |
| ПК-2.1.1 Знает методики по выполнению аэродинамических расчетов и расчетов энергоэф-                                                                                                                                                                                                                                               | Обучающийся <i>знает</i> :<br>-методики по выполнению аэродинамиче-                                                                                                                                                           |

|                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| фективности при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей                                                                                                          | ских расчетов газозвоздушного тракта котельной                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ПК-2.2.1 Умеет определять необходимые данные для выполнения аэродинамических расчетов и расчетов энергоэффективности при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей | Обучающийся <i>умеет</i> :<br>- определять необходимые данные для выполнения аэродинамических расчетов газозвоздушного тракта котельной установки;<br>- определять объемы воздуха, необходимых для горения топлива.                                                                                                                                  |
| ПК-2.3.1 Имеет навыки сбора исходных данных и анализ показателей для аэродинамических расчетов при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей                       | Обучающийся <i>имеет</i> :<br>- навыки сбора исходных данных и анализ показателей для аэродинамических расчетов газозвоздушного тракта при проектировании технологических решений котельных                                                                                                                                                          |
| ПК-2.3.2 Имеет навыки выполнения аэродинамических расчетов при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей                                                           | Обучающийся <i>имеет</i> :<br>- навыки для выполнения аэродинамического расчета котельной при проектировании технологических решений;                                                                                                                                                                                                                |
| ПК-2.3.5 Имеет навыки оформления аэродинамических расчетов и расчетов энергоэффективности и пояснительной записки при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей    | Обучающийся <i>имеет</i> :<br>- навыки по использованию методик планирования и проведения плановых испытаний котельных установок;<br>- навыки по определению целевых этапов, основные направления ремонтных работ котельных установок;<br>- навыки по проведению технических испытания котельных установок в соответствии с нормативными стандартами |

### 3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

*Для очной формы обучения:*

| Вид учебной работы                           | Всего часов | Модуль |    |
|----------------------------------------------|-------------|--------|----|
|                                              |             | 1      | 2  |
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | 144         | 80     | 64 |
| В том числе:                                 |             |        |    |
| - лекции (Л)                                 | 48          | 32     | 16 |
| - практические занятия (ПЗ)                  | 64          | 32     | 32 |
| - лабораторные работы (ЛР)                   | 32          | 16     | 16 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего)         | 108         | 28     | 80 |

|                                           |          |       |       |
|-------------------------------------------|----------|-------|-------|
| Контроль                                  | 72       | 36    | 36    |
| Форма контроля (промежуточной аттестации) | Э, КП, Э | Э     | КП, Э |
| Общая трудоемкость: час / з.е.            | 324/9    | 144/4 | 180/5 |

*Для заочной формы обучения:*

| Вид учебной работы                           | Всего часов | Модуль |       |
|----------------------------------------------|-------------|--------|-------|
|                                              |             | 1      | 2     |
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | 36          | 20     | 16    |
| В том числе:                                 |             |        |       |
| - лекции (Л)                                 | 12          | 8      | 4     |
| - практические занятия (ПЗ)                  | 16          | 8      | 8     |
| - лабораторные работы (ЛР)                   | 8           | 4      | 4     |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего)         | 270         | 115    | 155   |
| Контроль                                     | 18          | 9      | 9     |
| Форма контроля (промежуточной аттестации)    | Э, КП, Э    | Э      | КП, Э |
| Общая трудоемкость: час / з.е.               | 324/9       | 144/4  | 180/5 |

*Примечания: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З\*), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)).*

