

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

|  |   |
|--|---|
| <b>Блок:</b>   | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>                              | <b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b> |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>                               | <b>Б1.Ч.09.04</b>   |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>                             | <b>8 семестр - 3;</b>   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>                              | <b>108 часов</b>  |
| <b>Лекции</b>  | <b>8 семестр - 28 часа;</b>                                     |
| <b>Практические занятия</b>  | <b>8 семестр - 28 часа;</b>                                     |
| <b>Лабораторные работы</b>   | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Консультации</b>  | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>8 семестр - 51,7 часа;</b>                                   |
| <b>в том числе на КП/КР</b>  | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Иная контактная работа</b>  | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>включая:</b><br>Реферат<br>Контрольная работа<br>Домашнее задание |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>                                     |   |
| <b>Зачет с оценкой</b>   | <b>8 семестр - 0,3 часа;</b>                                    |

**Москва 2021**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

|   |  |                               |
|---|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|   | Владелец   | Строгонов К.В.                |
|   | Идентификатор                                      | Rd748820-StrogonovKV-3f34a28f |

К.В. Строгонов

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

|   |  |                             |
|---|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|   | Владелец   | Киндра В.О.                 |
|   | Идентификатор                                      | R429f7b35-KindraVO-2c9422f7 |

В.О. Киндра

Заведующий выпускающей  
кафедрой

|   |  |                              |
|---|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|   | Владелец   | Рогалев А.Н.                 |
|   | Идентификатор                                      | Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b |

А.Н. Рогалев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение основных принципов эффективной работы ВТУ, этапов разработки проектно-конструкторской документации современных высокотемпературных технологических и энергетических установок, определение основных задач и правил проведения пуска и остановки ВТУ, пуска, испытаний, наладки и эксплуатации установок, ремонтов теплотехнического оборудования

### Задачи дисциплины

- – изучение содержания и основных этапов разработки проектно-конструкторской документации современных систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий;
- – изучение содержания типовой проектно-конструкторской документации современных систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий;
- – приобретение знаний для выполнения расчетов и конструирования обмуровки при различных режимах работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий;
- – приобретение знаний для выполнения расчета и оптимизации надежности эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий;
- – приобретение знаний для выполнения рациональной компоновки оборудования из конструктивных элементов и размещения в цехе;
- – освоение основных правил и задач проведения пуска и остановки, испытаний, наладки и эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий, ремонтов теплотехнического оборудования;
- – изучение путей обеспечения экологической безопасности систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Запланированные результаты обучения  |
|--|--|--|
| ПК-2 способен участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий | ИД-1ПК-2 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий | знать:<br>- – принципы эффективной работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий;<br>- – правила, инструкции и задачи по эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности.<br><br>уметь:<br>- – анализировать конструкции систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий по чертежам и оценивать эффективность |

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Запланированные результаты обучения   |
|--|---|---|
|  |   | дополнительной тепловой изоляции конструктивных элементов ВТУ;<br>- – соблюдать правила, инструкции и задачи по эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности.   |
| ПК-2 способен участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий | ИД-2ПК-2 Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- – методы оценки и нормативы выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду для объектов теплоэнергетики и теплотехники;</li> <li>- – методы энерго- и ресурсосбережения систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- – применять мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду для объектов теплоэнергетики и теплотехники;</li> <li>- – выполнять тепловые расчеты ограждений при различных режимах работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий.</li> </ul> |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации   | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания  |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|
|       |  |                       |         | Контактная работа  |     |    |              |   |     |    | СР |                   |                                   |   |
|       |  |                       |         | Лек  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |   |
| КПР   | ГК   | ИККП                  | ТК      |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |   |
| 1     | 2  | 3                     | 4       | 5  | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15  |
| 1     | Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения | 8                     | 8       | 2  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 2                 | -                                 | <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br/>Изучение материала по разделу "Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения"</p> <p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. Получение задания на курсовой проект. Уточнение исходных данных</p> <p><b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b><br/>Подготовка доклада по теме "Изучение</p> |
| 1.1   | Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения | 8                     |         | 2  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 2                 | -                                 |   |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  | <p>производственной ВТУ". Студенты изучают чертежи ВТУ, отвечают на поставленные вопросы по конструкции, особенностям ВТУ, дают предложения по устранению недостатков ВТУ. Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], 202-206</p> |
| 2   | Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ | 12 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br/>Проработка лекции</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материалов по разделу Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения и Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ и подготовка к контрольной работе</p> |  |
| 2.1 | Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ | 12 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br/>Изучение материала по разделу "Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное</p>  |  |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  | решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: - режимные параметры элементов ВТУ - конструктивные параметры элементов ВТУ - разработка технических решений проектирования элементов ВТУ<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 58-69 |
| 3   | Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ | 10 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ" материалу.  |  |
| 3.1 | Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ | 10 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:<br><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:<br><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> |  |







