

**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**  
**КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ**  
**УСТАНОВОК**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.09.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	7 семестр - 16 часов;
Практические занятия	7 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2019**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бернадинер И. М.
	Идентификатор	Rb54b1d8f-BernadinerIM-8f49883f

(подпись)

И.М.

Бернадинер

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Строгонов К.В.
	Идентификатор	Ra748820-StrogonovKV-3f34a28f

(подпись)

К.В. Строгонов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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:

#### Задачи дисциплины

- – изучение физической сущности процессов, протекающих в объектах основного и вспомогательного оборудования теплотехнологических объектов;
- – приобретение знаний конструкционных материалах (металлических, минеральных, огнеупорных, теплоизоляционных, строительных), применяемых при сооружении теплотехнологических объектов;
- – приобретение знаний для выполнения расчетных исследований и оптимизации ограждений теплотехнологических установок;
- – изучение конструкции рекуператоров и регенераторов объектов теплотехнологии и освоение методики их расчета.

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-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	знать: - – особенности и свойства конструкционных материалах (металлических, минеральных, огнеупорных, теплоизоляционных, строительных), применяемых при сооружении теплотехнологических объектов.  уметь: - – выполнять тепловой расчет ограждений ВТУ.
ПК-2 способен участвовать в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	знать: - – правила выбора конструкционных материалов в области высокотемпературного теплоэнергетического и экологического оборудования, основные элементы конструкций ВТУ и правила их расчета, изготовления и использования.  уметь: - – рассчитывать рекуператоры и регенераторы, используемые в ВТУ.
ПК-5 Способен участвовать в организации технического и материального обеспечения эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных	ИД-1 <sub>ПК-5</sub> Принимает участие в организации технического и материального обеспечения эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	знать: - – нормативы и потребности в количественном использовании огнеупорных и иных конструкционных материалов для ВТУ.  уметь: - – применять нормативы для подбора огнеупорных и иных конструкционных

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
предприятий		материалов по материальному обеспечению ВТУ.

## 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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Структурные схемы теплотехнологических установок (ВТУ)	5	7	1	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Структурные схемы теплотехнологических установок (ВТУ)" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 8-15	
1.1	Структурные схемы высокотемпературных теплотехнологических установок (ВТУ). Термины и определения	5		1	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
2	Конструкционные материалы ВТУ	14		2	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Конструкционные материалы ВТУ" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Конструкционные материалы ВТУ и подготовка к контрольной работе Определение состава и температуры использования легированной стали <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Конструкционные материалы ВТУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], п. 2
2.1	Конструкционные материалы ВТУ	14		2	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	
3	Основы выбора конструкционных	13		1	-	6	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы	





													"Принципы конструирования ограждений ВТУ, энергетическая эффективность ограждений"	
8	Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ	13		1	-	6	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Конструкции и расчет рекуператоров 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 текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ" <b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется эскиз конструкции. Для выполнения эскиза выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на нем. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве темы задания применяются следующие: Расчет воздухоподогревателя доменной печи <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 "Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ" 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 Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ и
8.1	Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ	13		1	-	6	-	-	-	-	-	6	-	

													подготовка к контрольной работе Элементы воздухоподогревателя <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ"
9	Конструктивные схемы регенератов ВТУ	7	1	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Конструктивные схемы регенератов ВТУ"
9.1	Конструктивные схемы регенератов ВТУ	7	1	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется эскиз конструкции. Для выполнения эскиза выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на нем. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве темы задания применяются следующие: Расчет воздухоподогревателя доменной печи <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Конструктивные схемы регенератов ВТУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструктивные схемы регенератов ВТУ"
10	Конструкция газоходов ВТУ	3	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Конструкция газоходов ВТУ"
10.1	Конструкция газоходов ВТУ	3	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Конструкция газоходов ВТУ" подготовка к

													выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструкция газоходов ВТУ"
11	Выбор рационального регенеративного устройства. Надежность ВТУ	9	1	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Выбор рационального регенеративного устройства. Надежность ВТУ"
11.1	Выбор рационального регенеративного устройства. Надежность ВТУ	9	1	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется эскиз конструкции. Для выполнения эскиза выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на нем. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве темы задания применяются следующие: Расчет воздухонагревателя доменной печи <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Выбор рационального регенеративного устройства. Надежность ВТУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Выбор рационального регенеративного устройства. Надежность ВТУ"
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	16	-	32	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16	-	32	2	-	-	-	0.5	93.5		

**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. Структурные схемы теплотехнологических установок (ВТУ)

1.1. Структурные схемы высокотемпературных теплотехнологических установок (ВТУ).  
Термины и определения

Схемы действующих ВТУ. Диапазон мощностей. Элементы ВТУ. Комплекс различных процессов протекающих в ВТУ..

#### 2. Конструкционные материалы ВТУ

2.1. Конструкционные материалы ВТУ

Роль стойкости конструкционных материалов. Металлические конструкционные материалы..