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

*Для очной формы обучения:*

| № п/п    | Наименование раздела дисциплины                | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Индикаторы достижения компетенций                                                              |
|----------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Модуль 1 |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |
| 1        | Технологическая схема котельной установки (КУ) | <b>Лекция</b><br>Назначение и принцип работы КУ в системах энергохозяйства промпредприятий. Источники теплоты для КУ. Технологическая схема КУ. Основные элементы КУ, вспомогательное оборудование, его размещение и компоновка. Топливный, воздушный, газовый, пароводяной и шлакозолоудаляющий тракты КУ. Материальный и тепловой балансы КА. | ПК – 1.1.1<br>ПК – 1.1.2<br>ПК – 1.1.3<br>ПК – 1.1.4<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.1.1<br>ПК – 2.2.1 |
|          |                                                | <b>Лабораторная работа:</b><br>- Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции воздуха;<br>- Определение коэффициента теплопередачи в теплообменники типа «труба в трубе»;<br>- Исследование теплоотдачи при пленочном режиме кипения жидкости.                                                                               | ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5                                                                       |
|          |                                                | <b>Практическое занятие</b><br>Уравнение теплового баланса. Полезно воспринятая теплота. Потери теплоты и их характеристики. Энергетические к.п.д. брутто и нетто КА. Эксергетический к.п.д. котла. Методы повышения к.п.д. КА.                                                                                                                 | ПК – 1.2.1<br>ПК – 1.2.2<br>ПК – 1.2.4<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.2.2<br>ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5 |

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела<br>дисциплины | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Индикаторы<br>достижения<br>компетенций                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                       | <b>Самостоятельная работа</b><br>Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2        | Топочные устройства (топки)           | <p><b>Лекция</b><br/>Классификация топок и общие характеристики топочных процессов. Сжигание твердого топлива в слоевых топках. Механизм воспламенения горения твердого топлива в слое. Виды и характеристики слоевых топок. Топки с кипящим слоем. Сжигание угольной пыли камерных топках. Особенности горения угольной пыли в факеле. Циклонные и вихревые топки.<br/>Горелки для сжигания угольной пыли. Подготовка к сжиганию твердого топлива на ТЭЦ и котельной.<br/>Тракт твердого топлива.<br/>Системы пылеприготовления. Размольные устройства (мельницы) и основные элементы систем пылеприготовления. Топки для сжигания угольной пыли с твердым и жидким шлакоудалением. Механическая, гидравлическая и пневматическая системы шлакозолоудаления.<br/>Подготовка к сжиганию жидкого топлива. Тракт жидкого топлива на ТЭЦ и котельной. Сжигание жидкого топлива. Топки для сжигания жидкого топлива и их характеристики. Конструкции форсунок для распыления жидкого топлива. Сжигание газового топлива. Тракт газового топлива на ТЭЦ и котельной. Сжигание газа совместно с другими видами топлива.</p> <p><b>Лабораторная работа:</b><br/>- Исследование теплообмена излучением<br/>- Исследование работы газовой горелки.</p> <p><b>Практическое занятие</b><br/>Радиационный теплообмен в топке. Теплоотдача в конвективных элементах котла. Теплообмен в конвективных элементах КА.</p> <p><b>Самостоятельная работа</b><br/>Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.</p> | <p>ПК – 1.1.1<br/>ПК – 1.1.3<br/>ПК – 1.1.4<br/>ПК – 1.3.1<br/>ПК – 1.3.2<br/>ПК – 1.3.3<br/>ПК – 1.3.4<br/>ПК – 1.3.5<br/>ПК – 2.1.1<br/>ПК – 2.2.1</p> <p>ПК – 2.3.2<br/>ПК – 2.3.5</p> <p>ПК – 1.2.1<br/>ПК – 1.2.2<br/>ПК – 1.3.1<br/>ПК – 2.2.2<br/>ПК – 2.3.2<br/>ПК – 2.3.5</p> |