|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ВТУ, ее расчет и оптимизация и подготовка к контрольной работе<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], 4-48  |
| 5   | Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе | 12 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | <b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: - режимные параметры элементов ВТУ - конструктивные параметры элементов ВТУ - разработка технических решений проектирования элементов ВТУ  |
| 5.1 | Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе | 12 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], 46-48 |
| 6   | Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ                      | 12 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | <b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает  |
| 6.1 | Проектная документация  | 12 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - |  |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|     | теплотехнологического объекта ВТУ   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | <p>пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: - режимные параметры элементов ВТУ - конструктивные параметры элементов ВТУ - разработка технических решений проектирования элементов ВТУ</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[3], 4-28</p>  |
| 7   | Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора   | 10 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b></p> <p>Повторение материала по разделу "Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора"</p>  |
| 7.1 | Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора   | 10 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: - режимные параметры элементов ВТУ - конструктивные параметры элементов ВТУ - разработка технических решений проектирования элементов ВТУ</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора"</p> |
| 8   | Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов | 12 | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | <p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и</p>   |

|     |   |              |  |           |          |           |          |          |          |            |            |             |             |   |
|-----|---|--------------|--|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|------------|------------|-------------|-------------|---|
| 8.1 | Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов | 12           |  | 2         | -        | 4         | -        | -        | -        | -          | -          | 6           | -           | графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: - режимные параметры элементов ВТУ - конструктивные параметры элементов ВТУ - разработка технических решений проектирования элементов ВТУ<br><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов"<br><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов и подготовка к контрольной работе |
|     | Зачет с оценкой   | 18.0         |  | -         | -        | -         | -        | -        | -        | -          | 0.3        | -           | 17.7        |   |
|     | <b>Всего за семестр</b>   | <b>108.0</b> |  | <b>28</b> | <b>-</b> | <b>28</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b>   | <b>0.3</b> | <b>34</b>   | <b>17.7</b> |   |
|     | <b>Итого за семестр</b>   | <b>108.0</b> |  | <b>28</b> | <b>-</b> | <b>28</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>0.3</b> | <b>34</b>  | <b>51.7</b> |             |   |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения

1.1. Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения

Значение производственных высокотемпературных технологически установок (ВТУ) в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Необходимость их повышения. Принципы эффективной работы ВТУ. Этапы создания ВТУ от идеи до промышленного объекта. Задачи и структура дисциплины.

#### 2. Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ

2.1. Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ

Общие основы и организация проектирования ВТУ. Использование единой системы проектно-конструкторской документации (ЕСКД) при проектировании ВТУ. Патентный поиск. Стадии проектирования. Выбор и расчет оборудования. Экологические требования к ВТУ. Направления совершенствования проектных работ.

#### 3. Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ

3.1. Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ

Конструкции ограждений рабочих камер ВТУ. Особенности применения принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки (ПОГФ) в конструктивных элементах ВТУ. Новые технические решения конструкций ВТУ.

#### 4. Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация

4.1. Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация

Надежность ВТУ, ее расчет и оптимизация. Основные понятия и характеристики надежности. Расчет надежности ВТУ как системы элементов. Основные причины повреждений и аварий. Пути повышения надежности: резервирование элементов ВТУ, использование более качественных конструкционных материалов. Расчет оптимальной надежности ВТУ, возможные варианты. Анализ надежности типовых теплотехнических элементов ВТУ и способы ее повышения.

#### 5. Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе

5.1. Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе

Компоновка ВТУ и размещение оборудования в цехе. Характеристика производственных зданий. Критерии оценки качества компоновки ВТУ. Принципы эффективной компоновки ВТУ.

#### 6. Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ

6.1. Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ

Изучение Проекта производства по обезвреживанию ПХБ – содержащего электротехнического оборудования и термического обезвреживания извлеченного ПХБ. Проект включает следующие разделы: Пояснительная записка, Генеральный план и транспорт, Технологические решения, Управление производством, предприятием и организация условий и охраны труда рабочих и служащих, Архитектурно-строительные решения, Инженерное оборудование, сети и системы, Охрана окружающей среды, Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций, Сметная документация, Графические материалы.

### 7. Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора

#### 7.1. Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора

Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора. Проведение пуско-наладочных работ. Сушка и разогрев ВТУ из холодного состояния. Задачи и особенности приемочных испытаний.