#### 3. Основы выбора конструкционных материалов ВТУ

3.1. Основы выбора конструкционных материалов ВТУ

Физические, химические и физико-химические воздействия обрабатываемых технологических материалов, находящихся в различных фазовых состояниях, на конструктивные элементы ВТУ.

#### 4. Методика подбора рабочего огнеупора. Теплоизоляционные и строительные материалы

4.1. Методика подбора рабочего огнеупора. Теплоизоляционные и строительные материалы

Методика подбора стойкого рабочего огнеупора. Группы теплоизоляционных материалов. Применение строительных и теплоизоляционных материалов в промышленности.

#### 5. Конструкции и схемы элементов ВТУ

5.1. Конструкции и схемы элементов ВТУ

Конструкции и схемы: фундаментов и оснований ВТУ; каркасов; ограждения – сводов, стен и подов; газоходов; трубопроводных коммуникаций; устройств для загрузки и выгрузки теплотехнологических материалов в ВТУ.

#### 6. Принудительно охлаждаемая гарниссажная футеровка

6.1. Принудительно охлаждаемая гарниссажная футеровка

Разновидности конструкций охлаждаемой металлической поверхности. Схема гарниссажной футеровки на огнеупорной набивке. Толщина гарниссажа. Условие надежной работы гарниссажной футеровки.

#### 7. Принципы конструирования ограждений ВТУ, энергетическая эффективность ограждений

7.1. Принципы конструирования ограждений ВТУ, энергетическая эффективность ограждений

Тепловой расчет ограждений при стационарном тепловом режиме. Принцип согласованной стойкости пода, стен и свода. Технические решения, используемые для обеспечения равномерного износа рабочей поверхности каждой части.

### 8. Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ

#### 8.1. Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ

Схемы и характеристики конвективных (стальных, чугунных, термоблоков, керамических), радиационно-конвективных и радиационных (трубчатых, кольцевых и струйных) рекуператоров, их преимущества и недостатки.

### 9. Конструктивные схемы регенераторов ВТУ

#### 9.1. Конструктивные схемы регенераторов ВТУ

Схемы регенераторов с неподвижной насадкой. Вращающиеся регенераторы. Регенераторы с шариковой пересыпающейся насадкой. Рекомендации по выбору рационального регенеративного элемента.

### 10. Конструкция газоходов ВТУ

#### 10.1. Конструкция газоходов ВТУ

Классификация и общие требования к газоходам. Гарнитура газоходов. Материалы и конструкции различных типов. Трубопроводные коммуникации.

### 11. Выбор рационального регенеративного устройства. Надежность ВТУ

#### 11.1. Выбор рационального регенеративного устройства. Надежность ВТУ

Факторы определяющие выбор регенеративного устройства. Основные понятия теории надежности. Расчет надежности ВТУ. Основные причины аварий ВТУ. Пути повышения надежности ВТУ.

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

1. Изучение и анализ рабочих чертежей;
2. Изучение характеристик и свойств огнеупорных материалов. Области их применения. Изучение свойств огнеупорных изделий;
3. Изучение характеристик и свойств теплоизоляционных материалов, огнеупорных волокнистых легковесов и зернистых засыпок;
4. Описание составных частей ВТУ на конкретном примере. Доменная печь, металлургическая печь, конвертер;
5. Конструктивный расчет обмуровки ТТУ при стационарном тепловом режиме;
6. Изучение свойств теплоизоляционных материалов;
7. Коэффициент теплопроводности для различных материалов;
8. Изучение конструкций основных элементов ВТУ;
9. Изучение обмуровки печи. Изучение ограждений ВТУ;
10. Изучение конструкций рабочих камер. Свойства и основы выбора конструкционных материалов ВТУ;
11. Расчет воздухонагревателя доменной печи.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **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 (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	9	10		11
<b>Знать:</b>													
– особенности и свойства конструкционных материалах (металлических, минеральных, огнеупорных, теплоизоляционных, строительных), применяемых при сооружении теплотехнологических объектов	ИД-1ПК-2	+	+	+	+						+	+	Контрольная работа/КМ-1 Контрольная работа №1 «Определение состава и температуры использования легированной стали».  Контрольная работа/КМ-2 Контрольная работа №2 «Огнеупорные материалы, их состав и свойства»
– правила выбора конструкционных материалов в области высокотемпературного теплоэнергетического и экологического оборудования, основные элементы конструкций ВТУ и правила их расчета, изготовления и использования	ИД-2ПК-2				+	+	+				+	+	Контрольная работа/КМ-3 Контрольная работа №3 Теплоизоляционные материалы, их состав и свойства
– нормативы и потребности в количественном использовании огнеупорных и иных конструкционных материалов для ВТУ	ИД-1ПК-5	+	+	+							+	+	Контрольная работа/КМ-4 Контрольная работа № 4 Подбор стойкого огнеупора в различных условиях
<b>Уметь:</b>													
– выполнять тепловой расчет ограждений ВТУ	ИД-1ПК-2			+		+	+				+	+	Контрольная работа/КМ-2 Контрольная работа №2 «Огнеупорные материалы, их состав и свойства»
– рассчитывать рекуператоры и регенераторы, используемые в ВТУ	ИД-2ПК-2	+	+			+			+	+		+	Контрольная работа/КМ-5 Контрольная работа №5