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела<br>дисциплины                           | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Индикаторы<br>достижения<br>компетенций                                                                                                                |
|----------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3        | <i>Тепловые и конструктивные схемы КА. Основные элементы КА</i> | <b>Лекция</b><br>Тепловые схемы котлов. Барабанные котлы низкого, среднего и высокого давления. Прямоточные котлы. Водогрейные и пароводогрейные котлы. Котлы с неводяными теплоносителями, котлы-утилизаторы. Испарительные поверхности нагрева котлов. Конструкции топочных экранов. Барабан и внутрибарабанные устройства. Пароперегреватели и их компоновка. Системы и устройства регулирования температуры пара. Конвективные поверхности нагрева. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели. Схемы включения экономайзеров и воздухоподогревателей.<br>Гидродинамика водогрейных котлов, экономайзеров и пароперегревателей. Принципиальные схемы и характеристики испарительных систем. Циркуляционный контур. Особенности гидродинамики систем с естественной и принудительной циркуляцией. Кратность циркуляции. Критерии надежности циркуляции. Нарушение циркуляции: защита от опрокидывания. Основы методики расчета контуров циркуляции.<br>Системы газозвдушного тракта. Аэродинамические сопротивления при движении потоков воздуха и продуктов сгорания в элементах КУ. Естественная и принудительная тяги. Дымовые трубы и тягодутьевые устройства. Газозвдушные тракты, работающие под наддувом, разрежением и с уравновешенной тягой. Присосы воздуха в газозвдушный тракт. Газоплотные котлы. Устройства очистки дымовых газов. | ПК – 1.1.1<br>ПК – 1.1.2<br>ПК – 1.1.3<br>ПК – 1.1.4<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 1.3.2<br>ПК – 1.3.3<br>ПК – 1.3.4<br>ПК – 1.3.5<br>ПК – 2.1.1<br>ПК – 2.2.1 |
|          |                                                                 | <b>Лабораторная работа</b><br>- Определения коэффициента теплопередачи через цилиндрическую стенку<br>- Исследование работы паро-механической форсунки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5                                                                                                                               |
|          |                                                                 | <b>Практическое занятие</b><br>Конструктивный и проверочный тепловые расчеты КА. Выбор топлива. Состав, теплота сгорания и характеристики топлива. Коэффициент избытка воздуха в топке. Присосы воздуха по отдельным газоходам КА. Расчет объемов воздуха и продуктов сгорания. Теплостойкость и энтальпия продуктов сгорания. <i>H-v</i> - диаграмма продуктов сгорания.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ПК – 1.2.1<br>ПК – 1.2.2<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.2.2<br>ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5                                                                       |
|          |                                                                 | <b>Самостоятельная работа</b><br>Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        |

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела<br>дисциплины | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Индикаторы<br>достижения<br>компетенций                                          |
|----------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 4        | Теплотехнические<br>испытания КА      | <b>Лекция</b><br>Назначение и виды испытаний. Общая методика проведения испытаний. Балансовые и режимно-наладочные испытания котлов. Составлении режимных карт.<br>Определение присосов воздуха в КА. Анализ дымовых газов и определение коэффициента избытка воздуха в топочных устройствах и по газоходам котла                                                                                                                                                                                                                                                           | ПК – 1.1.1<br>ПК – 1.1.3<br>ПК – 1.1.4<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.1.1<br>ПК – 2.2.1 |
|          |                                       | <b>Лабораторная работа</b><br>Определение состава дымовых газов с помощью газоанализатора.<br>Определение давления с помощью пневмотрубки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5                                                         |
|          |                                       | <b>Практическое занятие:</b><br>Расчет топочных камер. Полезные тепловыделения в токе. Адиабатная температура горения. Степень черноты факела и топки. Определение действительной температуры продуктов сгорания на выходе из топки. Оценка правильности выполнения расчетов.                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ПК – 1.2.1<br>ПК – 1.2.2<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5               |
|          |                                       | <b>Самостоятельная работа</b><br>Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                  |
| Модуль 2 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                  |
| 5        | Эксплуатация КУ                       | <b>Лекция</b><br>Основные нормативные документы по эксплуатации КУ. Монтаж котлов. Режимы работы КУ и их технико-экономические показатели.<br>Конструкции каркаса и обмуровки котлов. Арматура, гарнитура, контрольно-измерительные приборы котлов. Общие сведения о металлах и материалах, применяемых в котлостроении.<br>Коррозия поверхностей нагрева КА и способы её снижения. Методы очистки конвективных поверхностей нагрева от наружных загрязнений. Абразивный износ поверхностей и способы его снижения.<br>Организация ремонтных работ котельного оборудования. | ПК – 1.1.1<br>ПК – 1.1.3<br>ПК – 1.1.4<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.1.1<br>ПК – 2.2.1 |
|          |                                       | <b>Лабораторная работа</b><br>Наладочные испытания КА.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5                                                         |
|          |                                       | <b>Практическое занятие</b><br>Расчет поверхностей нагрева, расположенных после камеры сгорания. Общий метод расчета. Уравнение теплового баланса и теплопередачи. Температурный напор и его определение.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК – 1.2.1<br>ПК – 1.2.2<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5               |
|          |                                       | <b>Самостоятельная работа</b><br>Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                  |