### 8. Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов

#### 8.1. Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов

Эксплуатация ВТУ. Задачи и организация эксплуатации ВТУ. Служба футеровок, механизм ее износа. Задачи и особенности эксплуатационных испытаний ВТУ. Ремонты ВТУ. Классификация и общий характер ремонтов. Организация и проведение ремонтов. Прогнозная оценка длительности межремонтной рабочей кампании ВТУ.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчетное исследование способов оптимизация надежности ВТУ. Расчет индивидуального варианта задания;
2. Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки. Особенности работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки. Физическая и математическая модели функционирования принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки.;
3. Тепловой расчет ограждений при циклической работе ВТУ. Определение термической толщины слоя. Алгоритм расчета двуслойной стенки. Расчет индивидуального варианта задания;
4. Экспериментальное изучение и анализ конструкции ВТУ. Выявление недостатков конструкции и путей их устранения;
5. Компоновка ВТУ из элементов и размещение оборудования в цехе. Расчетное исследование и определение минимальной площади занимаемой ВТУ. Определение минимальной длины соединительных газоходов, в том числе высокотемпературных;
6. Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния. Расчет теплопоглощения однослойной стенки за заданное время (период разогрева). Алгоритм расчета. Расчет индивидуального варианта задания.;
7. Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ. Чертежи аппаратов технологической схемы производства по обезвреживанию ПХБ – содержащего электротехнического оборудования и термического обезвреживания извлеченного ПХБ, общие виды, сборочные чертежи, детали. Циклонный реактор, камера дожигания, скрубберы первой и второй ступени.

### 3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе"
6. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ"
7. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора"
8. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов"

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ"

3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения"
2. Консультации проводятся по разделу "Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ"
3. Консультации проводятся по разделу "Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ"
4. Консультации проводятся по разделу "Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация"
5. Консультации проводятся по разделу "Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе"
6. Консультации проводятся по разделу "Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ"
7. Консультации проводятся по разделу "Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора"
8. Консультации проводятся по разделу "Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе"



6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)   | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   |   |   |   |   |   | Оценочное средство (тип и наименование) |  |
|--|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|  |                  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |   |  |
| <b>Знать:</b>  |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| – правила, инструкции и задачи по эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности | ИД-1ПК-2         |   |   |   |   |   |   | + | + | +                                       | /KM-6 Расчет и оптимизация надежности ВТУ<br>Контрольная работа/KM-7<br>Контрольная работа №2 «Расчет и оптимизация ограждений ВТУ. Компоновка ВТУ. Пуск, наладка и эксплуатация ВТУ»  |
| – принципы эффективной работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий   | ИД-1ПК-2         | +   | + |   |   |   |   |   |   |   | Реферат/KM-1 Изучение и анализ конструкции ВТУ<br>Контрольная работа/KM-2<br>Контрольная работа №1 «Значение производственных ВТУ. Основы и организация проектирования ВТУ»  |
| – методы энерго- и ресурсосбережения систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий  | ИД-2ПК-2         |   |   | + | + | + |   |   |   |   | Домашнее задание/KM-3 Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния<br>Домашнее задание/KM-4 Тепловой расчет ограждений при циклической работе ВТУ<br>Домашнее задание/KM-5 Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки |
| – методы оценки и нормативы выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду для объектов теплоэнергетики и теплотехники   | ИД-2ПК-2         |   | + |   |   |   |   |   |   |   | Контрольная работа/KM-2<br>Контрольная работа №1 «Значение производственных ВТУ. Основы и  |

|  |          |  |   |   |   |   |  |  |  |  |
|--|----------|--|---|---|---|---|--|--|--|--|
|  |          |  |   |   |   |   |  |  |  | организация проектирования ВТУ»  |
| <b>Уметь:</b>  |          |  |   |   |   |   |  |  |  |  |
| – соблюдать правила, инструкции и задачи по эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности                             | ИД-1ПК-2 |  | + |   |   |   |  |  |  | Реферат/КМ-1 Изучение и анализ конструкции ВТУ   |
| – анализировать конструкции систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий по чертежам и оценивать эффективность дополнительной тепловой изоляции конструктивных элементов ВТУ | ИД-1ПК-2 |  |   | + | + | + |  |  |  | /КМ-6 Расчет и оптимизация надежности ВТУ  |
| – выполнять тепловые расчеты ограждений при различных режимах работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий  | ИД-2ПК-2 |  |   | + | + |   |  |  |  | Домашнее задание/КМ-3 Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния<br>Домашнее задание/КМ-4 Тепловой расчет ограждений при циклической работе ВТУ<br>Домашнее задание/КМ-5 Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки |
| – применять мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду для объектов теплоэнергетики и теплотехники   | ИД-2ПК-2 |  | + |   |   |   |  |  |  | Контрольная работа/КМ-2<br>Контрольная работа №1 «Значение производственных ВТУ. Основы и организация проектирования ВТУ»  |

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ-3 Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния (Домашнее задание)
2. КМ-4 Тепловой расчет ограждений при циклической работе ВТУ (Домашнее задание)
3. КМ-5 Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки (Домашнее задание)
4. КМ-6 Расчет и оптимизация надежности ВТУ ()