													«Элементы воздухоподогревателя».
													Расчетно-графическая работа/КМ-6 Расчет воздухоподогревателя доменной печи
– применять нормативы для подбора огнеупорных и иных конструкционных материалов по материальному обеспечению ВТУ	ИД-1 <sub>ПК-5</sub>	+	+					+	+				Контрольная работа/КМ-4 Контрольная работа № 4 Подбор стойкого огнеупора в различных условиях

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

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

**7 семестр**

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ-6 Расчет воздухонагревателя доменной печи (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 Контрольная работа №1 «Определение состава и температуры использования легированной стали». (Контрольная работа)
2. КМ-2 Контрольная работа №2 «Огнеупорные материалы, их состав и свойства» (Контрольная работа)
3. КМ-3 Контрольная работа №3 Теплоизоляционные материалы, их состав и свойства (Контрольная работа)
4. КМ-4 Контрольная работа № 4 Подбор стойкого огнеупора в различных условиях (Контрольная работа)
5. КМ-5 Контрольная работа №5 «Элементы воздухоподогревателя». (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №7)*

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

В диплом выставляется оценка за 7 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. Кривандин, В. А. Metallургические печи : учебное пособие для metallургических специальностей вузов / В. А. Кривандин, Б. Л. Марков . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Metallургия, 1977 . – 464 с.;
3. Щукин, А. А. Промышленные печи и газовое хозяйство заводов (газовое и печное хозяйство заводов) : учебник для вузов по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / А. А. Щукин . – 2-е изд., перераб . – М. : Энергия, 1973 . – 224 с.;

4. А. Т. Волочко, К. Б. Подболотов, Е. М. Дятлова- "Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы", Издательство: "Белорусская наука", Минск, 2013 - (386 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231483>;
5. 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>;
6. Кащеев И. Д., Земляной К. Г.- "Производство огнеупоров", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (334 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/173136>.

### 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.

### 5.3 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/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
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 промежуточной аттестации	Ш-206, Лекционная аудитория	
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

### Конструктивные схемы теплотехнологических установок

(название дисциплины)

#### 7 семестр

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

- КМ-1 КМ-1 Контрольная работа №1 «Определение состава и температуры использования легированной стали». (Контрольная работа)  
 КМ-2 КМ-2 Контрольная работа №2 «Огнеупорные материалы, их состав и свойства» (Контрольная работа)  
 КМ-3 КМ-3 Контрольная работа №3 Теплоизоляционные материалы, их состав и свойства (Контрольная работа)  
 КМ-4 КМ-4 Контрольная работа № 4 Подбор стойкого огнеупора в различных условиях (Контрольная работа)  
 КМ-5 КМ-5 Контрольная работа №5 «Элементы воздухоподогревателя». (Контрольная работа)  
 КМ-6 КМ-6 Расчет воздухонагревателя доменной печи (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	3	7	9	11	13	15
1	Структурные схемы теплотехнологических установок (ВТУ)							
1.1	Структурные схемы высокотемпературных теплотехнологических установок (ВТУ). Термины и определения		+	+		+	+	+
2	Конструкционные материалы ВТУ							
2.1	Конструкционные материалы ВТУ		+	+		+	+	+
3	Основы выбора конструкционных материалов ВТУ							
3.1	Основы выбора конструкционных материалов ВТУ		+	+		+		
4	Методика подбора рабочего огнеупора. Теплоизоляционные и строительные материалы							
4.1	Методика подбора рабочего огнеупора. Теплоизоляционные и строительные материалы		+	+	+			
5	Конструкции и схемы элементов ВТУ							
5.1	Конструкции и схемы элементов ВТУ			+	+		+	+
6	Принудительно охлаждаемая гарниссажная футеровка							

6.1	Принудительно охлаждаемая гарниссажная футеровка		+	+			
7	Принципы конструирования ограждений ВТУ, энергетическая эффективность ограждений						
7.1	Принципы конструирования ограждений ВТУ, энергетическая эффективность ограждений				+	+	+
8	Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ						
8.1	Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ	+	+	+	+	+	+
9	Конструктивные схемы регенератов ВТУ						
9.1	Конструктивные схемы регенератов ВТУ	+	+				
10	Конструкция газоходов ВТУ						
10.1	Конструкция газоходов ВТУ		+	+		+	+
11	Выбор рационального регенеративного устройства. Надежность ВТУ						
11.1	Выбор рационального регенеративного устройства. Надежность ВТУ			+		+	+
Вес КМ, %:		15	15	15	15	10	30