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела<br>дисциплины               | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Индикаторы<br>достижения<br>компетенций                                          |
|----------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 6        | <i>Правила безопас-<br/>ной эксплуатации<br/>КУ</i> | <b>Лекция</b><br>Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. Правила устройства и безопасной эксплуатации электрических котлов.<br>Пуск котла. Останов котла: плановый и аварийный. Обслуживание КА во время эксплуатации. Щелочение котла. Гидравлические испытания, опробование КА на паровую плотность. | ПК – 1.1.1<br>ПК – 1.1.3<br>ПК – 1.1.4<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.1.1<br>ПК – 2.2.1 |
|          |                                                     | <b>Лабораторная работа</b><br>Исследование работы дымососа и золоуловителя.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5                                                         |
|          |                                                     | <b>Практическое занятие</b><br>Расчет фестона, испарительного пучка, пароперегревателя, водяного экономайзера и воздухоподогревателя. Оценка правильности выполнения теплового расчета                                                                                                                                                                                                                                    | ПК – 1.2.1<br>ПК – 1.2.2<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5               |
|          |                                                     | <b>Самостоятельная работа</b><br>Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                  |

*Для заочной формы обучения:*

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела<br>дисциплины                         | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Индикаторы<br>достижения<br>компетенций                                                        |
|----------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Модуль 1 |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |
| 1        | <i>Технологическая<br/>схема котельной<br/>установки (КУ)</i> | <b>Лекция</b><br>Назначение и принцип работы КУ в системах энергохозяйства промпредприятий. Источники теплоты для КУ. Технологическая схема КУ. Основные элементы КУ, вспомогательное оборудование, его размещение и компоновка. Топливный, воздушный, газовый, пароводяной и шлакозолоудаляющий тракты КУ. Материальный и тепловой балансы КА. | ПК – 1.1.1<br>ПК – 1.1.2<br>ПК – 1.1.3<br>ПК – 1.1.4<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.1.1<br>ПК – 2.2.1 |
|          |                                                               | <b>Лабораторная работа:</b><br>- Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции воздуха;<br>- Определение коэффициента теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»;<br>- Исследование теплоотдачи при пленочном режиме кипения жидкости.                                                                               | ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5                                                                       |
|          |                                                               | <b>Практическое занятие</b><br>Уравнение теплового баланса. Полезно воспринятая теплота. Потери теплоты и их характеристики. Энергетические к.п.д. брутто и нетто КА. Эксергетический к.п.д. котла. Методы повышения к.п.д. КА.                                                                                                                 | ПК – 1.2.1<br>ПК – 1.2.2<br>ПК – 1.2.4<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.2.2<br>ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5 |

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела<br>дисциплины | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Индикаторы<br>достижения<br>компетенций                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                       | <b>Самостоятельная работа</b><br>Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2        | Топочные устройства (топки)           | <p><b>Лекция</b><br/>Классификация топок и общие характеристики топочных процессов. Сжигание твердого топлива в слоевых топках. Механизм воспламенения горения твердого топлива в слое. Виды и характеристики слоевых топок. Топки с кипящим слоем. Сжигание угольной пыли камерных топках. Особенности горения угольной пыли в факеле. Циклонные и вихревые топки.<br/>Горелки для сжигания угольной пыли. Подготовка к сжиганию твердого топлива на ТЭЦ и котельной.<br/>Тракт твердого топлива.<br/>Системы пылеприготовления. Размольные устройства (мельницы) и основные элементы систем пылеприготовления. Топки для сжигания угольной пыли с твердым и жидким шлакоудалением. Механическая, гидравлическая и пневматическая системы шлакозолоудаления.<br/>Подготовка к сжиганию жидкого топлива. Тракт жидкого топлива на ТЭЦ и котельной. Сжигание жидкого топлива. Топки для сжигания жидкого топлива и их характеристики. Конструкции форсунок для распыления жидкого топлива. Сжигание газового топлива. Тракт газового топлива на ТЭЦ и котельной. Сжигание газа совместно с другими видами топлива.</p> <p><b>Лабораторная работа:</b><br/>- Исследование теплообмена излучением<br/>- Исследование работы газовой горелки.</p> <p><b>Практическое занятие</b><br/>Радиационный теплообмен в топке. Теплоотдача в конвективных элементах котла. Теплообмен в конвективных элементах КА.</p> <p><b>Самостоятельная работа</b><br/>Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.</p> | <p>ПК – 1.1.1<br/>ПК – 1.1.3<br/>ПК – 1.1.4<br/>ПК – 1.3.1<br/>ПК – 1.3.2<br/>ПК – 1.3.3<br/>ПК – 1.3.4<br/>ПК – 1.3.5<br/>ПК – 2.1.1<br/>ПК – 2.2.1</p> <p>ПК – 2.3.2<br/>ПК – 2.3.5</p> <p>ПК – 1.2.1<br/>ПК – 1.2.2<br/>ПК – 1.3.1<br/>ПК – 2.2.2<br/>ПК – 2.3.2<br/>ПК – 2.3.5</p> |

