

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ**  
**ВТУ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	2 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	2 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	2 семестр - 129,2 часа;
в том числе на КП/КР	2 семестр - 51,7 часа;
Иная контактная работа	2 семестр - 4 часа;
включая: Реферат Контрольная работа Домашнее задание	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсового проекта	2 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Строгонов К.В.
	Идентификатор	Rad748820-StrogonovKV-3f34a28f

(подпись)

К.В. Строгонов

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Писарев Д.С.
	Идентификатор	Radb74374-PisarevDS-0915d1cb

(подпись)

Д.С. Писарев

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка  
подписи)

## 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-1 Способен выполнять разработку и модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники с учетом современных проблем теплоэнергетики, экологической безопасности и с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений	ИД-1ПК-1 Выполняет анализ современных проблем теплоэнергетики и теплотехники	знать: - – принципы эффективной работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий.  уметь: - – выполнять тепловые расчеты ограждений при различных режимах работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий.
ПК-1 Способен выполнять разработку и модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники с учетом	ИД-2ПК-1 Выполняет оценку влияния объектов теплоэнергетики и теплотехники на экологическую обстановку	знать: - – методы оценки и нормативы выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду для объектов теплоэнергетики и теплотехники.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
современных проблем теплоэнергетики, экологической безопасности и с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений		<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> </ul>
ПК-3 Способен к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	ИД-2ПК-3 Разрабатывает мероприятия 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 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>- – анализировать конструкции систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий по чертежам и оценивать эффективность дополнительной тепловой изоляции конструктивных элементов ВТУ.</li> </ul>
ПК-4 Способен к обеспечению экологической безопасности систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	ИД-1ПК-4 Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- – правила, инструкции и задачи по эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- – соблюдать правила, инструкции и задачи по эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности.</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 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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 6 зачетных единиц, 216 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	2	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Подготовка доклада по теме "Изучение 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>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 к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их</p>
1.1	Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения	8		4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	

														производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> 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
2	Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ	14	4	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-	<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
2.1	Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ	14	4	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> 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 <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции
3	Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ	20	4	-	8	-	-	-	-	-	8	-	<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 <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ" <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b>
3.1	Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ	20	4	-	8	-	-	-	-	-	8	-	





														задания применяются следующие: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 127-155 [4], 10-42
4	Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация	16	4	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<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
4.1	Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация	16	4	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<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 "Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация и подготовка к контрольной работе <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 4-48
5	Компоновка	16	4	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой



														[3], 4-28
7	Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора	6	4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора"
7.1	Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора	6	4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	<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 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора"
8	Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов	6	4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов"
8.1	Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов	6	4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	<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 <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов и подготовка к контрольной работе
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	72.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	51.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>95.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>129.2</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. Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния. Расчет теплопоглощения однослойной стенки за заданное время (период разогрева). Алгоритм расчета. Расчет индивидуального варианта задания.;
2. 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. 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;
4. Расчетное исследование способов оптимизация надежности ВТУ. Расчет индивидуального варианта задания;
5. 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.;
6. Тепловой расчет ограждений при циклической работе ВТУ. Определение термической толщины слоя. Алгоритм расчета двуслойной стенки. Расчет индивидуального варианта задания;
7. Экспериментальное изучение и анализ конструкции ВТУ. Выявление недостатков конструкции и путей их устранения.

### 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 2 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Примерная тематика курсовых проектов: 1). Разработка барабанной вращающейся печи для производства цементного клинкера 2). Разработка реактора обезвреживания медицинских отходов. 3). Разработка установки обезвреживания твердых бытовых отходов. 4). Разработка установки по пиролизу твердых бытовых и промышленных отходов. 5) Разработка энергетически эффективной системы производства черновой меди.

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 11	12 - 13	14 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	40	40	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	60	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Обзор технических решений по заданной тематике. Выбор направления разработки
2	Расчеты и расчетные исследования по выбранному направлению разработки
3	Графическая часть курсового проекта

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

Запланированные результаты обучения по дисциплине (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>											
– принципы эффективной работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	ИД-1ПК-1	+	+								Реферат/КМ-1 Изучение и анализ конструкции ВТУ Контрольная работа/КМ-2 Контрольная работа №1 «Значение производственных ВТУ. Основы и организация проектирования ВТУ»
– методы оценки и нормативы выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду для объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-2ПК-1		+								Контрольная работа/КМ-2 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-3			+	+	+					Домашнее задание/КМ-3 Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния Домашнее задание/КМ-4 Тепловой расчет ограждений при циклической работе ВТУ Домашнее задание/КМ-5 Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки
– правила, инструкции и задачи по эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности	ИД-1ПК-4							+	+	+	/КМ-6 Расчет и оптимизация надежности ВТУ Контрольная работа/КМ-7 Контрольная работа №2 «Расчет и оптимизация ограждений ВТУ. Компоновка ВТУ. Пуск, наладка и

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

#### **2 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. Компоновка 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.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

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

#### *Экзамен (Семестр №2)*

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

#### *Курсовой проект (КП) (Семестр №2)*

Оценка за семестр определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой составляющей и оценки за защиту. В приложение к диплому выносятся оценка за семестр и за курсовой проект.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

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

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

1. Троянкин, 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/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=3358](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=3358);

4. В. А. Ульянов, М. А. Ларин, В. Н. Гушин- "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 ВИНТИ 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**

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Специальные вопросы проектирования и эксплуатации ВТУ

(название дисциплины)

#### 2 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 – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	6	8	10	12	14	16
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	15	20



**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Специальные вопросы проектирования и эксплуатации ВТУ

(название дисциплины)

**2 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

КМ-1 Подготовка литературного обзора по заданной тематике

КМ-2 Завершение расчетной части по заданной тематике

КМ-3 Выполнение графической части курсового проекта

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	11	13	15
1	Обзор технических решений по заданной тематике. Выбор направления разработки		+		
2	Расчеты и расчетные исследования по выбранному направлению разработки			+	
3	Графическая часть курсового проекта				+
Вес КМ, %:			20	40	40