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-2 Контрольная работа №1 «Значение производственных ВТУ. Основы и организация проектирования ВТУ» (Контрольная работа)
2. КМ-7 Контрольная работа №2 «Расчет и оптимизация ограждений ВТУ. Компонировка ВТУ. Пуск, наладка и эксплуатация ВТУ» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-1 Изучение и анализ конструкции ВТУ (Реферат)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

Итоговая оценка по курсу выставляется согласно Положению о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Троянkin, Ю. В. Проектирование и эксплуатация высокотемпературных технологических установок : Учебное пособие для вузов по специальностям 100700 "Промышленная теплоэнергетика" и 100800 "Энергетика теплотехнологии" направления 650800 "Теплоэнергетика" / Ю. В. Троянkin . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 324 с. - ISBN 5-7046-0773-X .;
2. Троянkin, Ю. В. Учебное пособие по курсу "Оптимизация конструктивных установок": Расчет и оптимизация надежности высокотемпературных установок / Ю. В. Троянkin ; Ред. И. И. Перелетов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1986 . – 51 с.;
3. Бернадинер, И. М. Диоксины и другие токсиканты при высокотемпературной переработке и обезвреживании отходов : учебное пособие по курсам "Проектирование и эксплуатация ВТУ", "Котельные установки и парогенераторы", "Охрана окружающей среды в теплотехнологиях" по направлению "Теплоэнергетика" / И. М. Бернадинер ; Ред. М. В.

Киселева ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 48 с. - ISBN 978-5-383-00086-1 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=3358>;

4. В. А. Ульянов, М. А. Ларин, В. Н. Гуцин- "Огнеупорные, теплоизоляционные и строительные материалы для печей", Издательство: "Инфра-Инженерия", Москва, Вологда, 2019 - (153 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564327>.

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

## **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНИТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

| <b>Тип помещения</b>  | <b>Номер аудитории, наименование</b> | <b>Оснащение</b>   |
|---|--------------------------------------|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ш-206, Лекционная аудитория          |  |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | Ш-205, Компьютерный класс            |  |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий                   | Ш-205, Компьютерный класс            |  |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | Ш-205, Компьютерный класс            |  |
| Помещения для самостоятельной работы                                    | НТБ-303, Компьютерный читальный зал  | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования  | Ш-206, Лекционная аудитория          |  |

|  |              |  |
|--|--------------|--|
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Ш-107, Архив |  |
|--|--------------|--|

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Проектирование промышленных объектов

(название дисциплины)

#### 8 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1 Изучение и анализ конструкции ВТУ (Реферат)  
 КМ-2 КМ-2 Контрольная работа №1 «Значение производственных ВТУ. Основы и организация проектирования ВТУ» (Контрольная работа)  
 КМ-3 КМ-3 Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния (Домашнее задание)  
 КМ-4 КМ-4 Тепловой расчет ограждений при циклической работе ВТУ (Домашнее задание)  
 КМ-5 КМ-5 Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки (Домашнее задание)  
 КМ-6 КМ-6 Расчет и оптимизация надежности ВТУ  
 КМ-7 КМ-7 Контрольная работа №2 «Расчет и оптимизация ограждений ВТУ. Компоновка ВТУ. Пуск, наладка и эксплуатация ВТУ» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины  | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |  | Неделя КМ: | 3    | 6    | 8    | 10   | 11   | 12   | 14   |
| 1             | Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения |            |      |      |      |      |      |      |      |
| 1.1           | Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения |            | +    | +    |      |      |      |      |      |
| 2             | Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ  |            |      |      |      |      |      |      |      |
| 2.1           | Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ  |            | +    | +    |      |      |      |      |      |
| 3             | Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ  |            |      |      |      |      |      |      |      |

|            |   |    |    |    |    |   |    |    |
|------------|---|----|----|----|----|---|----|----|
| 3.1        | Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ                             |    |    | +  | +  | + | +  |    |
| 4          | Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация                                       |    |    |    |    |   |    |    |
| 4.1        | Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация                                       |    |    | +  | +  | + | +  |    |
| 5          | Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе                               |    |    |    |    |   |    |    |
| 5.1        | Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе                               |    |    | +  | +  | + | +  |    |
| 6          | Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ  |    |    |    |    |   |    |    |
| 6.1        | Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ  |    |    |    |    |   | +  | +  |
| 7          | Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора   |    |    |    |    |   |    |    |
| 7.1        | Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора   |    |    |    |    |   | +  | +  |
| 8          | Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов |    |    |    |    |   |    |    |
| 8.1        | Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов |    |    |    |    |   | +  | +  |
| Вес КМ, %: |   | 20 | 20 | 10 | 10 | 5 | 20 | 15 |