

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: Энергетика теплотехнологии

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)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бернадинер И.М.
	Идентификатор	Rb54b1d8f-BernadinerIM-8f498830

(подпись)

И.М.

Бернадинер

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бернадинер И.М.
	Идентификатор	Rb54b1d8f-BernadinerIM-8f498830

(подпись)


И.М.

Бернадинер

(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:

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 топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок 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 топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	ИД-2 _{ПК-2} Принимает участие в разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению топливопотребляющих установок 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 топливопотребляющих установок промышленных и коммунальных предприятий	ИД-1 _{ПК-5} Участвует в организации технического и материального обеспечения эксплуатации топливопотребляющих установок 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
		материалов по материальному обеспечению ВТУ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергетика теплотехнологии (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	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Структурные схемы теплотехнологических установок (ВТУ)" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Конструкционные материалы ВТУ" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Конструкционные материалы ВТУ и подготовка к контрольной работе Определение состава и температуры использования легированной стали <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Конструкционные материалы ВТУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], п.2
2.1	Конструкционные материалы ВТУ	14		2	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	
3	Основы выбора конструкционных	13		1	-	6	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы	

	материалов ВТУ													выбора конструкционных материалов ВТУ"
3.1	Основы выбора конструкционных материалов ВТУ	13	1	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Основы выбора конструкционных материалов ВТУ и подготовка к контрольной работе Огнеупорные материалы, их состав и свойства.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основы выбора конструкционных материалов ВТУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы выбора конструкционных материалов ВТУ"</p>
4	Методика подбора рабочего огнеупора. Теплоизоляционные и строительные материалы	9	1	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методика подбора рабочего огнеупора. Теплоизоляционные и строительные материалы"</p>
4.1	Методика подбора рабочего огнеупора. Теплоизоляционные и строительные материалы	9	1	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Методика подбора рабочего огнеупора. Теплоизоляционные и строительные материалы и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Методика подбора рабочего огнеупора. Теплоизоляционные и строительные материалы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], п.1-3 [6], п. 1</p>
5	Конструкции и схемы	15	3	-	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u></p>

														"Принципы конструирования ограждений ВТУ, энергетическая эффективность ограждений"
8	Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ	13		1	-	6	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> 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: <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ" <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> 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 <u>Подготовка домашнего задания:</u> 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. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> 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 <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструкции и расчет рекуператоров ВТУ"
9	Конструктивные схемы регенератов ВТУ	7	1	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Конструктивные схемы регенератов ВТУ"
9.1	Конструктивные схемы регенератов ВТУ	7	1	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> 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 <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Конструктивные схемы регенератов ВТУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструктивные схемы регенератов ВТУ"
10	Конструкция газоходов ВТУ	3	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Конструкция газоходов ВТУ"
10.1	Конструкция газоходов ВТУ	3	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Конструкция газоходов ВТУ" подготовка к

													выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструкция газоходов ВТУ"
11	Выбор рационального регенеративного устройства. Надежность ВТУ	9	1	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Выбор рационального регенеративного устройства. Надежность ВТУ"
11.1	Выбор рационального регенеративного устройства. Надежность ВТУ	9	1	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> 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 <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Выбор рационального регенеративного устройства. Надежность ВТУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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		
Знать:														
– 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
Уметь:														
– 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 _{ПК-5}	+	+					+	+				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. 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.;
3. Кривандин, В. А. Металлургические печи : учебное пособие для металлургических специальностей вузов / В. А. Кривандин, Б. Л. Марков . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1977 . – 464 с.;

4. 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. 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>;
6. 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>.

5.2 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
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

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 регенераторов ВТУ						
9.1	Конструктивные схемы регенераторов 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