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела<br>дисциплины                           | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Индикаторы<br>достижения<br>компетенций                                                                                                                |
|----------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3        | <i>Тепловые и конструктивные схемы КА. Основные элементы КА</i> | <b>Лекция</b><br>Тепловые схемы котлов. Барабанные котлы низкого, среднего и высокого давления. Прямоточные котлы. Водогрейные и пароводогрейные котлы. Котлы с неводяными теплоносителями, котлы-утилизаторы. Испарительные поверхности нагрева котлов. Конструкции топочных экранов. Барабан и внутрибарабанные устройства. Пароперегреватели и их компоновка. Системы и устройства регулирования температуры пара. Конвективные поверхности нагрева. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели. Схемы включения экономайзеров и воздухоподогревателей.<br>Гидродинамика водогрейных котлов, экономайзеров и пароперегревателей. Принципиальные схемы и характеристики испарительных систем. Циркуляционный контур. Особенности гидродинамики систем с естественной и принудительной циркуляцией. Кратность циркуляции. Критерии надежности циркуляции. Нарушение циркуляции: защита от опрокидывания. Основы методики расчета контуров циркуляции.<br>Системы газозвдушного тракта. Аэродинамические сопротивления при движении потоков воздуха и продуктов сгорания в элементах КУ. Естественная и принудительная тяги. Дымовые трубы и тягодутьевые устройства. Газозвдушные тракты, работающие под наддувом, разрежением и с уравновешенной тягой. Присосы воздуха в газозвдушный тракт. Газоплотные котлы. Устройства очистки дымовых газов. | ПК – 1.1.1<br>ПК – 1.1.2<br>ПК – 1.1.3<br>ПК – 1.1.4<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 1.3.2<br>ПК – 1.3.3<br>ПК – 1.3.4<br>ПК – 1.3.5<br>ПК – 2.1.1<br>ПК – 2.2.1 |
|          |                                                                 | <b>Лабораторная работа</b><br>- Определения коэффициента теплопередачи через цилиндрическую стенку<br>- Исследование работы паро-механической форсунки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5                                                                                                                               |
|          |                                                                 | <b>Практическое занятие</b><br>Конструктивный и проверочный тепловые расчеты КА. Выбор топлива. Состав, теплота сгорания и характеристики топлива. Коэффициент избытка воздуха в топке. Присосы воздуха по отдельным газоходам КА. Расчет объемов воздуха и продуктов сгорания. Теплостойкость и энтальпия продуктов сгорания. <i>H-v</i> - диаграмма продуктов сгорания.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ПК – 1.2.1<br>ПК – 1.2.2<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.2.2<br>ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5                                                                       |
|          |                                                                 | <b>Самостоятельная работа</b><br>Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        |

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела<br>дисциплины | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Индикаторы<br>достижения<br>компетенций                                          |
|----------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 4        | Теплотехнические<br>испытания КА      | <b>Лекция</b><br>Назначение и виды испытаний. Общая методика проведения испытаний. Балансовые и режимно-наладочные испытания котлов. Составлении режимных карт.<br>Определение присосов воздуха в КА. Анализ дымовых газов и определение коэффициента избытка воздуха в топочных устройствах и по газоходам котла                                                                                                                                                                                                                                                           | ПК – 1.1.1<br>ПК – 1.1.3<br>ПК – 1.1.4<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.1.1<br>ПК – 2.2.1 |
|          |                                       | <b>Лабораторная работа</b><br>Определение состава дымовых газов с помощью газоанализатора.<br>Определение давления с помощью пневмотрубки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5                                                         |
|          |                                       | <b>Практическое занятие:</b><br>Расчет топочных камер. Полезные тепловыделения в токе. Адиабатная температура горения. Степень черноты факела и топки. Определение действительной температуры продуктов сгорания на выходе из топки. Оценка правильности выполнения расчетов.                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ПК – 1.2.1<br>ПК – 1.2.2<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5               |
|          |                                       | <b>Самостоятельная работа</b><br>Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                  |
| Модуль 2 |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                  |
| 5        | Эксплуатация КУ                       | <b>Лекция</b><br>Основные нормативные документы по эксплуатации КУ. Монтаж котлов. Режимы работы КУ и их технико-экономические показатели.<br>Конструкции каркаса и обмуровки котлов. Арматура, гарнитура, контрольно-измерительные приборы котлов. Общие сведения о металлах и материалах, применяемых в котлостроении.<br>Коррозия поверхностей нагрева КА и способы её снижения. Методы очистки конвективных поверхностей нагрева от наружных загрязнений. Абразивный износ поверхностей и способы его снижения.<br>Организация ремонтных работ котельного оборудования. | ПК – 1.1.1<br>ПК – 1.1.3<br>ПК – 1.1.4<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.1.1<br>ПК – 2.2.1 |
|          |                                       | <b>Лабораторная работа</b><br>Наладочные испытания КА.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5                                                         |
|          |                                       | <b>Практическое занятие</b><br>Расчет поверхностей нагрева, расположенных после камеры сгорания. Общий метод расчета. Уравнение теплового баланса и теплопередачи. Температурный напор и его определение.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ПК – 1.2.1<br>ПК – 1.2.2<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5               |
|          |                                       | <b>Самостоятельная работа</b><br>Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                  |

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела<br>дисциплины               | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Индикаторы<br>достижения<br>компетенций                                          |
|----------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 6        | <i>Правила безопас-<br/>ной эксплуатации<br/>КУ</i> | <b>Лекция</b><br>Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. Правила устройства и безопасной эксплуатации электрических котлов.<br>Пуск котла. Останов котла: плановый и аварийный. Обслуживание КА во время эксплуатации. Щелочение котла. Гидравлические испытания, опробование КА на паровую плотность. | ПК – 1.1.1<br>ПК – 1.1.3<br>ПК – 1.1.4<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.1.1<br>ПК – 2.2.1 |
|          |                                                     | <b>Лабораторная работа</b><br>Исследование работы дымососа и золоуловителя.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5                                                         |
|          |                                                     | <b>Практическое занятие</b><br>Расчет фестона, испарительного пучка, пароперегревателя, водяного экономайзера и воздухоподогревателя. Оценка правильности выполнения теплового расчета                                                                                                                                                                                                                                    | ПК – 1.2.1<br>ПК – 1.2.2<br>ПК – 1.3.1<br>ПК – 2.3.2<br>ПК – 2.3.5               |
|          |                                                     | <b>Самостоятельная работа</b><br>Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                  |

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

*Для очной формы обучения:*

| №<br>п/п                               | Раздел дисциплины                                         | Л   | ЛР | ПЗ | СРС | Всего |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----|----|----|-----|-------|
| 1                                      | Технологическая схема котельной установки (КУ).           | 6   | 4  | 8  | 18  | 36    |
| 2                                      | Топочные устройства (топки).                              | 10  | 6  | 14 | 18  | 48    |
| 3                                      | Тепловые и конструктивные схемы КА. Основные элементы КА. | 6   | 4  | 8  | 18  | 36    |
| 4                                      | Теплотехнические испытания КА.                            | 10  | 8  | 14 | 18  | 50    |
| 5                                      | Эксплуатация КУ.                                          | 8   | 5  | 10 | 18  | 41    |
| 6                                      | Правила безопасной эксплуатации КУ.                       | 8   | 5  | 10 | 18  | 41    |
| <b>Итого</b>                           |                                                           | 48  | 32 | 64 | 108 | 252   |
| <b>Контроль</b>                        |                                                           | 72  |    |    |     |       |
| <b>Всего (общая трудоемкость, час)</b> |                                                           | 324 |    |    |     |       |

*Для заочной формы обучения:*

| №<br>п/п                        | Раздел дисциплины | Л   | ЛР | ПЗ | СРС | Всего |
|---------------------------------|-------------------|-----|----|----|-----|-------|
| 1                               | Модуль 1          | 6   | 4  | 8  | 135 | 153   |
| 2                               | Модуль 2          | 6   | 4  | 8  | 136 | 153   |
| Итого                           |                   | 12  | 8  | 16 | 270 | 306   |
| Контроль                        |                   | 18  |    |    |     |       |
| Всего (общая трудоемкость, час) |                   | 324 |    |    |     |       |

## **6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

## **8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине**

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория кафедры «Лаборатория энергетических установок» оборудованная необходимыми лабораторными установками, используемыми в учебном процессе:

- Лабораторный стенд "Установка для определения давления с помощью пневмотрубки";
- Лабораторный стенд "Установка для определения коэффициента теплопередачи через цилиндрическую стенку";
- Лабораторный стенд "Установка для исследования теплообмена излучением";
- Лабораторный стенд "Установка для определения коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции воздуха";
- Лабораторный стенд "Установка для определения коэффициента теплопередачи в теплообменники типа «труба в трубе»";
- Лабораторный стенд "Исследование теплоотдачи при пленочном режиме жидкости методом регулярного режима кипения воды";
- Лабораторный стенд "Исследование теплоотдачи при пленочном режиме жидкости методом регулярного режима кипения воды".

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](https://ibooks.ru) («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельно-

сти, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

– Профессиональные справочные системы Техэксперт – электронный фонд правовой и нормативно – технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный – Загл. с экрана.

8.5 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Крылов В.И. Котельные установки и парогенераторы: Учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2015.-57 с.

2. Крылов В.И., Крылов Д.В. Котельные установки. Учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2014. -70 с.

3. Соколов Б.А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности. - М.: Издательский центр «Академия». 2010. – 128 с.

4. Либерман Н.Б. Справочник по проектированию котельных установок. М.: ЭКОЛИТ.2011. – 224 с.

- список дополнительной учебной литературы:

1. Крылов В.И. Основы теплового расчета котельных агрегатов: Учебное пособие.СПб.: ПГУПС, 2002.-54 с.

2. Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие.-Л.: Энергоатомиздат, 1989.-280 с.

3. Липов Ю.М. Компоновка и тепловой расчет парового котла: Учебное пособие для вузов.-М.: Энергоатомиздат, 1988.-208 с.

4. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод./Под ред. Н.В.Кузнецова.- М.: Энергия, 1973.-295 с.

5. Теплотехнические испытания котельных установок /В.И.Тремболя и др.- М.: Энергоатомиздат. 1991.-416 с.

6. Роддатис К.Ф. Справочник по котельным установкам.-М.: Энергоатомиздат. 1989.-488 с.

7. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н Котельные установки промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1988.

8. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы: Учеб.для вузов. М.:РХД, 2003.-591 с.

9. Теплогенерирующие установки: Учеб. для вузов/Г.Н.Делягин, В.И.Лебедев, Б.А.Пермяков.-М.: Стройиздат, 1986.-559 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

- Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

1. Профессиональные справочные системы Техэксперт – электронный фонд правовой и нормативно – технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный – Загл. с экрана;

2. Электронно – библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://e.lanbook.com>. Загл. с экрана.

3. Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

4. Электронно – библиотечная система ibooks.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http:// ibooks.ru](http://ibooks.ru) – Загл. с экрана.

Разработчик программы, доцент  
кафедры «Электротехника и  
теплоэнергетика»

Д.В. Крылов

«05» декабря 2024 г.